

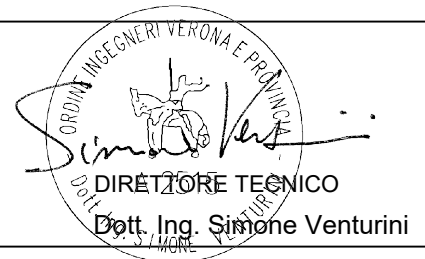


PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 57 MW_p, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE, CON SISTEMA DI ACCUMULO DI CAPACITA' PARI 10 MWh DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI ROTELLO E MONTELONGO (CB)

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE: ROTELLO SOLAR s.r.l.

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE SPECIALISTICA FONDAZIONI
E CALCOLI PRELIMINARI SULLE FONDAZIONI**

ELABORATO n° :

BI026F-D-RO00-GEN-RT-09-00

NOME FILE :

BI026F-D-RO00-GEN-RT-09-00.docx

SCALA :

-

DATA :

Dicembre 2022

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	Dicembre 2022	Emissione	A.Perlini	M.Palvarini	S. Venturini
	01					
	02					
	03					
	04					

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DATI PRINCIPALI DI PROGETTO	4
	2.1 Riferimenti legislativi e normativi	4
	2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico	5
	2.3 Profilo stratigrafico e caratterizzazione geotecnica considerata	10
3	MATERIALI	15
	3.1 Conglomerato cementizio C30/37, per le strutture di fondazione	15
	3.2 Conglomerato cementizio C12/15, per magrone di fondazione	15
	3.3 Acciaio B450C per barre ad aderenza migliorata	15
	3.4 Acciaio per carpenteria (supporti tracker) S275	15
	3.5 Acciaio per carpenteria (supporti tracker) S355	15
4	ANALISI DEI CARICHI	17
	4.1 Carichi permanenti portanti G1	17
	4.2 Carichi permanenti portati G2	17
	4.3 Azioni da neve	17
	4.4 Azioni da vento	18
	4.5 Azioni da sisma	21
	4.5.1 Sismicità dell'area	21
	4.5.2 Parametri generali	22
	4.5.3 Risposta sismica locale e liquefazione	26
	4.5.4 Azioni statiche equivalenti	28
5	STRUTTURA DI SUPPORTO DEI PANNELLI SOLARI	29
	5.1 Descrizione dell'opera	29
	5.1.1 Struttura di una riga	32
	5.1.2 Verifiche geotecniche	34
6	STRUTTURE DI FONDAZIONE CABINE E COMPONENTI DELLA SSEU	39
	6.1 Strutture di fondazione container storage Lotto 9	39
	6.2 Strutture di fondazione cabine MT sottocampo	48

6.3	Strutture della Stazione di Trasformazione "Utente" (SSEU)	53
6.3.1	Edificio sottostazione	53
6.3.2	Sezionatore 3P	58
6.3.3	Interruttori tripolare AT+ trasformatore di corrente TA	63
6.3.4	Scaricatori	67
6.3.5	Trasformatori induttivi TV	70
6.3.6	Vasca trasformatore da 875 kN	73

1 PREMESSA

Su incarico di Rotello Solar S.r.l, la società Technital S.p.A. ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato Impianto Fotovoltaico "Rotello", da realizzarsi nei territori dei comuni di Rotello (CB) e di Montelongo (CB) – Regione Molise.

Il progetto riguarda un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare 82.624 moduli fotovoltaici bifacciali suddivisi su tre lotti, in silicio monocristallino da 685 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo. L'impianto avrà una potenza complessiva di 56.597,44 kWp DC ed output nominale di 48.320 kW AC. L'impianto sarà poi corredato da un sistema di accumulo elettrochimico da 10 MWh. Tutta l'energia elettrica prodotta, al netto dei consumi dei servizi ausiliari, verrà ceduta alla rete.

2 DATI PRINCIPALI DI PROGETTO

2.1 Riferimenti legislativi e normativi

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi applicati nella progettazione delle strutture o comunque di supporto:

- DM 17/01/2018: “Norme tecniche per le costruzioni”, abbreviate nel seguito con l’acronimo “NTC 2018”;
- Circ. 21/01/2019, n. 7 C.S.LL.PP.: ”Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- UNI 11104:2016: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità” - istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206.
- CNR-DT 207 R1/2018: “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- Eurocodice 1 “Actions on structures”;
- Eurocodice 2 “Design of concrete structures”;
- Eurocodice 3 “Design of steel structures” - EN 1993-1-1;
- Eurocodice 7 “Geotechnical design”.

2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico

Oggetto del presente lavoro è la progettazione di un impianto agro fotovoltaico da realizzare in Comune di Rotello, e parzialmente in Comune di Montelongo, in Provincia di Campobasso, Regione Molise.

L'impianto sorgerà in aree prevalentemente collinari aventi quote comprese tra i 190 m e 450 m slm circa. In figura seguente una corografia a grande scala tratta dal Geo-portale Nazionale con evidenza dei limiti comunali e dell'area in studio.



Figura 2-1 - Stralcio cartografico con evidenza dei limiti comunali di Rotello e Montelongo

L'ubicazione dei singoli lotti di installazione dei pannelli è individuabile in un arco di circa 3,5 Km a Nord Est, Nord e Nord Ovest rispetto al centro abitato di Rotello, interessando anche con il lotto 4 una porzione dell'attiguo comune di Montelongo.

Si riporta, di seguito, una corografia a grande scala con ubicazione dei lotti di prevista installazione dei pannelli e del cavidotto di collegamento; sull'estrema destra la SSEU.

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

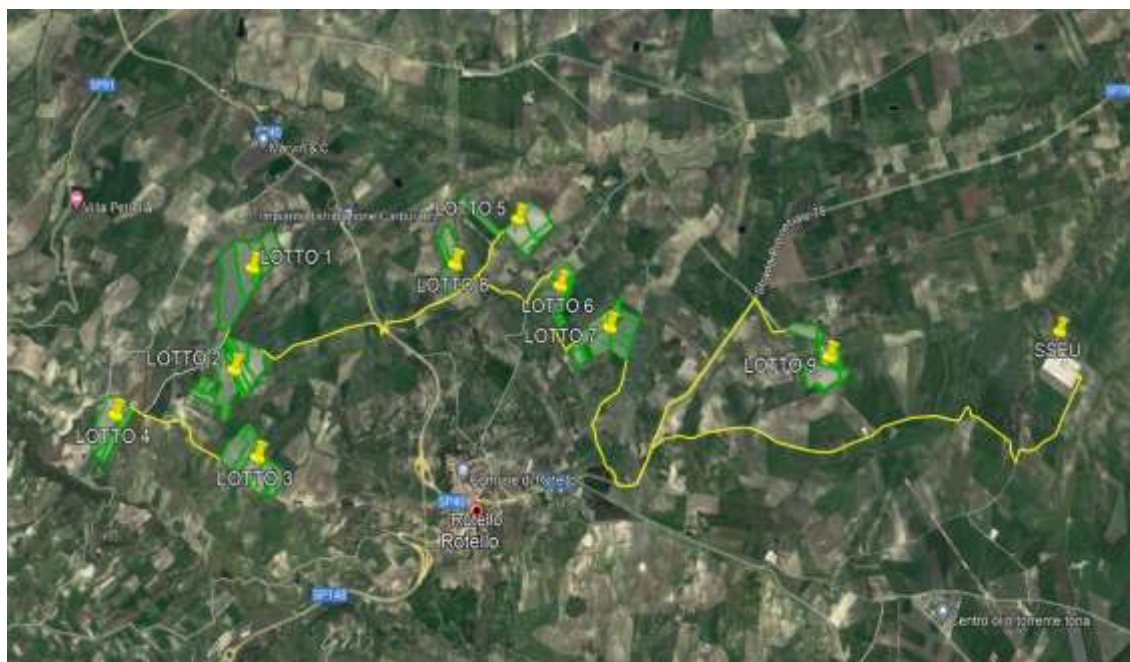


Figura 2-2 – Lotti di installazione dei pannelli

Nelle figure seguenti si riporta l'ubicazione delle aree dove è prevista la collocazione degli impianti su scala regionale e su scala comunale.

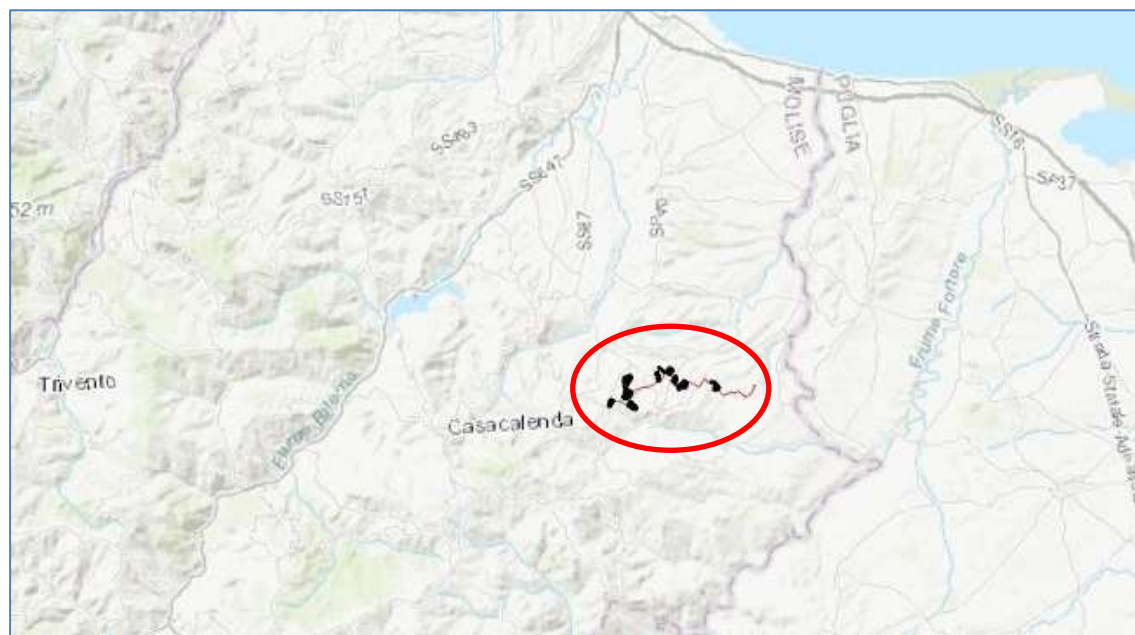


Figura 2.3 - Ubicazione aree a scala regionale (Gis)

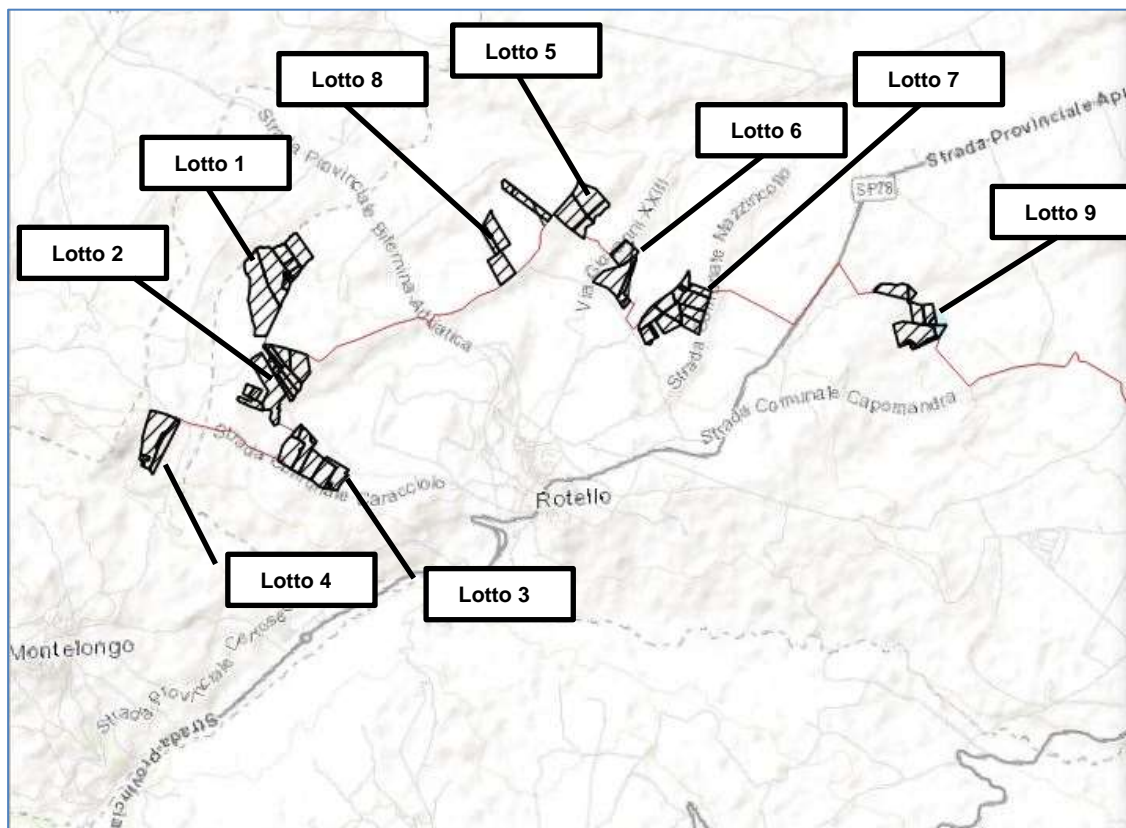


Figura 2.4 - Ubicazione aree a scala comunale (Gis)

A livello regionale ricade nella porzione orientale del Molise a cavallo dei Fiumi Biferno ad ovest e Fortore ad est, ad una distanza di circa 23 Km in linea d'aria dal mare.

A livello comunale come anticipato tutti i lotti insistono in comune di Rotello fatta eccezione per il lotto 4 che si trova in Comune di Montelongo.

Dallo studio geologico si estrapolano le seguenti considerazioni:

Geomorfologicamente dal catalogo IFFI, Inventario dei Fenomeni Franosì d'Italia, risulta che alcuni lotti sono parzialmente interessati da fenomeni franosi prevalentemente del tipo a colamento lento e più limitatamente per scivolamento. In particolare:

- colamenti lenti interessano limitati settori dei lotti 2 – 3 – 4 – 5;
- uno scivolamento rototraslazionale interessa un limitato settore del lotto 7.

In figura seguente una sovrapposizione del progetto con le perimetrazioni di frana del catalogo IFFI.

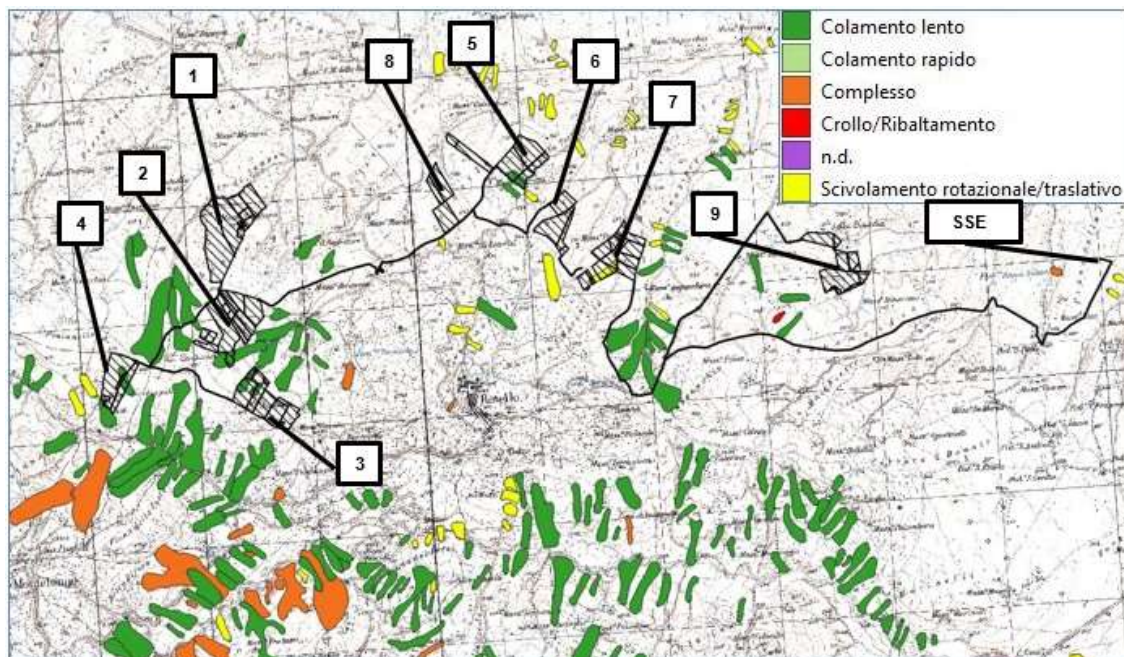


Fig. 4.8 - Stralcio catalogo IFFI con evidenza dei lotti in progetto

La carta della pericolosità geomorfologica del PAI del Fortore e del Saccione evidenzia, in buona congruenza con il catalogo IFFI:

- una condizione di pericolosità molto elevata P4 su parte del lotto 2 e del lotto 3 per una superficie più ampia delle frane IFFI, oltre che una parte del lotto 9;
- una condizione di pericolosità elevata P3 su parte del lotto 4 e lotto 5 in sostanziale congruenza con le frane IFFI, e sul lotto 7 per un'estensione maggiore della frana IFFI;
- non vi sono perimetrazioni a pericolosità media P2;
- una condizione di pericolosità moderata P1 su parte dei lotti 1 e 5.

