



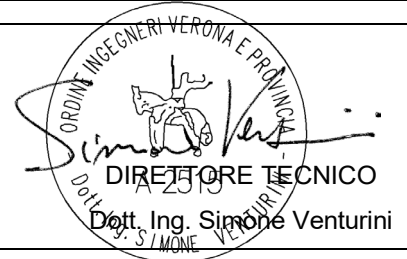
**PROGETTAZIONE DEFINITIVA E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
PER RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA  
DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 40 MW  
IN ZONA INDUSTRIALE DI PRATO SARDO NEL COMUNE DI NUORO (NU)**

# PROGETTO DEFINITIVO

**NUORO  
SOLAR** 

COMMITTENTE:

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI**


ELABORATO n°:  
BI029F-D-NUO-RT-10-r00

NOME FILE:

SCALA: ----


DATA: Giugno 2023

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	Giugno 2023	Prima Emissione	A. Perlini	M. Sandri	S. Venturini
	01					
	02					
	03					
04						

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 1
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
1.1. <i>Descrizione delle cabine e degli elenti della sottostazione</i> .....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
3.1. <i>Conglomerato cementizio C30/37, per le strutture di fondazione</i> .....	6
3.2. <i>Conglomerato cementizio C12/15, per magrone di fondazione</i> .....	6
3.3. <i>Acciaio B450C per barre ad aderenza migliorata</i> .....	6
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE.....	7
5. IPOTESI DI CALCOLO.....	9
5.1. <i>Vita nominale e periodo di ritorno per il calcolo delle azioni</i> .....	9
5.2. <i>Parametri per la definizione dell'azione sismica</i> .....	9
5.2.1. Parametri di pericolosità sismica.....	10
5.2.2. Coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.....	12
5.3. <i>Parametri e ipotesi per la definizione dell'azione vento</i> .....	12
6. ANALISI DEI CARICHI.....	13
6.1. <i>Carichi permanenti (G2)</i> .....	13
6.2. <i>Azione del vento (Qv)</i> .....	13
6.2.1. Definizione del sito.....	13
6.2.2. Velocità di riferimento in condizioni di riposo (alfa = 5°).....	14
6.2.3. Velocità di riferimento in condizioni di lavoro (alfa = 60°).....	15
6.2.4. Coefficiente di esposizione (ce).....	15
6.2.5. Coefficienti aerodinamici per edifici.....	17
6.3. <i>Azione della neve (Qn)</i> .....	17
6.4. <i>Azione termiche (Qt)</i> .....	19
7. COMBINAZIONE DI CARICO.....	20
8. VERIFICHE GEOTECNICHE.....	22
8.1. <i>Strutture di fondazione cabine di campo</i> .....	22
8.1. <i>Strutture di fondazione armadio power converter</i> .....	26
8.2. <i>Strutture di fondazione trafo Juppiter 9000-6000-3000)</i> .....	30
8.3. <i>Strutture della stazione di trasformazione utente (SSEU)</i> .....	34
8.3.1. Edificio sottostazione.....	34
8.3.1. Interruttore AT + trasformatore TA.....	38
8.3.2. Trasformatore TV.....	43
8.3.1. Sezionatore tripolare.....	47
8.3.1. Terminale cavi.....	51
8.3.1. Vasca trasformatore.....	55


	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 2
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 - Ubicazione impianto fotovoltaico in Comune di Nuoro con relativo cavidotto di collegamento alla SSEU .....	3
<i>Figura 6.1 – Andamento del coefficiente <math>C_e</math> in funzione dell'altezza dal suolo.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6.2 – Andamento del coefficiente <math>C_{pe}</math> per edifici a pianta rettangolare .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 8.1 – Prospetto e particolari tipologici della fondazione prefabbricata.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8.2 – Pianta platea, assonometria e dati tecnici armadio power converter. ....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8.3 – Planimetria, assonometria e sezioni della fondazione dei trasformatori tipo Juppiter. ....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 8.4 – Prospetti, planimetria e sezione della cabina della sottostazione. ....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 8.5 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 8.6 – Dati tecnici interruttore tripolare AT. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 8.7 – Dati tecnici trasformatore TA. ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 8.8 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 8.9 – Dati tecnici trasformatore TV. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 8.10 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente. ....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8.11 – Dati tecnici sezionatore tripolare.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8.12 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 8.13 – Dati tecnici sezionatore tripolare.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 8.14 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 8.15 – Sezioni vasca trasformatore. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 8.16 – Dati tecnici trasformatore. ....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 8.17 – Caratteristiche dei grigliati. ....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 8.18 – Tabelle di portata dei grigliati. ....</i>	<i>58</i>

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento per pannelli e cavidotto .....	8
Tabella 2 – Parametri di pericolosità sismica per SLV (TR = 332 anni) .....	12
Tabella 3 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU .....	21
Tabella 4 - Coefficienti $\Psi$ per le azioni variabili.....	21

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 3
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare da realizzarsi nel territorio comunale di Nuoro, in prossimità della zona industriale di Prato Sardo, il presente documento costituisce la relazione di calcolo dei sostegni dei trackers.

Trattasi di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 685 Wp montati su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio per una potenza nominale di circa 42 MWp. L'impianto sarà installato in parte in aree di tipo industriale e in parte ad uso agricolo, uniformando la distanza interfilare come se la zona fosse esclusivamente agricola.

Morfologicamente è un contesto collinare con quote comprese tra circa 500-600 m slm che rimane circa 5 Km a NW rispetto all'abitato di Nuoro. In Figura 1.1 l'ubicazione dell'area in studio su una corografia a grande scala.

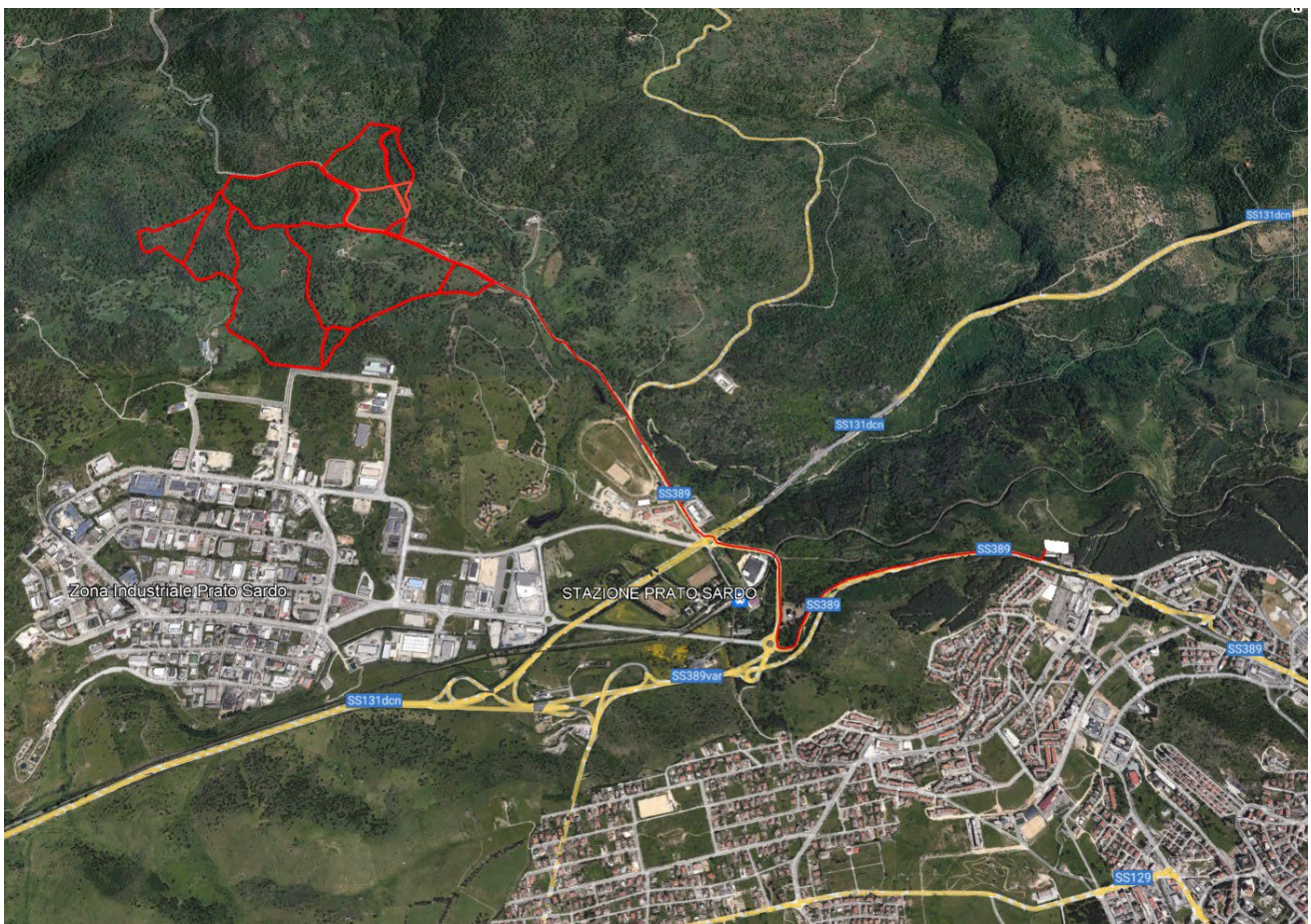



Figura 1.1 - Ubicazione impianto fotovoltaico in Comune di Nuoro con relativo cavidotto di collegamento alla SSEU