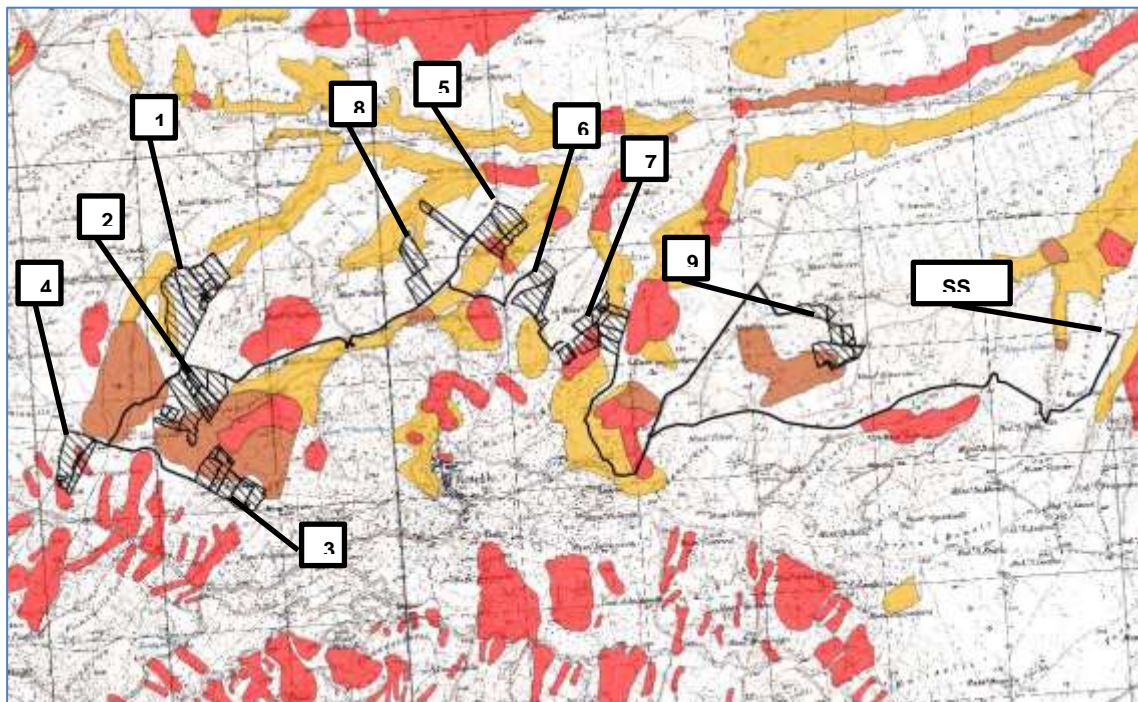


Figura 2-5 - Sovrapposizione della pericolosità geomorfologica del PAI con il progetto (GIS)

Stante la potenziale pericolosità geomorfologica di cui sopra in fase di progettazione si è ritenuto di escludere dall'installazione dei pannelli le aree a pericolosità geomorfologica estremamente elevata (P4) e le aree perimetrate da frane IFFI. Inoltre, si evita la disposizione dei tracker all'interno delle superfici a maggiore pendenza.

Dal punto di vista geologico i terreni presenti sono, dal basso verso l'alto:

- Argilliti varicolori in assetto caotico del Miocene-Oligocene;
- Formazione della Daunia composta da Calcari organogeni bianchi con intercalazioni di calcari pulverulento e straterelli di calcareniti passante verso il basso a marne a marne calcaree e nella parte inferiore ad arenarie quarzose con intercalazioni di calcareniti. Età Serravalliano, Langhiano – Aquitaniano;
- Argille di Montesecco, argille marnose siltoso sabbiose di colore grigio azzurro fossilifere del Calabriano – Pleistocene;
- Depositi alluvionali fluviali e fluviolacustri del I ordine di terrazzi composti da ghiaie più o meno cementate, livelli travertinosi, argille sabbiose, sabbie, calcari pulverulenti bianchi ricoperti da terre nere (paleosuolo) del Pleistocene medio;
- Depositi colluviali lungo i versanti e alluvionali dei fondivalle di età Olocene.

Dal punto di vista idrogeologico, come risulta dalle indagini eseguite, nelle aree in studio eventuali falde sotterranee si mantengono a profondità sensibilmente inferiori rispetto quelle interessate dai lavori; non è quindi mai da attendersi alcuna influenza fra scavi/lavori e acque sotterranee. La vulnerabilità idrogeologica delle aree di progetto è da ritenersi bassa.

Non è segnalata nell'area vasta di interesse progettuale la presenza di sorgenti ritenute significative, e non sono state riscontrate sorgenti in corrispondenza delle aree di prevista installazione dei pannelli.

2.3 Profilo stratigrafico e caratterizzazione geotecnica considerata

Per la caratterizzazione completa e le valutazioni di dettaglio si rimanda alla relazione geologica e geotecnica (BI026F-D-RO00-GEO-RT-01-00).

Le tabelle seguenti riepilogano, al di sotto di una coltre di terreno vegetale potente mediamente 0,5m, la caratterizzazione dei terreni attesi in corrispondenza dei diversi lotti e così come risulta dall'insieme delle informazioni disponibili. I terreni interessati dalle opere sono le colluvioni limoso argillose e localmente i depositi fluviali terrazzati; il substrato argilloso rimane a profondità tale da non essere coinvolto dai lavori.

La simbologia cui si è fatto riferimento è la seguente:

γ	= peso di volume naturale del terreno	[kN/m ³]
I_p	= Indice di plasticità	[%]
OCR=	Over Consolidation Ratio	[-]
D_r	= densità relativa	[%]
φ'	= angolo di attrito in termini di sforzi efficaci	[°]
c'	= resistenza al taglio in condizioni drenate	[MPa]
C_u	= resistenza al taglio in condizioni non drenate	[MPa]
E	= modulo elastico del terreno	[MPa]
n	= coefficiente di Poisson	[-]
K	= permeabilità	[m/s]

Nei lotti 1-2-3-4 il modello di riferimento è sostanzialmente analogo e vede la presenza di una coltre colluviale limoso argillosa di spessore plurimetrico

poggiate su argille grigie. I lavori interesseranno unicamente i depositi di coltre.
La categoria di suolo di fondazione è la C.

Zona Ovest (Lotti 1-2-3-4)												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m ³)	IP	OCR	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)	Suolo fondaz.
Col	Da 0.5 a 6-9 m	Limi argillosi variamente sabbiosi	19.5	25	> 1		1-15	20-22	45	10	1.00E-08	C
QCp2	Oltre 6-9 m	Argille grigio azzurre consistenti e sovracconsolidate	20.5	25	>> 1		30-35	24	150	30	1.00E-08	
Falda: Non rilevata (>12 m da p.c.)												

Tabella 2-6: Lotti 1-2-3-4 - Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento

Nei lotti 7-8 e nella porzione meridionale dei lotti 5-6 il modello di riferimento è analogo e vede la presenza di una coltre colluviale limoso argillosa di spessore plurimetrico poggiate sulle argille grigie. **Nella porzione settentrionale dei lotti 5 e 6**, come evidenziata in figura 9.1, sulle colluvioni limoso argillose si ha un orizzonte sabbioso ghiaioso di origine fluviale terrazzato dello spessore di 3-5 m circa.

I lavori interesseranno unicamente i depositi limoso argillosi, o sabbioso ghiaiosi limitatamente alla porzione settentrionale dei lotti 5 e 6. Per omogeneità si considera una categoria di suolo di fondazione tipo C per tutti i lotti.

Zona Nord Lotti 5 (sud) 6 (sud) e Lotti 7-8												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m ³)	IP	OCR	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)	Suolo fondaz.
Col	Da 0.5 a 5-8 m	Limi argillosi variamente sabbiosi	19.5	25	> 1		1-15	20-22	45	10	1.00E-08	C
QCp2	Oltre 5-8 m	Argille grigio azzurre consistenti e sovracconsolidate	20.5	25	>> 1		30-35	24	150	30	1.00E-08	
Falda: Non rilevata (>12 m da p.c.)												

Tabella 2-7 - Lotti 5 (sud) 6 (sud) e Lotti 7-8 - Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Zona Nord Lotti 5 (nord) 6 (nord)												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m ³)	IP	OCR	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)	Suolo fondaz.
FI1	Da 0.5 a 3-5 m	Sabbie ghiaiose e limose da poco a mediamente addensate	18.5			45-65	0-5	35			1.00E-05	C
Col	Da 3-5 a 8 m	Limi argillosi variamente sabbiosi	19.5	25	> 1		1-15	20-22	45	10	1.00E-08	
QCp2	Oltre 8 m	Argille grigio azzurre consistenti e sovraconsolidate	20.5	25	>> 1		30-35	24	150	30	1.00E-08	
Falda: Non rilevata (>12 m da p.c.)												

Tabella 2-8 - Lotti 5 (nord) e 6 (nord) - Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento



Figura 2-9 - Lotti 5 e 6 - Limiti del modello geologico e geotecnico di riferimento (in colore azzurro le aree sommitali (nord) con presenza di un orizzonte superficiale sabbioso ghiaioso)

Nel lotto 9 si ha una coltre colluviale limoso argillosa di spessore 3,5 m in appoggio sulle argille grigie. I lavori interessano unicamente i depositi limoso argillosi. La categoria di suolo di fondazione è la B.

Zona Est Lotto 9												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m ³)	IP	OCR	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)	Suolo fondaz.
Col	Da 0.5 a 3.5 m	Limi argillosi variamente sabbiosi	19.5	25	> 1		5-15	20-22	45	10	1.00E-08	B
QCp2	Oltre 3.5 m	Argille grigio azzurre consistenti e sovracconsolidate	20.5	25	>> 1		30-35	24	150	30	1.00E-08	
Falda: Non rilevata (>12 m da p.c.)												

Tabella 2.1 - Lotto 9 Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento

Nella SSEU una coltre fluviale sabbioso ghiaiosa potente circa 6 m ricopre limi argillosi variamente sabbiosi a loro volta in appoggio sulle argille grigie. I lavori interessano unicamente la coltre fluviale. La categoria di suolo di fondazione è la C.

Zona Est SSE												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m ³)	IP	OCR	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)	Suolo fondaz.
Fl1	Da 0.5 a 6 m	Sabbie ghiaiose e limose da poco a mediamente addensate	18.5			45-65	0-5	35			1.00E-05	C
Col	Da 6 a 11.8 m	Limi argillosi variamente sabbiosi	19.5	25	> 1		1-15	20-22	45	10	1.00E-08	
QCp2	Oltre 11.8 m	Argille grigio azzurre consistenti e sovracconsolidate	20.5	25	>> 1		30-35	24	150	30	1.00E-08	
Falda: Non rilevata (>12 m da p.c.)												

Tabella 2.2 SSE - Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento

Lungo il tracciato del cavidotto prevalgono depositi limoso argillosi al di sotto di una coltre potente 0,5-1m di materiale di riporto granulare che costituisce il cassonetto stradale. La categoria di suolo di fondazione è la C.

Cavidotto												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m ³)	IP	OCR	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)	Suolo fondaz.

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

RIP	Da 0 a 0.5-1 m	Riporto	19			85 %	0	35	0	25	1.00E-05	C
Col	Oltre 0.5-1 m	Limi argillosi variamente sabbiosi	19.5	25	> 1		1-15	20-22	45	10	1.00E-08	
Falda: Non rilevata (>12 m da p.c.)												

Tabella 2.3 - Cavidotto. Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento

Dal punto di vista geotecnico alle coltri colluviali sono stati assegnati parametri di resistenza variabili all'interno di un range che dipende dalle locali condizioni di stabilità reale o potenziale. I parametri più elevati sono da intendersi come valori di picco, mentre quelli minori sono valori residui propri delle aree in dissesto reale o potenziale, dove le pendenze dei versanti sono prossime all'angolo d'attrito naturale dei materiali. In un approccio conservativo nelle verifiche delle opere si andranno ad adottare i parametri minori fra quelli proposti.

3 MATERIALI

3.1 Conglomerato cementizio C30/37, per le strutture di fondazione

Classe di consistenza S4, classe di esposizione XF2, rapporto a/c<0.45; $D_{max}<32$ mm

Resistenza cubica caratteristica: $R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 30.7 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_c = 33019 \text{ N/mm}^2$

Peso per unità di volume $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

3.2 Conglomerato cementizio C12/15, per magrone di fondazione

Classe di consistenza S3, classe di esposizione X0, ; $D_{max}<32$ mm

Resistenza cubica caratteristica: $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 12 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_c = 27267 \text{ N/mm}^2$

Peso per unità di volume $\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$

3.3 Acciaio B450C per barre ad aderenza migliorata

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_s = 210000 \text{ MPa}$

3.4 Acciaio per carpenteria (supporti tracker) S275

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_s = 210000 \text{ MPa}$

Peso per unità di volume $\gamma = 78.5 \text{ KN/m}^3$

3.5 Acciaio per carpenteria (supporti tracker) S355

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_s = 210000 \text{ MPa}$

Peso per unità di volume $\gamma = 78.5 \text{ KN/m}^3$

4 ANALISI DEI CARICHI

4.1 Carichi permanenti portanti G1

Il peso proprio delle strutture portanti è calcolato considerando i seguenti valori di peso per unità di volume:

- strutture in calcestruzzo armato (platee/plinti di fondazione)

$$\gamma_{CLS} = 25 \text{ kN/m}^3$$

- strutture in carpenteria metallica (supporto trackers)

$$\gamma_{STEEL} = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

4.2 Carichi permanenti portati G2

I carichi permanenti portati sono costituiti dai moduli fotovoltaici con la relativa strumentazione nel caso dei trackers e dalle cabine e componentistiche elettriche nel caso delle platee di fondazione. Si rimanda ai relativi paragrafi nel seguito della presente relazione.

4.3 Azioni da neve

Il carico da neve è calcolato con la seguente espressione (§ 3.4 NTC 2018):

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_s \cdot C_e \cdot C_t$$

$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2$ è il carico previsto per la zona III ad altitudini < 200 m s.l.m.;

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, **Campobasso**, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona



$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq} \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq} \quad a_s > 200 \text{ m}$$

μ_s è il coefficiente di forma che verrà valutato per le varie strutture nei rispettivi paragrafi seguenti;

$C_e = C_t = 1.0$ sono i coefficienti di esposizione e termico, supposti unitari per l'area in esame.

4.4 Azioni da vento

In zona 3 (Molise) la velocità di base (misurata per il vento medio di 10 minuti) è pari a 27,00 m/s.

Tab. 3.3.I -Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32



Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 4-1 -Valori delle velocità di riferimento del vento ai sensi del NTC 2018

Il coefficiente di altitudine c_a è dato da

$$c_a = 1.0 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1.0 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \text{ per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Considerando l'altitudine massima tra i siti in progetto (450 m) < $a_0 = 500$ m, si ha $c_a = 1.0$., quindi

$$v_b = c_a \cdot v_{b,0} = 27.0 \text{ m/s}$$

Si considera una classe di rugosità D:

Tab. 3.3.III - *Classi di rugosità del terreno*

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

Figura 4-2 - Classi di rugosità del terreno ai sensi del NTC 2018

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

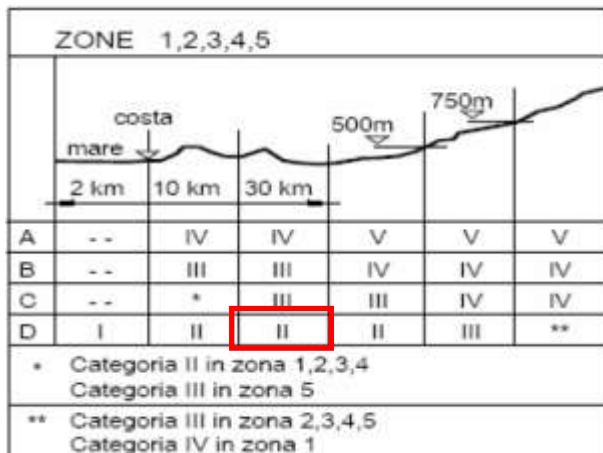


Figura 4-3 - Categorie di esposizione ai sensi del NTC 2018

La pressione del vento vale, per categoria di esposizione II, ai sensi del par 3.3 delle NTC 2018:

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

La pressione tangente vale:

$$p_f = q_r \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

$q_r = \frac{1}{2} * \rho \cdot (v_{b,0} \cdot c_r)^2 = 0.39 \frac{kN}{m^2}$ è il valore di riferimento della pressione del vento;

ρ densità del vento, assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/mc;

$c_r = 1.0$ è il coefficiente di ritorno, unitario per $T_R = 50$ anni;

$c_d = 1.0$ è il coefficiente dinamico.

c_e è il coefficiente d'esposizione;

c_p è il coefficiente aerodinamico;

c_f è il coefficiente dinamico.

I coefficienti d'esposizione e aerodinamici sono calcolati per le varie strutture nei rispettivi paragrafi seguenti.

4.5 Azioni da sisma

4.5.1 Sismicità dell'area

Nelle classificazioni sismiche precedenti alla legge n. 64 del 1974 il Comune di Montelongo era considerato non sismico, in contrasto con il vicino Rotello inserito in zona 2. Quando con l'OPCM 2003 tutto il territorio nazionale viene considerato sismico, anche Montelongo è inserito in zona 2.

L'evento sismico che ha colpito il Molise orientale il giorno 31 ottobre 2002 (Mw=5,74) con epicentro in provincia di Campobasso fra i Comuni di S Giuliano di Puglia, Colletorto, S Croce di Magliano, Bonefro, Castellino del Biferno e Providenti (quindi a sud di Rotello) determina un riordino della classificazione, anche attraverso la DGR 1171 del 02 agosto 2006, confermando per questi comuni l'appartenenza alla zona sismica 2.

A livello di inquadramento regionale la figura 7.1 riporta la classificazione sismica del Molise. Si può osservare una pericolosità crescente dalla costa verso l'interno, ovvero verso la catena appenninica, con i Comuni di Rotello e Montelongo che ricadono in zona 2, con valori di ag nel campo 0.200 – 0,225.

La storia sismica dei Comuni di Rotello e Montelongo conferma la media pericolosità sismica. In figura 7.2 la cronistoria degli eventi sismici registrati a Rotello e da cui si evince il risentimento sia per eventi più o meno locali sia per eventi registrati nelle regioni confinanti o nell'Adriatico.

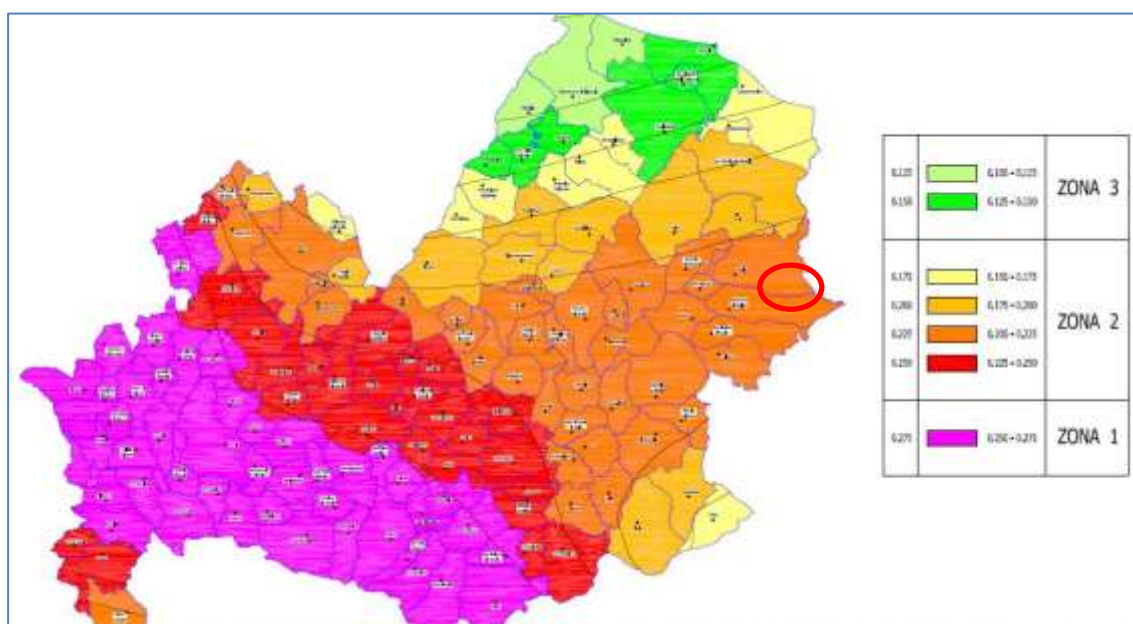


Figura 4.4 - Classificazione sismica del Molise. Evidenziata l'area in studio

4.5.2 Parametri generali

Il dimensionamento degli elementi strutturali è condotto ai sensi dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto del 17/01/2018 (NTC 2018), pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20/02/2018. Come già con le precedenti NTC 2008 la progettazione antisismica viene svincolata dall'appartenenza ad un dato comune e le azioni sismiche sono determinate in funzione del periodo di riferimento e delle coordinate geografiche dell'opera.

Il periodo di riferimento V_R si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

La vita nominale di una costruzione V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo alla quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Figura 4-5 - Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni da NTC 2018

Il coefficiente d'uso C_U , riportato in tabella 7.4, esprime la Classe d'uso nella quale sono suddivise le opere con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. In presenza di Azioni Sismiche le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso la cui definizione è di seguito sinteticamente riportata:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti;

- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 novembre 2001 n.6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Figura 4-6 - Parametri per il calcolo del coefficiente d'uso da NTC 2018

L'azione sismica per l'opera in oggetto è stata considerata con caratteristiche relative ad "opere permanenti" e vita nominale prevista pari a 50 anni.

La classe d'uso prevista è la classe II, il coefficiente d'uso considerato è pertanto $C_U = 1.0$.

Nel caso specifico si può considerare un'opera ordinaria in classe II per cui:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1 = 50 \text{ anni}$$

Per quanto riguarda le probabilità PVR di superamento nel periodo di riferimento VR, esse variano al variare dello stato limite considerato. I valori cui riferirsi per individuare l'azione sismica sono riportati in tabella.

Tab. 3.2.1 – Probabilità di superamento P_{V_R} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Figura 4-7 - Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato da NTC 2018

Dove:

SLO = Stato Limite di Operatività: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature

ture rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

SLD = Stato Limite di Danno: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

SLV = Stato Limite di Salvaguardia della Vita: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte di resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli nei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali

Fissato il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{V_R} il periodo di ritorno T_R si ricava mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 = valore massimo di fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

I parametri a_g , F_0 , e T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun SL, che definiscono lo spettro di risposta elastico di riferimento in accelerazione $S_e(T)$ dai quali viene poi ricavato lo spettro di progetto $S_d(T)$, sono stati dedotti mediante il programma "Gestione dei Parametri Sismici" di Geostru sulla base delle seguenti coordinate (ED50) riferite al lotto che, fra quelli oggetto d'intervento, mostra i maggiori valori di sismicità attesa:

Latitudine: 41.7474; Longitudine: 15.0070



Figura 4.8 - Schermata dell'applicazione di gestione dei parametri sismici (Gestru)

Per il sito di progetto i parametri spettrali sono i seguenti:

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.057	2.436	0.286
Danno (SLD)	50	0.076	2.468	0.299
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.206	2.464	0.340
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.272	2.443	0.348
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Figura 4-9 - Parametri spettrali per i diversi stati limite (per suolo tipo A)

4.5.3 Risposta sismica locale e liquefazione

Si rimanda alla relazione geologica e geotecnica per la trattazione estesa, riportando qui solo le conclusioni.

Nell'ambito del sedime di progetto sono state condotte specifiche indagini tipo Masw da cui risulta l'assenza di un substrato sismico sino alle massime profondità raggiunte, ed una **categoria di suolo tipo C, più raramente una tipo B** (comunque con valori di Vs prossimi ad una C). Si rimanda ai risultati e commento delle indagini geognostiche per maggiori dettagli sulle prove in argomento.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 4-10 - Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC2018

Per quanto attiene gli effetti topografici è possibile fare riferimento alla tabella 3.2.IV delle NTC 2018:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 4-11 - Categorie topografiche ai sensi delle NTC2018

Poiché l'intervento in progetto s'inserisce in un contesto sub-pianeggiante o moderatamente collinare si potrà considerare una categoria topografica T₁ cui corrisponde un Coefficiente di amplificazione topografica pari a S_T = 1,0 come da tabella 3.2.V delle NTC 2018:

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Figura 4-12 - Valori del coefficiente di amplificazione topografica ai sensi delle NTC2018

Nel caso in studio la natura prevalentemente fine dei terreni, la tipologia di opere e la profondità/assenza di falda permettono di escludere possibili effetti legati alla liquefazione dei terreni.

Per la definizione degli spettri di risposta, oltre all'accelerazione (a_g) al suolo (dipendente dalla classificazione sismica del Comune) occorre determinare il Fattore di Comportamento (q).

Il Fattore di comportamento q è un fattore riduttivo delle forze elastiche introdotto per tenere conto delle capacità dissipative della struttura che dipende dal sistema costruttivo adottato, dalla Classe di Duttilità e dalla regolarità in altezza.

Per la struttura in esame si utilizzano i seguenti valori:

Stato Limite di Danno

Fattore di Comportamento (q_X) per sisma orizzontale in direzione X: 1.00;

Fattore di Comportamento (q_Y) per sisma orizzontale in direzione Y: 1.00;

Fattore di Comportamento (q_Z) per sisma verticale: 1.00 (se richiesto).

Stato Limite di salvaguardia della Vita

Fattore di Comportamento (qX) per sisma orizzontale in direzione X: 1.500;

Fattore di Comportamento (qY) per sisma orizzontale in direzione Y: 1.500;

Fattore di Comportamento (qZ) per sisma verticale: 1.50 (se richiesto).

4.5.4 Azioni statiche equivalenti

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Figura 4-13 - Valori di S_s e C_c ai sensi delle NTC2018

In considerazione di quanto esposto ai paragrafi precedenti, le accelerazioni sismiche sono state valutate, secondo il metodo pseudostatico (alla luce delle NTC del 2018) come:

	Suolo B			Suolo C		
	a_g [g]	S_s [-]	a_{max} [g]	a_g [g]	S_s [-]	a_{max} [g]
SLV	0.206	1.197	0.247	0.206	1.395	0.287
SLD	0.076	1.200	0.091	0.076	1.500	0.114

Dove:

$a_g = 0.206$ g (SLV) e 0.076 g (SLD);

$F_0 = 2.464$ (SLV) e 2.468 (SLD);

$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$

$S_T = 1.00$ per la cat. topografica T1.

5 STRUTTURA DI SUPPORTO DEI PANNELLI SOLARI

5.1 Descrizione dell'opera

I sistemi ad inseguimento solare monoassiale saranno del tipo PVH Monoline 2P o equivalenti, con struttura portante in parte infissa nel terreno, a profondità variabile in funzione delle sollecitazioni, senza utilizzo di cls, in parte fuori terra su cui verranno montate particolari cerniere attraversate da una trave scatolare a sezione quadrata che ruota attorno al proprio asse, posizionando i pannelli ad una quota dal terreno pari a circa 2850 mm.

Le colonne, la trave soggetta a torsione e le staffe di montaggio saranno in acciaio S355 galvanizzato ASTM A123/ISO 1461, mentre i moduli di supporto saranno in acciaio S275 galvanizzato ASTM A123/ISO 1461.

I pali previsti in ogni tracker sono 4 o 5 a seconda del posizionamento del tracker.

Quando i pannelli raggiungono una configurazione inclinata allo zenitale massimo di 55°, l'altezza dal lembo più alto del pannello rispetto al terreno sarà di 4800 mm, mentre il lembo più basso arriverà ai 900 mm.

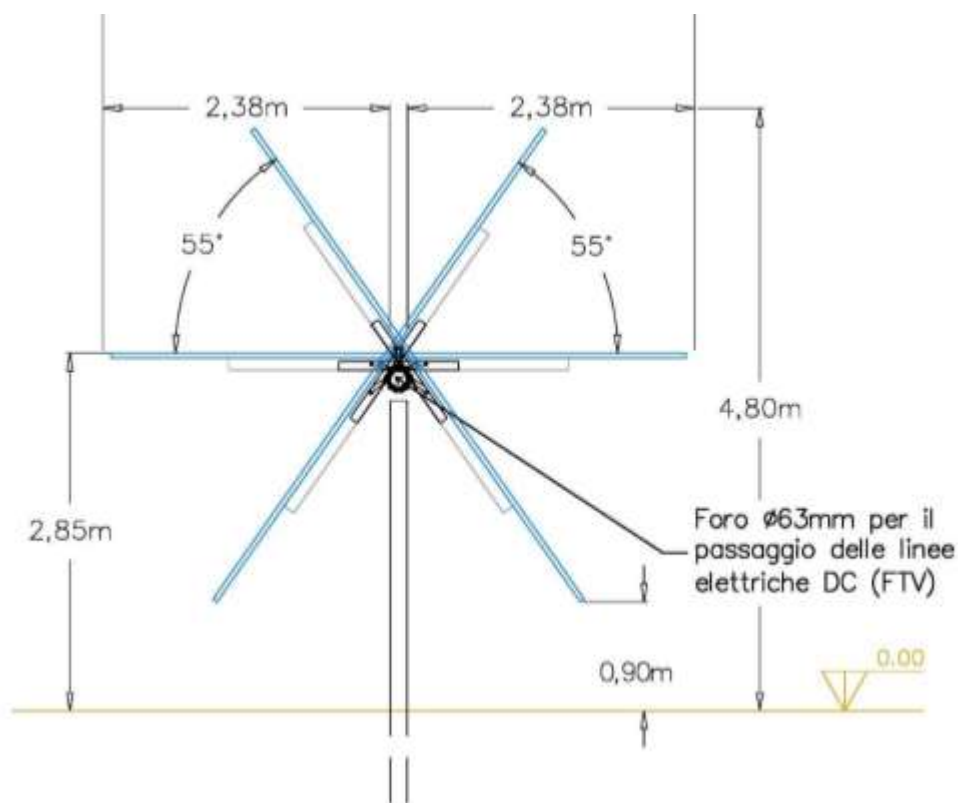


Figura 5-1 - Particolare rotazioni tracker

Il layout dei moduli fotovoltaici è composto da diverse file, in cui vengono considerate quattro diverse configurazioni a seconda della loro posizione.

- le zone 1 e 2 corrispondono ai tracker situati nella prima e nella seconda fila. I tracker su questa zona sono soggetti a carichi di vento più elevati, quindi sono più robusti dei tracker di altre zone;
- i tracker della terza fila appartengono alla zona 3. I tracker su questa zona sono più robusti rispetto ai tracker sulla zona 4;
- il resto dei tracker, che si trovano su più file interne, corrispondono alla zona 4.