	Rev. 0	Data Giugno 2023	EI: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 4
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Tutta l'energia prodotta verrà ceduta alla rete; l'impianto sarà inoltre dotato di un sistema di accumulo energetico a batterie. L'energia sarà convogliata all'interno dell'area d'impianto attraverso una rete di cavi interrati a bassa e media tensione collegati ad una serie di cabine MT/BT di campo, e successivamente alla sottostazione elettrica lato utente (SSEU) posta alla periferia di Nuoro ad una distanza di circa 4 Km.

L'impianto è stato studiato considerando le esigenze della pubblica utilità delle opere e dei privati potenzialmente interferiti cercando in particolare di:


- minimizzare l'interferenza con zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- minimizzare l'interessamento di aree soggette a potenziale dissesto geomorfologico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della fornitura di energia;
- favorire il regolare esercizio e la manutenzione dell'impianto.

Tutte le componenti di impianto sono progettate per un periodo di vita nominale di almeno 30 anni, durante i quali alcune parti o componenti potranno essere sostituite. A fine vita utile, si prevede lo smantellamento dell'impianto ed il ripristino delle condizioni preesistenti in tutta l'area.

### **1.1. Descrizione delle cabine e degli elenti della sottostazione**

Dalle cabine MT/BT di campo complete di quadri elettrici di BT e di MT, trasformatore MT/BT, connessioni l'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico e/o rilasciata dal sistema di accumulo, verrà trasportata verso la Sottostazione Elettrica lato utente 30/150kV a circa 4km di distanza per il tramite di cavi a 30kV.


Dalla SSE partirà una terna di cavi AT a 150kV verso la SE e-distribuzione "Biscollai" alla quale sarà collegata secondo quanto previsto nella soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciata da Terna.

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 5
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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”;
- CNR-DT 207 R1/2018: “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- Eurocodice 1 “Actions on structures”;
- Eurocodice 3 “Design of steel structures” - EN 1993-1-1;
- Eurocodice 7 “Geotechnical design”;
- Raccomandazioni sui pali di fondazione – Associazione Geotecnica Italiana – dicembre 1984.

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 6
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le fondazioni di cabine, trasformatore e componenti della sotto stazione:

#### 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:  $E_s = 210000 \text{ MPa}$

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 7
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Le indagini eseguite in buona coerenza con la documentazione bibliografica hanno evidenziato la presenza delle seguenti unità stratigrafico geotecniche:

- AR: granito arenizzato composto da sabbia e ghiaia da molto addensata a debolmente cementata. Può comprendere una sottile ed irregolare coltre superficiale di natura colluviale. Spessore variabile fra 1 e 6,5 m, con valore medio di 3,5 m circa;
- MZG. Monzograniti francamente lapidee da fratturate a poco fratturate.


Le tabelle seguenti riepilogano, al di sotto di una coltre di terreno vegetale a matrice sabbiosa potente circa 0,4-0,5 m, la caratterizzazione dei terreni attesi in corrispondenza delle aree d'installazione dei pannelli e del cavidotto come risulta dall'insieme delle informazioni disponibili.

La cartografia geologica, gli esiti delle indagini e dei rilievi in sito hanno restituito, nell'ambito dell'intervento, una situazione di sostanziale omogeneità per effetto della quale è stato possibile proporre una caratterizzazione unica.