Allo stesso tempo, ogni riga è divisa tra righe centrali e perimetrali.

Le posizioni di stivaggio sono state scelte tenendo conto dello studio aeroelastico di riferimento effettuato dal produttore [REF].

Il tracker è inoltre dotato di un sistema di sicurezza che lo imposta ad una determinata pendenza (pendenza di sicurezza) in caso di forte vento o forte nevicata.

La pendenza di sicurezza (o stivaggio) per i tracker è di -5 gradi.

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

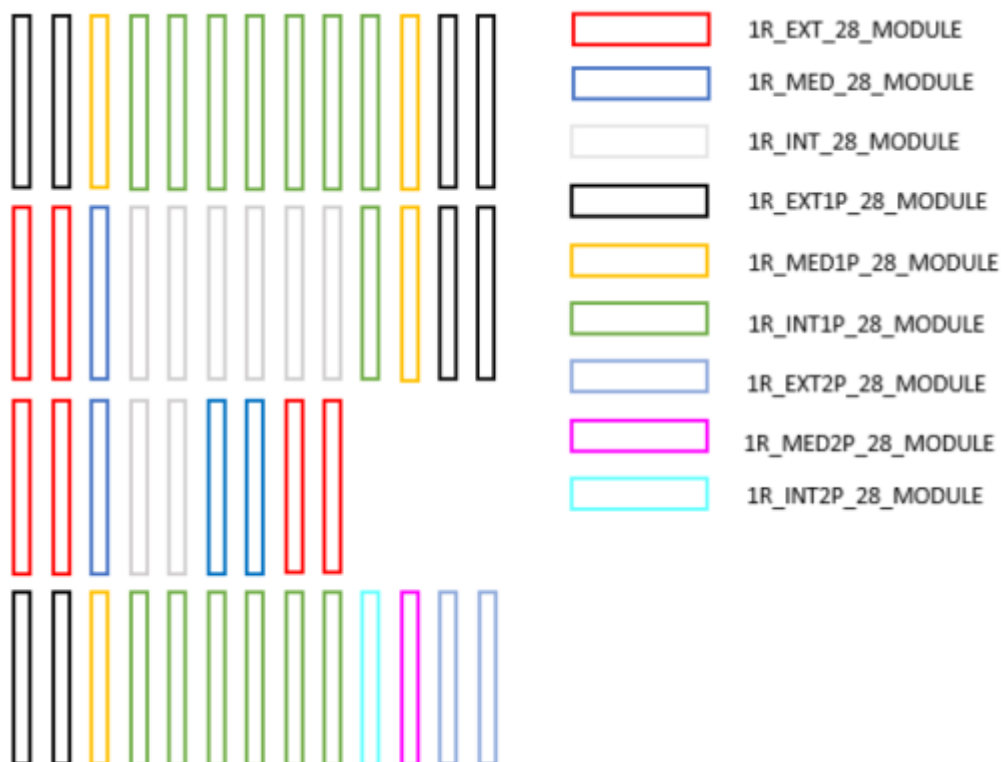


Figura 5-2: Schema della distribuzione in pianta



Figura 5-3: Schema indicativo di un tracker (3 o 5 supporti)

Tutti i tracker hanno una configurazione di 28 moduli con orientamento a due verticali. Sono sostenuti da 5 pali nella zona 1&2 e da 3 posti nelle zone 3&4, e raggiungono una lunghezza totale di circa 19,1 m.

Ogni pannello solare ha dimensioni di circa 2384x1303 mm, e sono montati su una trave, sostenuta da montanti di altezza approssimativa di 2760 mm.

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

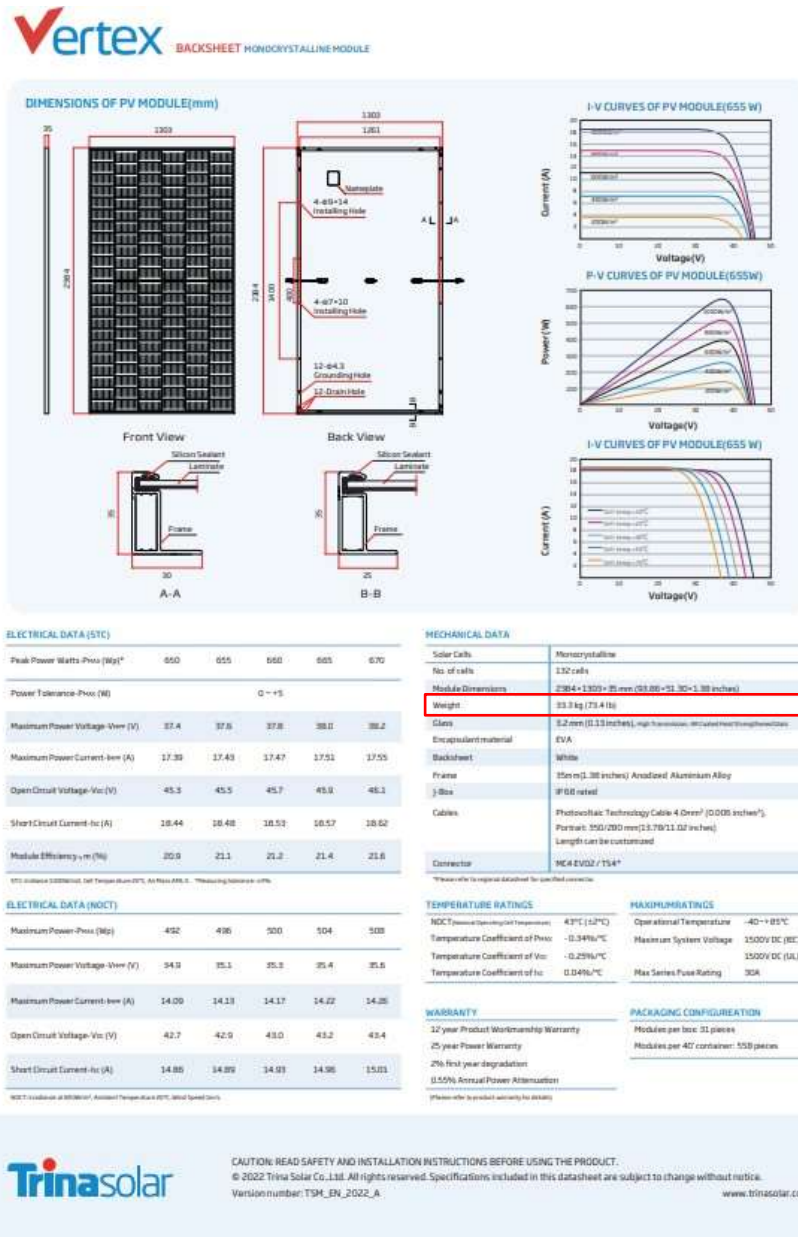


Figura 5-4: Schema tipo di un modulo fotovoltaico

5.1.1 Struttura di una riga

La tabella seguente riassume le caratteristiche dei montanti di supporto. I montanti centrali hanno una sezione diversa rispetto agli altri, poiché devono essere più robusti per resistere alle forze torsionali del motore e dell'inseguitore.

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Zona	Lunghezza a totale [mm]	Distanza tra i montanti [mm]	N° montanti
File 1 e 2	19088	Sbalzo 1781 - - 3900 - 3900 - 3900 - 3900 - Sbalzo 1755	5
File 3 e 4	19088	Sbalzo 2370 - 7120 - 7120 - Sbalzo 2370	3

Figura 5-5: Struttura di una riga

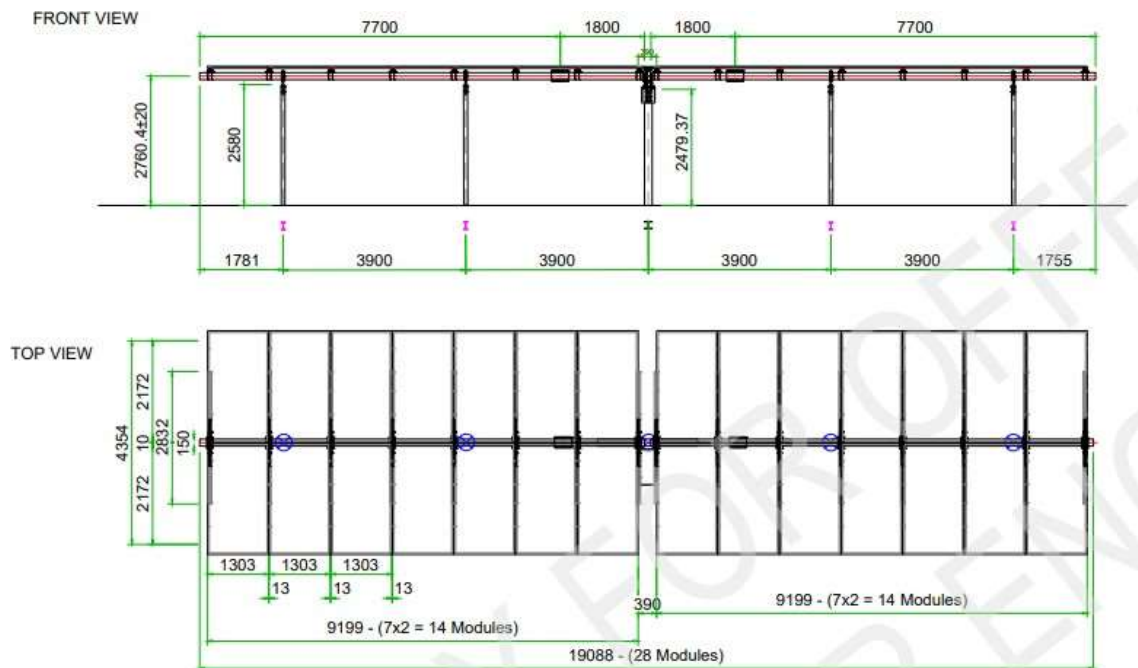


Figura 5-6: Schema indicativo di un tracker a 5 montanti



Figura 5-7 - Render della struttura di un tracker a 3 montanti



Montante		Profilo	Materiale	Infissione [m]
Zone I C Central Post	1R_EXT	HEA 180	S355	4.50
Zone I C Lateral Post		IPEA 220	S355	4.20
Zone III C Central Post	1R_MED	HEA 160	S355	5.50
Zone III C Lateral Post		IPEA 220	S355	4.50
Zone IV C Central Post	1R_INT	HEA 160	S355	5.00
Zone IV C Lateral Post		IPEA 220	S355	4.50
Zone III P1 Central Post	1R_MED1P	HEA 160	S355	5.50
Zone III P1 Lateral Post		IPEA 220	S355	4.50
Zone III P1 Lateral Post Perimeter		IPEA 240	S355	5.00
Zone IV P1 Central Post	1R_INT1P	HEA 160	S355	5.50
Zone IV P1 Lateral Post		IPEA 220	S355	4.50
Zone IV P1 Lateral Post Perimeter		IPEA 240	S355	4.50
Zone III P2 Central Post	1R_MED2P	HEA 160	S355	5.50
Zone III P2 Lateral Post Perimeter		IPEA 240	S355	4.50
Zone IV P2 Central Post	1R_INT2P	HEA 160	S355	5.50
Zone IV P2 Lateral Post Perimeter		IPEA 240	S355	4.50

Figura 5-8 – Profili tipologici per i montanti

5.1.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche dei pali di fondazione sono state eseguite, ai sensi delle NTC 2018 (6.4.3), nei confronti dei carichi limite verticale ed orizzontale.

Il valore di progetto R_d della resistenza **nei confronti del carico verticale** si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della Tab. 6.4.II.

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

* da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

La resistenza caratteristica R_k del palo singolo può essere dedotta con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando al valore medio e al valore minimo delle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ (o $R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad R_{t,k} = \min \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Fatta salva la necessità di almeno una verticale di indagine per ciascun sistema di fondazione, nell'ambito dello stesso sistema di fondazione, ai fini del conteggio delle verticali di indagine per la scelta dei coefficienti ξ in Tab. 6.4.IV si devono prendere solo le verticali lungo le quali la singola indagine (sondaggio con prelievo di campioni indisturbati, prove penetrometriche, ecc.) sia stata spinta ad una profondità superiore alla lunghezza dei pali, in grado di consentire una completa

identificazione del modello geotecnico di sottosuolo. Nel caso in oggetto, il numero di verticali indagate è ben maggiore di 10.

L'espressione generica utilizzata per il calcolo della portanza di un palo con la punta in terreno granulare soggetto ad un carico verticale è la seguente:

$$Q_{lim} + W_P = Q_S + Q_p$$

dove:

- Q_p = portata di punta;
- Q_l = portata laterale;
- W_p = peso proprio del palo;

La capacità portante sarà valutata come sommatoria dei contributi dei differenti strati nel caso in cui la fondazione attraversa strati di diversa natura.

Per la stima di Q_s , si fa ricorso all'espressione:

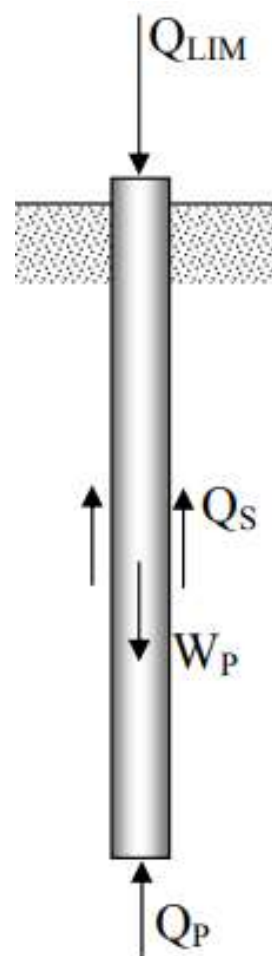
-

$$Q_s = A_s \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Dove:

$A_s = 2 \cdot b \cdot h$ è la superficie laterale, per metro lineare, del palo. Nel caso in esame si è cautelativamente considerata la sola superficie del rettangolo dato da base ed altezza del profilo;

$\tau_s = k \cdot u \cdot \sigma'_v$ è l'aderenza limite sviluppata, ricavata considerando un valore di k pari a 0.75 (anche in considerazione delle cautelative assunzioni fatte per la superficie laterale. Per la scelta dei valori K e $\tan \delta$ si può fare riferimento alle indicazioni AGI, nella seguente tabella:



Tipo di palo		Valori di k	Valori di u
Battuto	Acciaio	0,5 ÷ 1	tg 20°
	Calcestruzzo prefabbricato	1 ÷ 2	tg (3/4 φ')

	Calcestruzzo gettato in opera	1 ÷ 3	tg φ'
Trivellato		0,4 ÷ 0,7 (*)	tg φ'

Tabella 4 – Valori indicativi di k e u per terreni incoerenti

La capacità di punta dei pali Q_p in terreni incoerenti è stimata con l'equazione:

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot N_q \cdot \sigma'_{v0,P}$$

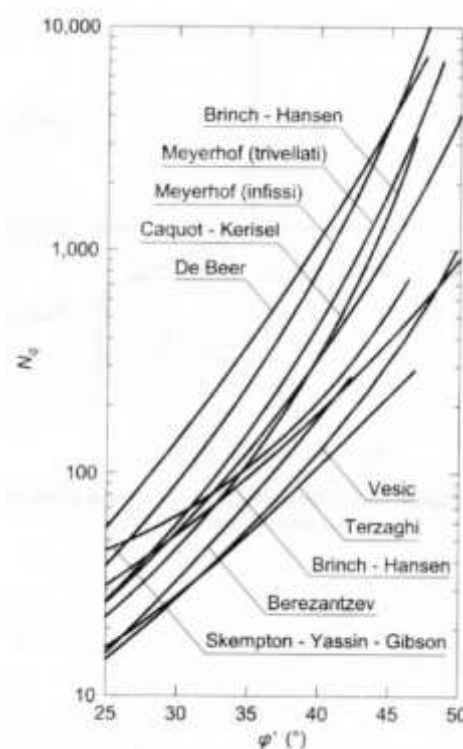
In cui A_p è l'area di base del palo, q_p è la capacità portante unitaria, $\sigma'_{v0,P}$ è la tensione verticale efficace alla punta, N_q è un fattore di capacità portante.

Il valore N_q dipende a parità di angolo di resistenza al taglio, dai meccanismi di rottura proposti e i corrispondenti valori di N_q . Cautelativamente si è adottato un valore pari a 9.

Il calcolo della capacità portante di un palo soggetto ad un **carico orizzontale** è condotto applicando la teoria di Broms (1964), considerando lo schema di palo vincolato in testa in terreno incoerente soggetto ad un carico orizzontale.

Secondo la teoria di Broms, lo stato tensodeformativo del complesso palo terreno sotto azioni orizzontali, si presenta come un problema tridimensionale per la cui soluzione è necessario introdurre alcune ipotesi semplificative:

- il terreno è omogeneo;
- il comportamento dell'interfaccia palo-terreno è di tipo rigido-perfettamente plastico;



- la forma del palo è ininfluente, l'interazione palo-terreno è determinata dalla dimensione caratteristica d della sezione del palo (diametro) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha un comportamento rigido-perfettamente plastico, ovvero si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

L'ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua per un tratto di lunghezza non definita con momento costante. La verifica viene soddisfatta se viene rispettata la seguente condizione:

$$E_d < H_d$$

ove E_d è il valore di progetto dell'azione esterna calcolata applicando i coefficienti parziali γ_G e γ_Q alle azioni agenti, mentre H_d è il valore di progetto della resistenza del terreno. Il coefficiente di sicurezza parziale appartenente al gruppo R che deve essere applicato è:

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

I valori dei parametri geotecnici adoperati, così come le caratteristiche meccaniche e geometriche dei profili sono stati esposti ai capitoli precedenti.

Di seguito si riportano i valori resistenti ottenuti per le diverse condizioni.

Tutte le verifiche risultano superate.

6 STRUTTURE DI FONDAZIONE CABINE E COMPONENTI DELLA SSEU

6.1 Strutture di fondazione container storage Lotto 9

All'interno dell'aria del lotto 9 è previsto il posizionamento del sistema storage di energia elettrica, composto da 28 rack batterie da 372.7 kWh/cad e da un container di conversione dell'energia elettrica collegato alla cabina MT più vicina.

La platea di fondazione, dello spessore di 30 cm, è la medesima per 14 moduli rack storage e per il modulo di conversione.

Le verifiche sono fatte per la platea di dimensione minima in considerazione dell'impronta di carico.



Fig. 7.2 – Modulo Rack Storage

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

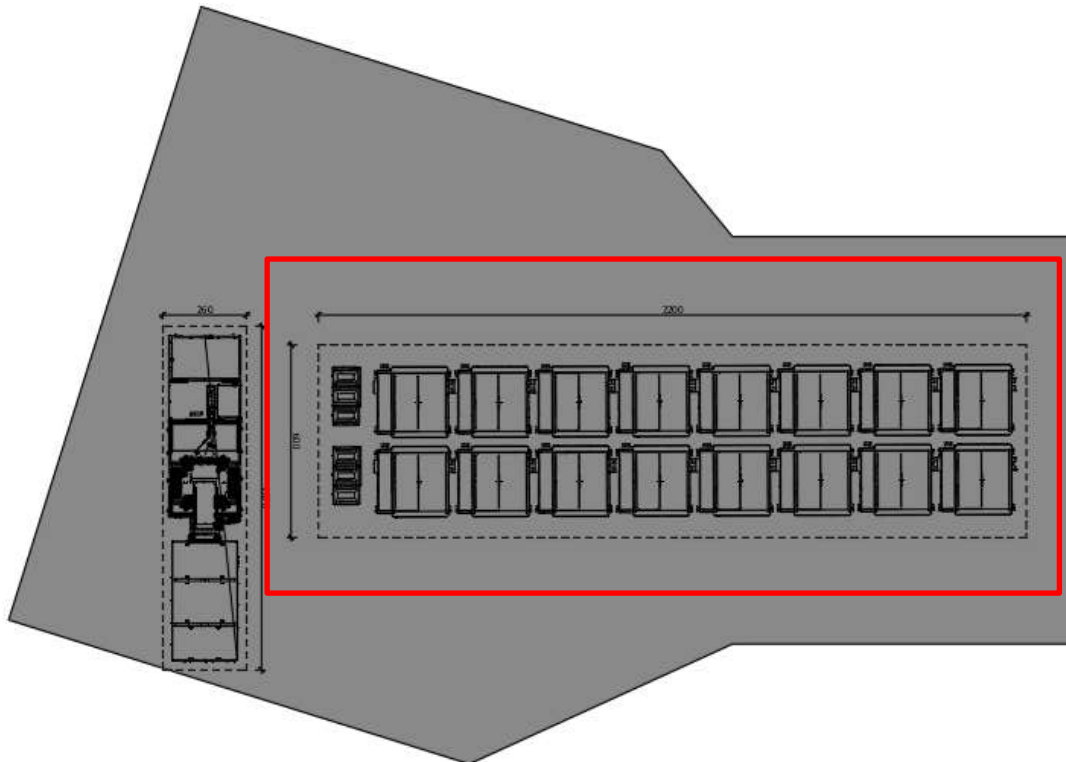


Fig. 7.2 - Platea dei Container Storage

Gridstack System

Rated AC Power (50°C) 2 MW - 500+ MW	Availability >97.0%
Discharge Duration 1 - 6+ hours	Altitude De-rated over 1,000 meters
Grid Frequency 50Hz and 60Hz	Seismic Rating Seismic options available
Reactive Power Four-quadrant control, 0.9 leading to 0.9 lagging at rated power (reactive capability available over full real power range)	System Response Time Max capacity change in 1,000 ms
	Standard Temperature Range -30°C to 45°C **

Fluence Cube

Cube Dimensions (H x W x D)
Long Duration: 2,549 x 2,578 x 2,160 mm
Short Duration: 2,549 x 2,578 x 2,257 mm

Cube Weight (total) lb/kg
Long Duration: 18,078 / 8,200
Short Duration: 18,850 / 8,550

Enclosure Rating
NEMA Type 3R

IP Rating
IP55

Cooling
Liquid Cooled

Fluence OS

Fully-integrated operating system for comprehensive control, asset management, and system visibility.

Operation Modes
Automatic Resource Control, Manual Dispatch, Idle, Disconnect, Reset

System KPIs
Real and reactive power dispatch, state of charge, cell voltage and temperature, auxiliary system details, core and node status, fire system and F-Stop status, and more

External Control Interface
SCADA and EMS integration available via common protocols including DNP3 and Native Modbus TCP/IP

Market Dispatch Applications
Primary and secondary frequency control, peak shaving, power factor regulation, ASC, SOC management, and more

Fluence IQ

The Fluence IQ Bidding Application automates wholesale market participation to maximize asset value in the NEM and CAISO markets.

Forecasting
Analyze thousands of variables to predict future market prices

Optimization
Automatically generate optimal bids for wind, solar, and storage assets

Bidding
Incorporate organizational risk tolerance levels into bidding strategy

Fig. 7.2: Estratto di scheda tecnica dei Container Storage

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Si riportano le verifiche della fondazione dei moduli rack Storage.

Dimensioni eq. gruppo rack [m]					
larghezza Lx	4.70	Lx < Ly			
lunghezza Ly	19.60				
larghezza copertura Lcopx	4.70				
larghezza copertura Lcopy	19.60				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	2.60				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.00				
larghezza Lx	6.00				
lunghezza Ly	22.00				
spessore	0.30				
				16	rack storage
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 macchina				1312.00	1.30
G1 platea	7.50	132.00	=>	990.00	
	kN/mq	μ		kN/mq	
Valore di riferimento neve	1.00	0.80	=>	0.8	
		mq		kN	
Carico per manutenzione	1.00	92.12	=>	92.12	
				0.80	-0.40
					0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	12.44	2.60	32.33	32.33	
Risultante vento dir X	82.56	1.30	107.32		
Risultante vento dir Y	19.80	1.30		25.74	
			139.66	58.07	
Risultante sisma macchina	376.54	1.30	489.51		
			489.51		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	Mrib [kN m]
Risultante sisma macchina	376.54		1.60	602.47
				602.47
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G1 macchina	1312.00	100%	3.00	3936.00
G1 platea	990.00	100%	3.00	2970.00
				6906.00
		MSd/Mstab =	11.46	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma macchina			376.54	
			376.54	
	f	35	m	0.43
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G2 macchina	1312.00	100%	565.94	
G1 platea	990.00	100%	427.04	
			992.99	
		FSd/Fstab =	2.64	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	Mrib [kN m]
Risultante vento copertura	12.44		2.90	
Risultante vento dir X	82.56		1.60	132.09
				132.09
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G1 macchina	1705.60	100%	3.00	5116.80
G1 platea	1287.00	100%	3.00	3861.00
				8977.80
		MSd/Mstab =	67.97	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			12.44	
Risultante vento dir X			82.56	
			94.99	
	f	35	m	0.43
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G1 macchina	1705.60	100%	735.72	
G1 platea	1287.00	100%	555.16	
			1290.88	
		FSd/Fstab =	13.59	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a capacità portante per sisma:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	6.00	m		
L =	22.00	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
N =	2302.00	kN		
Vx =	376.54	kN		
Vy =	112.96	kN		
Mxx =	180.74	kNm		
Myy =	602.47	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³		peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	22	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	393.12	kN		
F/N =	0.17			
ex =	0.26	m	ey =	0.08
B' =	5.48	m	L' =	21.84
q = $\gamma' D$ =	5.55	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	16.88			
Nq =	7.82			
N γ =	7.13			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.05			
sq =	1.10			
s γ =	0.90			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.67		m =	1.80
iq =	0.71			
i γ =	0.59			
qlim =	226	kN/m ²		
Nlim =	27 089	kN		
γR_3 =	2.30			
NRd = Nlim/ γR_3 =	11778.0			
Fs = NRd / N =	5.12	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE



Fig.7.4 - Container Gruppo di conversione

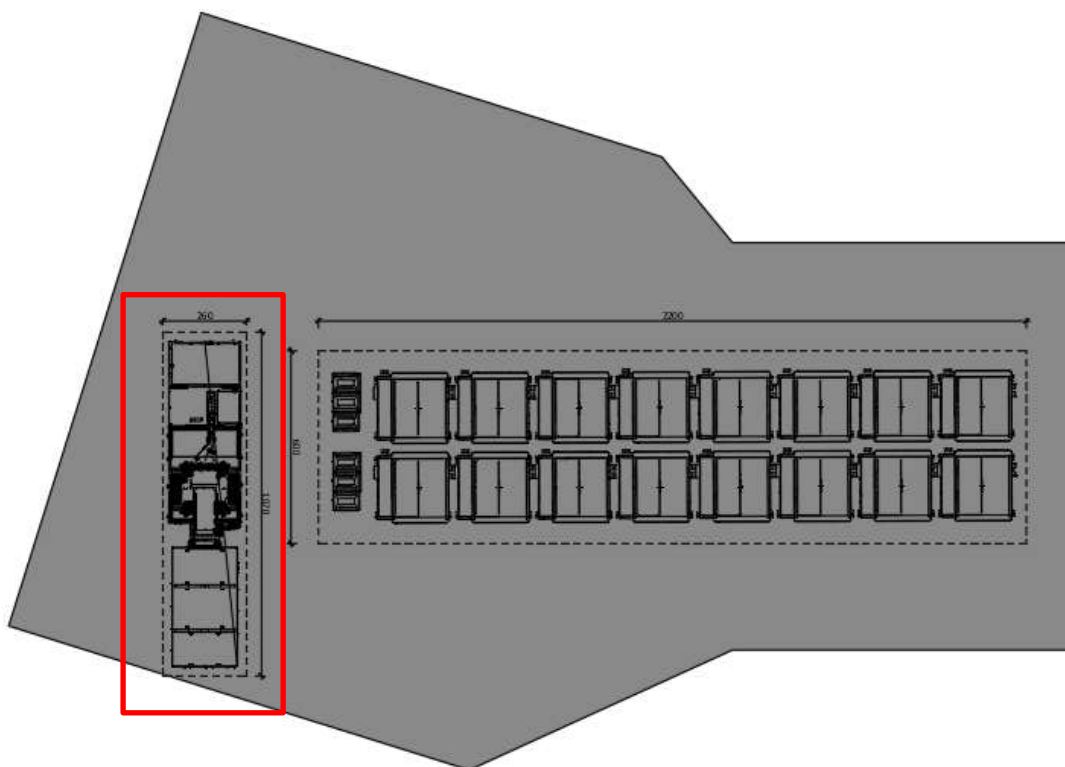


Fig.7.4 - Platea del Gruppo di conversione

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

CARACTERÍSTICAS COMUNES MULTI PCSK		FRAME 2	FRAME 4
CA	Potencia de salida CA (kVA/kW) @ 40 °C ⁽¹⁾	1837	3674
	Frecuencia de red (Hz)	50/60Hz	
	Distorsión armónica de corriente (THDi)	< 3% per IEEE519	
	Factor de potencia (coseno phi) ⁽²⁾	0.5 inductiva ... 0.5 capacitiva	
	Compensación de potencia reactiva	Operación en los cuatro cuadrantes	
CC	Rizado de tensión CC	< 3%	
	Corriente continua máxima CC (A)	2295	4590
	Tecnología de baterías	Todos los tipos de baterías (se requiere el BMS)	
	Number of Separate DC Inputs	2	2
ENVOLVENTE	Dimensiones [WxDxH] (ft)	9.8 x 6.5 x 7.2	
	Dimensiones [WxDxH] (m)	3.0 x 2.0 x 2.2	
	Peso (lbs)	11465	12125
	Peso (kg)	5200	5500
	Tipo de ventilación	Aire forzado	

Fig. 7.2 - Estratto di scheda tecnica del Gruppo di conversione

Si riportano le verifiche della fondazione dei gruppi di conversione.

Dimensioni cabina [m]						
larghezza Lx	2.00	Lx < Ly				
lunghezza Ly	10.10					
larghezza copertura Lcopx	2.00					
larghezza copertura Lcopy	10.10					
Altezza estradosso copertura da piano campagna	2.60					
Dimensioni platea [m]						
distanza da pavimento a estradosso platea	0.00					
larghezza Lx	2.60					
lunghezza Ly	10.70					
spessore	0.30					
Analisi dei carichi (valori caratteristici)						
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]	coeff. SLU
G1 macchina				55.00	1.30	1.30
G1 platea	7.50	27.82	=>	208.65		1.30
	kN/mq	m		kN/mq		
Valore di riferimento neve	1.00	0.80	=>	0.8		1.50
		mq		kN		
Carico per manutenzione	1.00	20.20	=>	20.20		1.50
			0.80	-0.40	0.10	
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente	
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09	1.50
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287					

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)				
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]	
Risultante vento copertura	2.73	2.60	7.09	7.09
Risultante vento dir X	42.54	1.30	55.30	
Risultante vento dir Y	8.42	1.30		10.95
			62.39	18.04
Risultante sisma macchina	15.79	1.30	20.52	
			20.52	
Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante sisma macchina	15.79		1.60	25.26
				25.26
Contributi stabilizzanti:				
	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G2 macchina	55.00	100%	1.30	71.50
G1 platea	208.65	100%	1.30	271.25
				342.75
		MSd/Mstab =	13.57	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma macchina			15.79	
			15.79	
	f	35	m	0.43
Contributi stabilizzanti:				
	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G2 macchina	55.00	100%	23.72	
G1 platea	208.65	100%	90.00	
			113.73	
		FSd/Fstab =	7.20	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura	2.73		2.90	7.91
Risultante vento dir X	42.54		1.60	68.07
				75.97
Contributi stabilizzanti:				
	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G2 macchina	71.50	100%	1.30	92.95
G1 platea	271.25	100%	1.30	352.62
				445.57
		MSd/Mstab =	5.86	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			2.73	
Risultante vento dir X			42.54	
			45.27	
	f	35	m	0.43
Contributi stabilizzanti:				
	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G1 macchina	71.50	100%	30.84	
G1 platea	271.25	100%	117.00	
			147.85	
		FSd/Fstab =	3.27	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a capacità portante per sisma:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.60	m		
L =	10.70	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondazione	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
N =	263.65	kN		
Vx =	15.79	kN		
Vy =	4.74	kN		
Mxx =	7.58	kNm		
Myy =	25.26	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	22	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	16.48	kN		
F/N =	0.06			
ex =	0.10	m	ey = 0.03 m	
B' =	2.41	m	L' = 10.64 m	
q = $\gamma' D$ =	5.55	kN/m ²	25.63159	
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	16.88			
Nq =	7.82			
N γ =	7.13			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.05			
sq =	1.09			
s γ =	0.91			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.87	m =	1.82	
iq =	0.89			
i γ =	0.83			
qlim =	163	kN/m ²		
Nlim =	4 167	kN		
$\gamma R3$ =	2.30			
NRd = Nlim/ $\gamma R3$ =	1811.6			
Fs = NRd / N =	6.87	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Type designation	MVS6400-LV
Transformer	
Transformer type	Oil immersed
Rated power	6400 kVA @ 40 °C
Max. power	7040 kVA @ 30 °C
Vector group	DyllYll
LV / MV voltage	0.8 - 0.8 kV / 10 - 35 kV
Maximum input current at nominal voltage	2540 A * 2
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Tapping on HV	0, ±2*2.5%
Efficiency	≥99%
Cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Impedance	8% (±10%)
Oil type	Mineral oil (PCB free)
Winding material	Al (Option:Cu)
Insulation class	A
MV Switchgear	
Insulation type	SF6
Rate voltage	24 - 36 kV
Rate current	630 A
Internal arcing fault	IAC AFL 20kA/1s
Qty. of feeder	3 feeders
LV Panel	
Main switch specification	4000 A / 800 Vac / 3P, 2 pcs
Disconnecter specification	260 A / 800 Vac / 3P, 20 pcs
Fuse specification	400A / 800 Vac / 1P, 60 pcs
Protection	
AC input protection	FUSE+Disconnecter
Transformer protection	Oil-temperature, oil-level, oil-pressure
Relay protection	50/5I, 50N/5IN
LV overvoltage protection	AC Type II (optional: AC Type I + II)
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Approximate weight	22 T
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C

Fig. 7.2: Estratto di schede tecniche delle cabine per inverter

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Si riportano le verifiche della platea di fondazione delle cabine inverter.

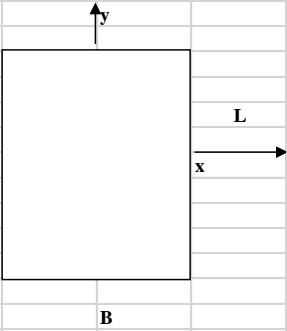
Dimensioni cabina [m]					
larghezza Lx	2.45	Lx < Ly			
lunghezza Ly	6.05				
larghezza copertura Lcopx	2.45				
larghezza copertura Lcopy	6.05				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	2.90				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.00				
larghezza Lx	2.90				
lunghezza Ly	6.50				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 macchina				220.00	1.45
G1 platea	7.50	18.85	=>	141.38	
	kN/mq	m		kN/mq	
Valore di riferimento neve	1.00	0.80	=>	0.8	
		mq		kN	
Carico per manutenzione	1.00	14.82	=>	14.82	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	2.00	2.90	5.80	5.80	
Risultante vento dir X	28.42	1.45	41.21		
Risultante vento dir Y	11.51	1.45		16.69	
			47.02	22.49	
Risultante sisma macchina	63.14	1.45	91.55		
			91.55		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	Mrib [kN m]
Risultante sisma macchina	63.14		1.75	110.50
				110.50
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G2 macchina	220.00	100%	1.45	319.00
G1 platea	141.38	100%	1.45	204.99
				523.99
		MSd/Mstab =	4.74	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma macchina			63.14	
			63.14	
	f	35	m	0.43
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G2 macchina	220.00	100%	94.90	
G1 platea	141.38	100%	60.98	
			155.88	
		FSd/Fstab =	2.47	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	Mrib [kN m]
Risultante vento copertura	2.00		3.20	6.40
Risultante vento dir X	28.42		1.75	49.74
				56.14
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G1 macchina	286.00	100%	1.45	414.70
G1 platea	183.79	100%	1.45	266.49
				681.19
		MSd/Mstab =	12.13	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			2.00	
Risultante vento dir X			28.42	
			30.42	
	f	35	m	0.43
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G1 macchina	286.00	100%	123.37	
G1 platea	183.79	100%	79.28	
			202.65	
		FSd/Fstab =	6.66	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a capacità portante per sisma:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.90	m		
L =	6.50	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
N =	361.38	kN		
Vx =	63.14	kN		
Vy =	18.94	kN		
Mxx =	33.15	kNm		
Myy =	110.50	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	22	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	65.9201	kN		
F/N =	0.18			
ex =	0.31	m	ey = 0.09 m	
B' =	2.29	m	L' = 6.32 m	
q = $\gamma' D$ =	5.55	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	16.88			
Nq =	7.82			
N γ =	7.13			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.07			
sq =	1.15			
s γ =	0.86			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.66	m =	1.73	
iq =	0.71			
i γ =	0.58			
qlim =	109	kN/m ²		
Nlim =	1 583	kN		
γR_3 =	2.30			
NRd = Nlim/ γR_3 =	688.1			
Fs = NRd / N =	1.90	ok		

6.3 Strutture della Stazione di Trasformazione “Utente” (SSEU)

La stazione utente sarà costituita da due sezioni, in funzione dei livelli di tensione: la parte di media tensione, contenuta all'interno delle cabine di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente.

6.3.1 Edificio sottostazione

Le dimensioni esterne dell'edificio sottostazione sono di 30,00 m x 7 m circa e sono state dedotte dalle esigenze dello spazio di sicurezza e di manovra delle apparecchiature e dalle specifiche tecniche richieste dai gestori della rete, che fanno uso di locali separati.

La struttura portante verticale è costituita da pilastri in calcestruzzo armato che sostengono la copertura a doppio solaio inclinato; un cordolo lega il tutto a livello della cornice di gronda.

L'edificio ospiterà al suo interno i quadri di MT con gli scomparti di arrivo/partenza linee dall'impianto fotovoltaico, dagli scomparti per alimentare il trasformatore BT/MT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni MT e dallo scomparto MT per il collegamento al trasformatore MT/AT, necessario per il collegamento RTN.

La cabine sarà consegnata dal fornitore complete dei relativi calcoli strutturali eseguiti nel rispetto della normativa vigente.

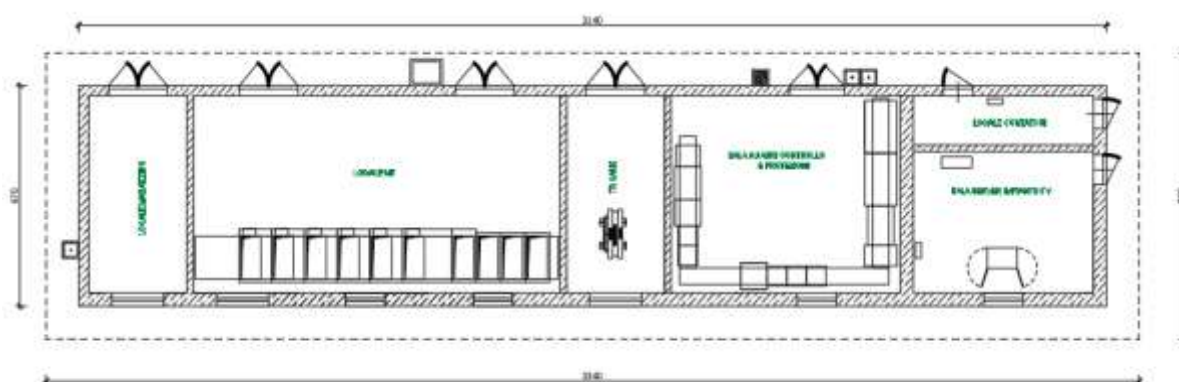


Fig. 7.5 – Pianta Sottostazione utente

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Si riportano le verifiche della fondazione:

Dimensioni cabina [m]					
larghezza Lx	6.70				
lunghezza Ly	31.40				
larghezza copertura Lcopx	7.10				
larghezza copertura Lcopy	31.80				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	3.40				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	7.70				
lunghezza Ly	32.40				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq	=>	kN	H appl. [m]
G1 + G2 copertura	6.50	225.78	=>	1467.57	3.40
G1 + G2 pareti e macchinari	2.00	210.38	=>	420.76	1.70
G1 platea	7.50	249.48	=>	1871.10	
	kN/mq	m	=>	kN/mq	
Valore di riferimento neve	1.00	0.80	=>	0.8	
		mq	=>	kN	
Carico per manutenzione	1.00	225.78	=>	225.78	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	30.48	3.90	118.87	118.87	
Risultante vento dir X	172.95	2.20	380.49		
Risultante vento dir Y	36.90	2.20		81.19	
			499.37	200.06	
Risultante sisma G1+G2 copertura	421.19	3.90	1642.65		
Risultante sisma cabina	120.76	2.20	265.67		
			1908.32		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante sisma G1+G2 copertura	421.19		4.20	1769.01
Risultante sisma cabina	120.76		2.50	301.90
				2070.90
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G2 copertura	1467.57	100%	3.85	5650.14
G1 + G2 pareti e macchinari	420.76	0%	3.85	0.00
G1 platea	1871.10	100%	3.85	7203.74
				12853.88
		MSd/Mstab =	6.21	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma G1+G2 copertura			421.19	
Risultante sisma cabina			120.76	
			541.95	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G2 copertura	1467.57	100%	439.36	
G1 + G2 pareti e macchinari	420.76	0%	0.00	
G1 platea	1871.10	100%	560.17	
			999.53	
		FSD/Fstab =	1.84	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura	30.48		4.20	128.02
Risultante vento dir X	172.95		2.50	432.38
				560.40
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
G1 + G2 copertura	1907.84	100%	3.85	7345.19
G1 + G2 pareti e macchinari	546.99	0%	3.85	0.00
G1 platea	2432.43	100%	3.85	9364.86
				16710.04
		MSd/Mstab =	29.82	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			20.32	
Risultante vento dir X			115.30	
			135.62	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
G1 + G2 copertura	1467.57	100%	439.36	
G1 + G2 pareti e macchinari	420.76	0%	0.00	
G1 platea	1871.10	100%	560.17	
			999.53	
		FSD/Fstab =	7.37	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a capacità portante per sisma in direzione X:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	8.1	m		
L =	13.25	m		
spessore ricoprimento	0.3	m		
spessore fondaz.	0.3	m		
D =	0.6	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
senza peso riempimento				
N =	3759.43	kN		
Vx =	541.95	kN		
Vy =	0	kN		
Mxx =	0	kNm		
Myy =	2070.90	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =				n
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	541.9507	kN		
F/N =	0.14			
ex =	0.55	m	ey =	0.00
B' =	7.00	m	L' =	13.25
q = $\gamma' D$ =	11.1	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.11			
sq =	1.37			
s γ =	0.79			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.77		m =	1.65
iq =	0.77			
i γ =	0.66			
qlim =	2 014	kN/m ²		
Nlim =	186 711	kN		
γR_3 =	2.3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	81178.8			
Fs = NRd / N =	21.59	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a capacità portante per sisma in direzione Y:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	8.1	m		
L =	13.25	m		
spessore ricoprimento	0.3	m		
spessore fondaz.	0.3	m		
D =	0.6	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
senza peso riempimento				
N =	3759.43	kN		
Vx =	0	kN		
Vy =	541.95	kN		
Mxx =	2070.90	kNm		
Myy =	0	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] = n				
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	541.9507	kN		
F/N =	0.14			
ex =	0.00	m	ey =	0.55
B' =	8.10	m	L' =	12.15
q = $\gamma' D$ =	11.1	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.13			
sq =	1.47			
s γ =	0.73			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.77		m =	1.60
iq =	0.78			
i γ =	0.67			
qlim =	2 183	kN/m ²		
Nlim =	214 820	kN		
γR_3 =	2.3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	93399.8			
Fs = NRd / N =	24.84	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

6.3.2 Sezionatore 3P

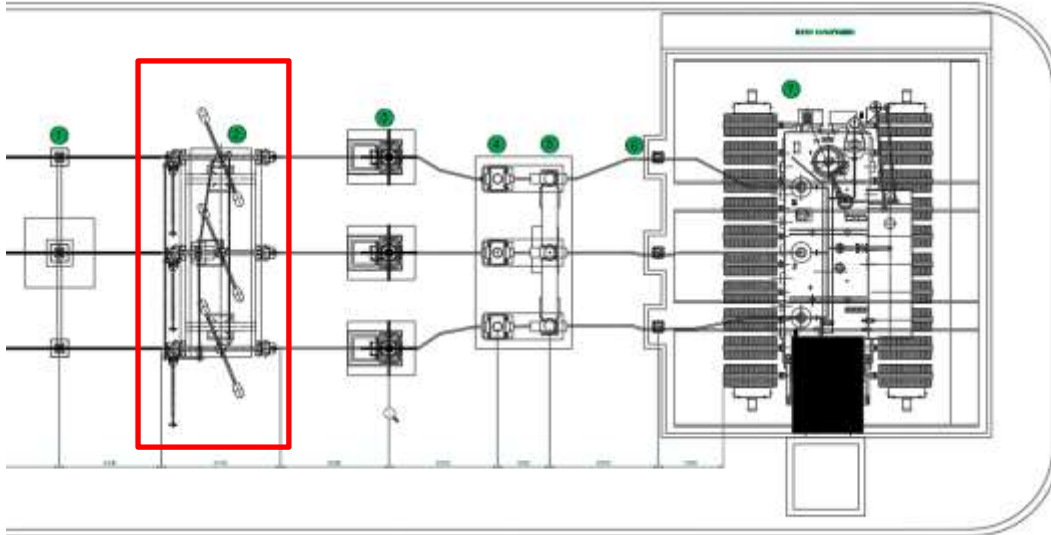


Fig.7.4: Fondazione del sezionatore 3P AT

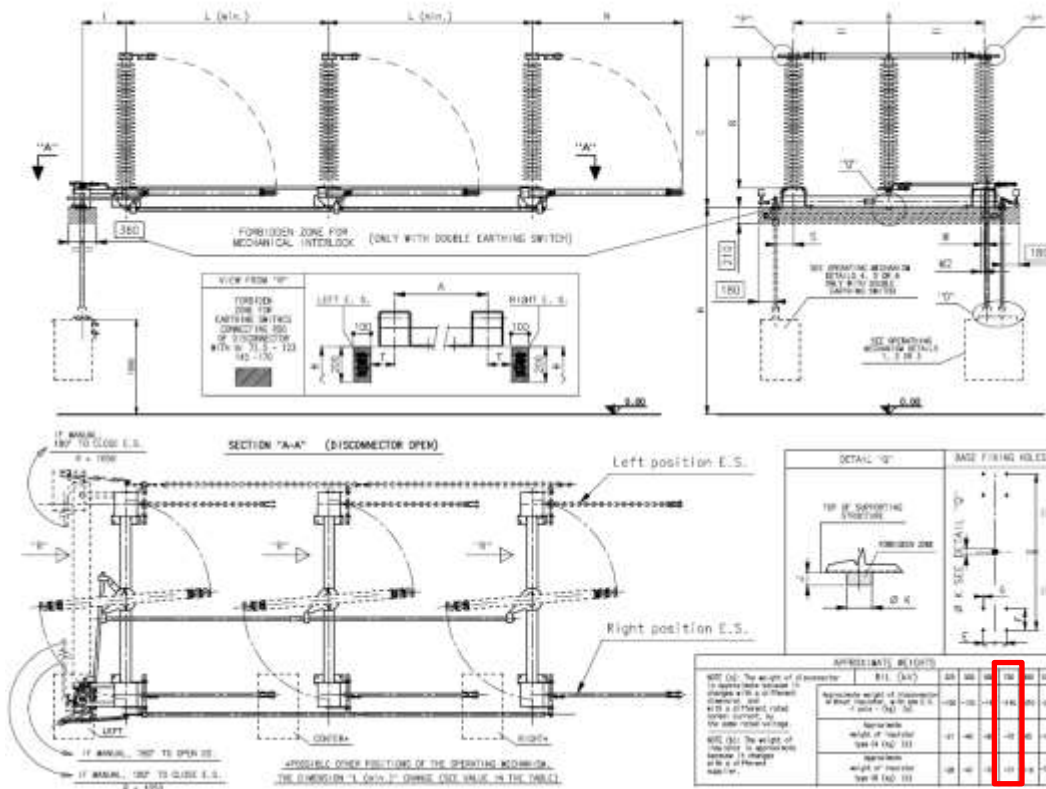


Fig.7.4: Caratteristiche del sezionatore 3P AT

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Si riportano le verifiche della fondazione:

Dimensioni [m]					
Altezza apparecchiature da piano campagna	3.50				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.40				
lunghezza Ly	4.80				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				6.90	3.50
G1 platea	7.50	6.72	=>	50.40	
G1 baggioli	12.50	1.92	=>	24.00	
G2 riempimento	8.00	4.80	=>	38.40	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura (superficie 1x5 m)	8.10	4.50	36.45		
Risultante vento su colonne (4 colonne b=0,3)	6.80	2.25	15.31		
			51.76		
Risultante sisma su macchinari	1.98	4.00	7.92		
			7.92		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante sisma su macchinari	1.98		4.30	8.52
				8.52
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	6.90	100%	0.70	4.83
G1 platea	50.40	100%	0.70	35.28
G1 baggioli	24.00	100%	0.70	16.80
G2 riempimento	38.40	0%	0.70	0.00
				56.91
		MSd/Mstab =	6.68	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma su macchinari			1.98	
			1.98	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	6.90	100%	2.07	
G1 platea	50.40	100%	15.09	
G1 baggioli	24.00	100%	7.19	
G2 riempimento	38.40	0%	0.00	
			24.34	
		FSD/Fstab =	12.29	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura (superficie 1x5 m)	8.10		4.80	38.88
Risultante vento su colonne (4 colonne b=0,3)	6.80		0.00	0.00
				38.88
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	8.97	100%	0.70	6.28
G1 platea	65.52	100%	0.70	45.86
G1 baggioli	31.20	100%	0.70	21.84
G2 riempimento	30.72	0%	0.70	0.00
				73.98
		MSd/Mstab =	1.90	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura (superficie 1x5 m)			8.10	
Risultante vento su colonne (4 colonne b=0,3)			6.80	
			14.90	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	8.97	100%	2.69	
G1 platea	65.52	100%	19.62	
G1 baggioli	31.20	100%	9.34	
G2 riempimento	30.72	0%	0.00	
			31.64	
		FSD/Fstab =	2.12	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica di portanza per vento:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	1.40	m		
L =	4.80	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto (amplificate)</u>				
N =	155.61	kN		
Vx =	14.90	kN		
Vy =	0.00	kN		
Mxx =	0.00	kNm		
Myy =	38.88	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	14.904	kN		
F/N =	0.10			
ex =	0.25	m	ey = 0.00 m	
B' =	0.90	m	L' = 4.80 m	
q = $\gamma' D$ =	5.55	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.04			
sq =	1.13			
s γ =	0.92			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.83	m =	1.84	
iq =	0.83			
i γ =	0.75			
qlim =	452	kN/m ²		
Nlim =	1 951	kN		
γR_3 =	2.3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	848.4			
Fs = NRd / N =	5.45	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica di portanza per sisma:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	1.40	m		
L =	4.80	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
N =	119.70	kN		
Vx =	1.98	kN		
Vy =	0.59	kN		
Mxx =	2.55	kNm		
Myy =	8.52	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³		peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	2.067494	kN		
F/N =	0.02			
ex =	0.07	m	ey =	0.02
B' =	1.26	m	L' =	4.76
q = $\gamma' D$ =	5.55	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.05			
sq =	1.19			
s γ =	0.89			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.97		m =	1.79
iq =	0.97			
i γ =	0.95			
qlim =	688	kN/m ²		
Nlim =	4 118	kN		
γR_3 =	2.3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	1790.4			

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

6.3.3 Interruttori tripolare AT+ trasformatore di corrente TA

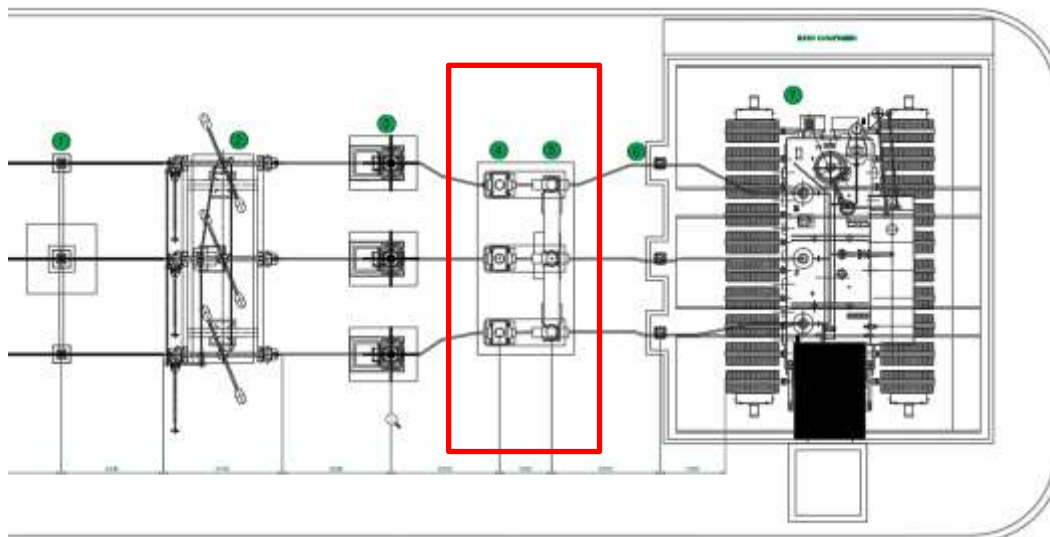


Fig.7.4: Fondazioni degli interruttori tripolari AT con trasformatore TA

Si riportano le verifiche della fondazione:

Dimensioni cabina [m]					
Altezza apparecchiature da piano campagna	4.60				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	2.20				
lunghezza Ly	4.40				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				20.50	4.60
G1 platea	7.50	9.68	=>	72.60	
G1 baggioli	12.50	0.96	=>	12.00	
G2 riempimento	8.00	8.72	=>	69.76	
				0.80	-0.40
					0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287				
Calcolo delle azioni					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura (superficie 2.8x3.6/2 m)	5.44	5.10	27.76		
Risultante vento su colonne (6 colonne b=0,3)	6.22	2.10	13.06		
			40.82		
Risultante sisma su macchinari	5.88	5.10	30.01		
			30.01		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per vento				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura (superficie 2.8x3.6/2 m)	5.44		5.40	29.39
Risultante vento su colonne (6 colonne b=0,3)	6.22		2.40	14.93
				44.32
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	20.50	100%	1.10	22.55
G1 platea	72.60	100%	1.10	79.86
G1 baggioli	12.00	100%	1.10	13.20
G2 riempimento	69.76	0%	1.10	0.00
				115.61
		MSd/Mstab =	2.61	> 1.0 OK
Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante sisma su macchinari	5.88		5.40	31.77
				31.77
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	20.50	100%	1.10	22.55
G1 platea	72.60	100%	1.10	79.86
G1 baggioli	12.00	100%	1.10	13.20
G2 riempimento	69.76	0%	1.10	0.00
				115.61
		MSd/Mstab =	3.64	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura (superficie 2.8x3.6/2 m)			5.44	
Risultante vento su colonne (6 colonne b=0,3)			6.22	
			11.66	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	20.50	100%	6.14	
G1 platea	72.60	100%	21.74	
G1 baggioli	12.00	100%	3.59	
G2 riempimento	69.76	0%	0.00	
			31.46	
		FSd/Fstab =	2.70	> 1.1 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma su macchinari			5.88	
			5.88	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	20.50	100%	6.14	
G1 platea	72.60	100%	21.74	
G1 baggioli	12.00	100%	3.59	
G2 riempimento	69.76	0%	0.00	
			31.46	
		FSd/Fstab =	5.35	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica della capacità portante per il vento:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.20	m		
L =	4.40	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.70	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto (amplificate)</u>				
N =	227.32	kN	con peso riempimento	
Vx =	11.66	kN	N =	174.86
Vy =	0.00	kN		
Mxx =	0.00	kNm	senza peso riempimento	
Myy =	44.32	kNm	N =	105.10
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	11.664	kN		
F/N =	0.05			
ex =	0.19	m	ey =	0.00
B' =	1.81	m	L' =	4.40
q = $\gamma' D$ =	12.95	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.08			
sq =	1.29			
s γ =	0.84			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.91		m =	1.71
iq =	0.91			
i γ =	0.87			
qlim =	1 090	kN/m ²		
Nlim =	8 682	kN		
γR_3 =	2.3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	3774.6			
Fs = NRd / N =	16.60	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica della capacità portante per il sisma:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.20	m		
L =	4.40	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
N =	174.86	kN		
Vx =	5.88	kN		
Vy =	1.77	kN		
Mxx =	9.53	kNm		
Myy =	31.77	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	6.142554	kN		
F/N =	0.04			
ex =	0.18	m	ey = 0.05 m	
B' =	1.84	m	L' = 4.29 m	
q = $\gamma' D$ =	5.55	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.09			
sq =	1.30			
s γ =	0.83			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.94	m =	1.70	
iq =	0.94			
i γ =	0.91			
qlim =	840	kN/m ²		
Nlim =	6 620	kN		
$\gamma R3$ =	2.3			
NRd = Nlim/ $\gamma R3$ =	2878.3			
Fs = NRd / N =	16.46	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

6.3.4 Scaricatori

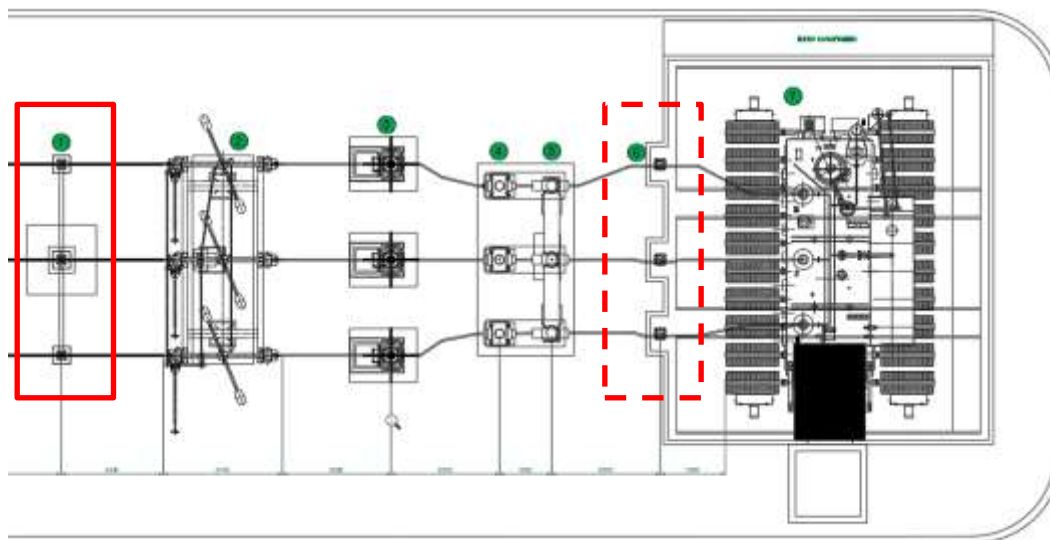


Fig.7.4: Fondazioni degli scaricatori

Si riportano le verifiche della fondazione:

Dimensioni [m]					
Altezza apparecchiature da piano campagna	5.75				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.60				
lunghezza Ly	1.60				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				3.00	5.75
G1 platea	7.50	2.56	=>	19.20	
G1 baggioli	12.50	0.48	=>	6.00	
G2 riempimento	8.00	2.08	=>	16.64	
				0.80	
	kN/mq	c _t		sopravento	
Valore di riferimento vento	0.50	1.80		0.72	
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]		Mrib [kN m]	
Risultante vento su colonna e apparecchiatura (b=0.25)	1.76	7.00		12.29	
				12.29	
Risultante sisma su macchinari	0.86	6.25		5.38	
				5.38	

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante sisma su macchinari	0.86		6.55	5.64
				5.64
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	3.00	100%	0.80	2.40
G1 platea	19.20	100%	0.80	15.36
G1 baggioli	6.00	100%	0.80	4.80
G2 riempimento	16.64	0%	0.80	0.00
				22.56
		MSd/Mstab =	4.00	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma su macchinari			0.86	
			0.86	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	3.00	100%	0.90	
G1 platea	19.20	100%	5.75	
G1 baggioli	6.00	100%	1.80	
G2 riempimento	16.64	0%	0.00	
			8.44	
		FSd/Fstab =	9.81	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento su colonna e apparecchiatura (b=0.25)	1.76		7.30	12.81
				12.81
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	3.00	100%	0.80	2.40
G1 platea	19.20	100%	0.80	15.36
G1 baggioli	6.00	100%	0.80	4.80
G2 riempimento	16.64	50%	0.80	6.66
				29.22
		MSd/Mstab =	2.28	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento su colonna e apparecchiatura (b=0.25)			1.76	
			1.76	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	3.90	100%	1.17	
G1 platea	24.96	100%	7.47	
G1 baggioli	7.80	100%	2.34	
G2 riempimento	13.31	0%	0.00	
			10.98	
		FSd/Fstab =	6.25	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica della capacità portante per il vento:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	1.60	m		
L =	1.60	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.70	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto (amplificate)</u>				
N =	58.29	kN		
Vx =	1.76	kN		
Vy =	0.00	kN		
Mxx =	0.00	kNm		
Myy =	12.81	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³		peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	1.755	kN		
F/N =	0.03			
ex =	0.22	m	ey =	0.00
B' =	1.16	m	L' =	1.60
q = $\gamma' D$ =	12.95	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.15			
sq =	1.51			
s γ =	0.71			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.95	m =	1.58	
iq =	0.95			
i γ =	0.92			
qlim =	958	kN/m ²		
Nlim =	1 778	kN		
γR_3 =	2.3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	773.1			
Fs = NRd / N =	13.26	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

6.3.5 Trasformatori induttivi TV

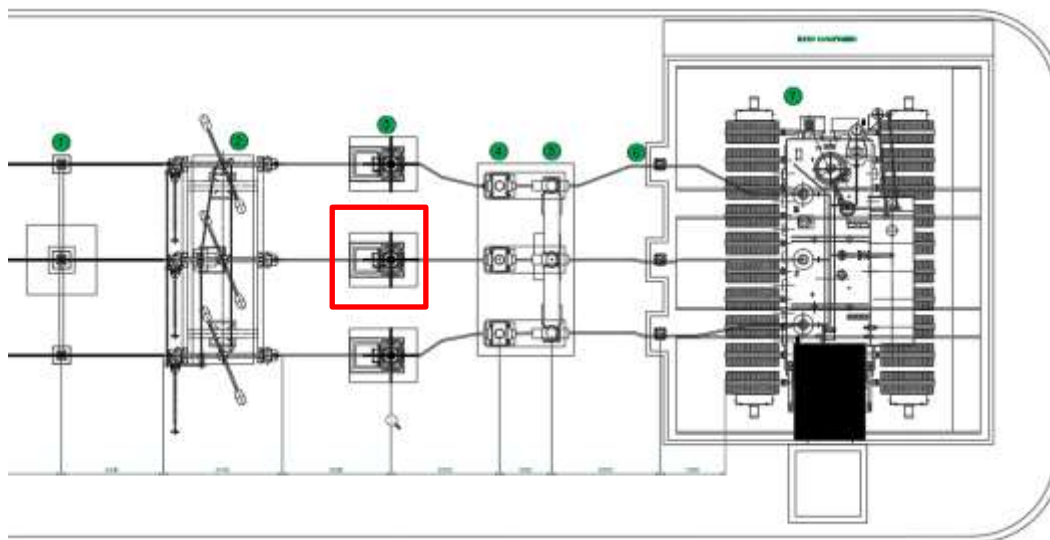


Fig.7.4: Fondazioni dei trasformatori induttivi TV

Si riportano le verifiche della fondazione:

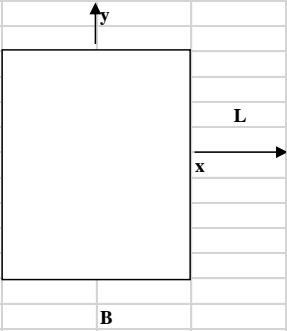
Dimensioni [m]					
Altezza apparecchiature da piano campagna	5.75				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.25				
lunghezza Ly	1.55				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				3.05	5.75
G1 platea	7.50	1.94	=>	14.53	
G1 baggioli	12.50	0.48	=>	6.00	
G2 riempimento	8.00	1.46	=>	11.66	
				0.80	
	kN/mq	c _t		sopravento	
Valore di riferimento vento	0.50	1.80		0.72	
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.287				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]		Mrib [kN m]	
Risultante vento su colonna e apparecchiatura (b=0.25)	1.76	7.00		12.29	
				12.29	
Risultante sisma su macchinari	0.88	6.25		5.47	
				5.47	

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante sisma su macchinari	0.88		6.55	5.73
				5.73
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	3.05	100%	0.63	1.91
G1 platea	14.53	100%	0.63	9.08
G1 baggioli	6.00	100%	0.63	3.75
G2 riempimento	11.66	0%	0.63	0.00
				14.74
		MSd/Mstab =	2.57	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma su macchinari			0.88	
			0.88	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	3.05	100%	0.91	
G1 platea	14.53	100%	4.35	
G1 baggioli	6.00	100%	1.80	
G2 riempimento	11.66	0%	0.00	
			7.06	
		FSd/Fstab =	8.07	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento su colonna e apparecchiatura (b=0.25)	1.76		7.30	12.81
				12.81
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	3.05	100%	0.63	1.91
G1 platea	14.53	100%	0.63	9.08
G1 baggioli	6.00	100%	0.63	3.75
G2 riempimento	11.66	50%	0.63	3.64
				18.38
		MSd/Mstab =	1.43	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento su colonna e apparecchiatura (b=0.25)			1.76	
			1.76	
	f	25	m	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	3.97	100%	1.19	
G1 platea	18.89	100%	5.66	
G1 baggioli	7.80	100%	2.34	
G2 riempimento	9.33	0%	0.00	
			9.18	
		FSd/Fstab =	5.23	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica della capacità portante per il vento:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	1.25	m		
L =	1.55	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.70	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto (amplificate)</u>				
N =	45.81	kN		
Vx =	1.76	kN		
Vy =	0.00	kN		
Mxx =	0.00	kNm		
Myy =	12.81	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18.5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m ³		
γ_2 =	18.5	kN/m ³		
γ_2' =	18.5	kN/m ³		
ϕ =	35	°		
c' =	0	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	1.755	kN		
F/N =	0.04			
ex =	0.28	m	ey = 0.00 m	
B' =	0.69	m	L' = 1.55 m	
q = $\gamma' D$ =	12.95	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	46.12			
Nq =	33.30			
N γ =	48.03			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1.09			
sq =	1.31			
s γ =	0.82			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0.93	m =	1.69	
iq =	0.94			
i γ =	0.90			
qlim =	757	kN/m ²		
Nlim =	810	kN		
γR_3 =	2.3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	352.2			
Fs = NRd / N =	7.69	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

6.3.6 Vasca trasformatore da 875 kN

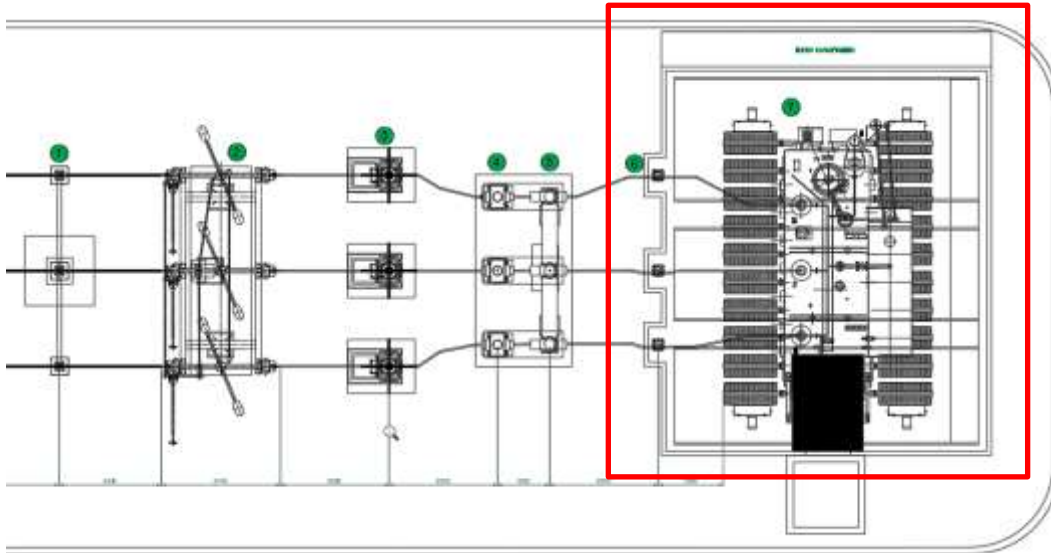


Fig.7.4: Fondazioni del trasformatore

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

DATI ELETTRICI

Potenza nominale:	50000 / 60000	kVA
Servizio:	Distribuzione	
Numero fasi:	3	
Numero avvolgimenti per fase:	2	
Raffreddamento:	ONAN / ONAF	
Fn:	50	Hz
Tensione primaria a vuoto:	150	kV
Tipo regolazione primario:	OLTC	
Regolazione primario:	±10x1.5%	
Tensione secondaria a vuoto:	30000	V
Gruppo vettoriale:	YNd11	
Livello d'isolamento al I°:	170/325/750	kV
Livello d'isolamento al II°:	36 / 70 / 170	kV
Classe d'isolamento I°/II°:	A / A	
Materiale avvolgimento I°/II°:	Cu / Cu	
Grado di protezione isolatori I°:	IP00	
Grado di protezione isolatori II°:	IP00	
Temperatura ambiente [MIN / MAX]:	-25/+40	°C
Sovr. olio / avv.:	60 / 65	°C
Altitudine installazione:	<=1000	mt
Installazione:	Esterna	
Po a 1 Vn:	24500	W
Pcc a 75°C e Sn:	244000	W
Vcc a 75°C e Sn:	14	%
PEI:	>= 99,742 (Fase 2)	%
Io a 1 Vn:	0,3	%
Lp(A) at 1mt:	65 in ONAN / 75 a 2m in ONAF	dB(A)
Verniciatura / Colore:	C3-M / RAL 7033 - Accessori elettrici e meccanici (valvole, ventilatori, cassette ausiliari etc) resteranno con la tonalità originale di colore	
Tipo carpenteria:	Cassa con radiatori	
Tipo olio:	Non inibito LIBRA	
Dimensioni trasformatore (LxWxH):	7400 x 3900 x 5700	mm
Peso trasformatore:	87300	kg
Peso olio:	24000	kg
Parte estraibile:	44000	kg



Fig.7.4 - Scheda tecnica del trasformatore

La vasca del trasformatore deve avere un volume tale da raccogliere l'olio del trasformatore in caso di perdita, con un margine di sicurezza di almeno il 20%;

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

considerando che il trasformatore contiene 24'000 kg di olio (con densità pari a 0.90 kg/lt), la capienza minima della vasca deve essere di circa 27 mc.

Il trasformatore poggia su due muretti al centro della vasca, che trasferiscono il carico alla platea di fondazione, coinvolgendo anche la rigidità delle pareti laterali della vasca.

Intorno al trasformatore il piano di calpestio è costituito da pannelli in grigliato elettrosaldato, per consentire il transito per operazioni di manutenzione e lasciare la possibilità dello sversamento dell'olio del trasformatore nella vasca in caso di perdite.

I pannelli in grigliato sono poggiati sulle pareti laterali della vasca e su muretti rompitratta, ed hanno una luce di calcolo massima pari a 1.55 m.

Si prescrive l'utilizzo di un grigliato di portata analoga al grigliato Orsogril Potissimum Edilizia 50x25 sp. 4mm (peso circa 70 kg/mq) o equivalente, che per la luce di calcolo garantisce una portata di circa 1.10 kN/mq equivalente a portata 0.60 kN/mq con luce pari a 2175 mm).

BARRA PORTANTE		BARRA TRASVERSALE	N. barre portanti	ANTITACCO		ANTISFERA		EDILIZIA	
H	S	L		Maglia					
mm	mm	mm		kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
25	2	998	67	25,2	-	18,0	18,4	15,8	
30	2	998	47	30,1	-	21,5	-	18,9	
40	2	998	47	40,1	-	-	-	25,0	
25	3	999	41	38,1	-	-	-	23,6	
30	3	999	41	45,7	-	32,2'	-	28,2	
40	3	999	41	61,0	-	-	-	37,6	
50	3	999	41	76,2	-	-	-	46,9	
60	3	999	41	92,4	-	-	-	57,1	
70	3	999	41	107,8	-	-	-	66,5	
80	3	999	41	123,2	-	-	-	-	
40	4	1000	41	-	-	57,6	-	50,4	
50	4	1000	41	-	-	72,0	-	63,0	
60	4	1000	41	-	-	87,2	-	76,3	
70	4	1000	41	-	-	101,8	-	89,0	

Fig.7.4 - Caratteristiche grigliati

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

BARRA PORTANTE mm		INTERASSE BARRE PORTANTI mm							
		11 mm	15 mm	22 mm	25 mm	30 mm	34 mm	44 mm	66 mm
20 x 2	luce netta	1129	1045	933	894	842	807	741	633
	freccia	5,00	5,00	4,65	4,46	4,21	4,02	3,70	2,96
25 x 2	luce netta	1335	1235	1123	1087	1039	1007	926	792
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,62	3,71
30 x 2	luce netta	1531	1417	1287	1247	1191	1154	1082	950
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,44
40 x 2	luce netta	1900	1758	1597	1547	1478	1432	1343	1214
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
25 x 3	luce netta	1478	1367	1242	1203	1150	1114	1045	926
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,62
30 x 3	luce netta	1694	1568	1425	1380	1318	1278	1198	1082
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
40 x 3	luce netta	2102	1945	1768	1712	1636	1585	1486	1343
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
50 x 3	luce netta	2485	2300	2090	2024	1934	1874	1757	1588
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
60 x 3	luce netta	2850	2637	2396	2321	2217	2149	2015	1821
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
70 x 3	luce netta	3199	2960	2690	2605	2489	2412	2262	2044
	freccia	5,00	5,00	5,00	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00
80 x 3	luce netta	3536	3272	2973	2880	2751	2667	2500	2259
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
30 x 4	luce netta	1821	1685	1531	1483	1417	1373	1287	1163
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
40 x 4	luce netta	2259	2090	1900	1840	1758	1704	1597	1443
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
50 x 4	luce netta	2671	2471	2246	2175	2078	2014	1888	1706
	freccia	5,00	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
60 x 4	luce netta	3062	2834	2575	2494	2383	2309	2165	1956
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
70 x 4	luce netta	3437	3181	2890	2800	2675	2592	2430	2196
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Fig.7.4 - Tabelle di portata grigliati

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifiche per la fondazione:

Dimensioni trasformatore [m]					
Altezza baricentro da piano campagna	3,00				
Dimensioni platea [m]					
larghezza Lx	7,40				
lunghezza Ly	8,75				
spessore	0,30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				873,00	3,00
G1 platea	7,50	64,75	=>	485,63	
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	22,50	12,68	=>	285,30	
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.95 m)	22,50	16,88	=>	379,89	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	15,00	6,33	=>	94,97	
G2 grigliati	0,95	58,45	=>	55,53	
Q su grigliati	11,00	58,45	=>	642,95	
				0,80	-0,40
					0,10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0,50	1,80	0,72	-0,36	0,09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0,287				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Ris. vento su trasformatore (sup. 5.50x3.55) dir X	31,63	2,73	86,19		
			86,19		
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x3.55) dir Y	35,66	2,73	97,16		
			97,16		
Risultante sisma su trasformatore	250,55	3,95	989,68		
			989,68		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica a ribaltamento per sisma				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante sisma su macchinari	250,55		4,25	1064,84
				1064,84
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	873,00	100%	3,70	3230,10
G1 platea	485,63	100%	3,70	1796,81
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	285,30	100%	3,70	1055,61
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.95 m)	379,89	100%	3,70	1405,59
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	94,97	100%	3,70	351,40
G2 grigliati	55,53	0%	3,70	0,00
				7839,51
		MSd/Mstab =	7,36	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per sisma				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante sisma su macchinari			250,55	
			250,55	
	f	25	m	0,30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	873,00	100%	261,36	
G1 platea	485,63	200%	290,77	
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	285,30	300%	256,24	
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.95 m)	379,89	400%	454,93	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	94,97	100%	28,43	
G2 grigliati	55,53	0%	0,00	
			1291,73	
		FSD/Fstab =	5,16	> 1.1 OK
Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 5.50x3.55) dir X	31,63		3,03	95,68
				95,68
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	1134,90	100%	3,70	4199,13
G1 platea	631,31	100%	3,70	2335,86
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	370,89	200%	3,70	2744,59
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.95 m)	493,86	300%	3,70	5481,81
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	75,98	400%	3,70	1124,47
G2 grigliati	44,42	0%	3,70	0,00
				15885,86
		MSd/Mstab =	166,03	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 5.50x3.55) dir X			31,63	
			31,63	
	f	25	m	0,30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	Fstab [kN m]	
Peso macchinari	1134,90	100%	339,77	
G1 platea	631,31	100%	189,00	
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	370,89	100%	111,04	
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.95 m)	493,86	100%	147,85	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	75,98	100%	22,75	
G2 grigliati	44,42	0%	0,00	
			810,40	
		FSD/Fstab =	25,62	> 1.1 OK

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica della capacità portante per il vento:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	7,40	m		
L =	8,75	m		
spessore ricoprim	0	m		
spessore fondaz	0,30	m		
D =	0,30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto (amplificate)</u>				
N =	3791,03	kN		
Vx =	31,63	kN		
Vy =	0,00	kN		
Mxx =	0,00	kNm		
Myy =	95,68	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18,5	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18,5	kN/m ³		
γ_2 =	18,5	kN/m ³		
γ_2' =	18,5	kN/m ³		
ϕ =	25	°		
c' =	7	kN/m ²		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	31,6305	kN		
F/N =	0,01			
ex =	0,03	m	ey = 0,00 m	
B' =	7,35	m	L' = 8,75 m	
q = $\gamma' D$ =	5,55	kN/m ²		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
Nc =	20,72			
Nq =	10,66			
N γ =	10,88			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
sc =	1,17			
sq =	1,39			
s γ =	0,66			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
ic =	0,99	m =	1,54	
iq =	0,99			
i γ =	0,98			
qlim =	732	kN/m ²		
Nlim =	47.056	kN		
γR_3 =	2,3			
NRd = Nlim/ γR_3 =	20459,0			
Fs = NRd / N =	5,40	ok		

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE TRACKER E
FONDAZIONI CABINE

Verifica della capacità portante per il sisma:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				STR02
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	7,40	m		
L =	8,75	m		
spessore ricoprim	0	m		
spessore fondaz	0,30	m		
D =	0,30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
N =	2174,32	kN		
Vx =	250,55	kN		
Vy =	75,17	kN		
Mxx =	319,45	kNm		
Myy =	1064,84	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	n			
γ =	18,5	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18,5	kN/m3		
γ_2 =	18,5	kN/m3		
γ_2' =	18,5	kN/m3		
ϕ =	25	°		
c' =	7	kN/m2		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	261,5829	kN		
F/N =	0,12			
e_x =	0,49	m	e_y =	0,15
B' =	6,42	m	L' =	8,46
$q = \gamma' D$ =	5,55	kN/m2		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N_c =	20,72			
N_q =	10,66			
N_γ =	10,88			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s_c =	1,15			
s_q =	1,35			
s_γ =	0,70			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i_c =	0,85		m =	1,57
i_q =	0,87			
i_γ =	0,79			
q_{lim} =	567	kN/m2		
N_{lim} =	30.801	kN		
γR_3 =	2,3			
$NR_d = N_{lim} / \gamma R_3$ =	13391,7			
$F_s = NR_d / N$ =	6,16	ok		

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.