La simbologia cui si è fatto riferimento è la seguente:

$\gamma$ = peso di volume naturale del terreno	[kN/m <sup>3</sup> ]
$I_p$ = Indice di plasticità	[%]
OCR = Over Consolidation Ratio	[-]
$D_r$ = densità relativa	[%]
$\varphi'$ = 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]
$\nu$ = coefficiente di Poisson	[-]
$K$ = permeabilità	[m/s]



	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 8
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

**Tabella 1 – Modello stratigrafico e geotecnico di riferimento per pannelli e cavidotto**

Pannelli e cavidotto												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	IP	OCR	Dr (%)	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)	Suolo di fondazione
AR	3,5	Materiale detritico colluviale o granito arenetizzato	20,5	-	-	95	0	38	-	50	1,00E-04	B
MZG	>1	Monzograniti da fratturate a molto fratturate	26	-	-	-	100	40	-	1000	1,00E-08	
Falda: Modesta profondità stagionale, circa 1-3 m da p.c., localmente anche inferiore												

La falda, come indicato in tabella e come risulta dalle misure sui piezometri installati, almeno stagionalmente ha una soggiacenza modesta che può essere valutata fra circa 1-3 m da p.c.; localmente laddove la superficie topografica è più depressa, e/o a seguito di eventi meteorici intensi, tale soggiacenza potrebbe risultare localmente minore. E' anche possibile che a seguito di periodi siccitosi tale falda si deprima sensibilmente sino ad annullarsi, o limitarsi a sacche più o meno isolate.

Essendo lo spessore del primo strato AR fortemente variabile, nel calcolo che segue si ipotizza che i sostegni interessino unicamente tale spessore.

Tuttavia la natura dello strato più profondo di origine litoide, suggerisce di eseguire prima dell'infissione dei sostegni una perforazione con martello fondo-foro di piccolo diametro e il riempimento del foro con materiale granulare proveniente dallo scavo o da cava.

## 5. IPOTESI DI CALCOLO

### 5.1. Vita nominale e periodo di ritorno per il calcolo delle azioni

La vita nominale di progetto della struttura è assunta pari a:

$$V_N = 25 \text{anni.}$$

Il periodo di ritorno per il calcolo delle azioni ambientali (Vento e Neve) sono assunti pari a:

$$T_R = 50 \text{anni.}$$

Il periodo di ritorno dei sovraccarichi e delle azioni climatiche agenti sulla costruzione non è infatti correlato alla vita nominale di progetto delle opere.

Per le azioni ambientali il periodo di riferimento è da assumersi sempre pari a 50anni tranne per le verifiche nelle fasi costruttive, per le quali si può considerare un periodo di ritorno diverso (rif. C2.4.1 della Circolare 21/01/2019 n.7).

### 5.2. Parametri per la definizione dell'azione sismica

Come definito al punto 2.4.3 delle Norme Tecniche 20018, le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U$$

La vita nominale è assunta pari a  $V_N = 25$  anni, mentre il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso, dalla tabella 2.4.II delle Norme Tecniche:

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

Nel caso in esame, essendo la classe d'uso = I (*Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli*), tale coefficiente vale  $C_U = 0,7$  e quindi il periodo di riferimento per il calcolo dell'azione sismica è:

$$V_R = \max (35 \text{anni}; V_N \times C_U = 25 \times 0,7 = 17,5 \text{anni}) = \mathbf{35 \text{anni}}$$

### 5.2.1. Parametri di pericolosità sismica

In generale l'azione sismica è definita sul sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

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

Tali valori sono calcolati per il territorio italiano peninsulare come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Per le isole si fa invece riferimento alla Tabella 2 dell'Allegato B alle norme tecniche per le costruzioni.

In particolare nella Tabella 2, per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri, vengono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  (costanti su tutto il territorio di ciascuna isola) per diversi tempi di ritorno dell'azione sismica.


L'accelerazione al sito  $a_g$  è espressa in g/10;  $F_0$  è adimensionale,  $T_C^*$  è espresso in secondi.

TABELLA 2: Valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, <b>Sardegna</b> , Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alliudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 11
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

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

Considerando lo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**, la probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$  vale:

$$P_{VR} = 10\% \text{ per SLV}$$

Quindi per  $T_R = 35$  anni si ottiene:

$$\mathbf{TR = 332 \text{ anni}}$$

Qualora la attuale pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e alla  $P_{VR}$  fissate, il valore del generico parametro  $p(a_g, F_0, T^*c)$  ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai  $TR$  previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[ \log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

nella quale:

- $p$  è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno  $TR$  desiderato;
- $T_{R1}$ ,  $T_{R2}$  sono i periodi di ritorno più prossimi a  $T_R$  per i quali si dispone dei valori  $p_1$  e  $p_2$  del generico parametro  $p$ .

Eseguendo l'interpolazione fra  $T_{R1}=201$ anni e  $T_{R2}=475$ anni si ottengono i seguenti parametri di pericolosità sismica per lo SLV -  $T_R=332$ anni:

**Tabella 2 – Parametri di pericolosità sismica per SLV (TR = 332 anni)**

Isola	T <sub>R</sub>	ag/g	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> *
Sardegna	332	<b>0,045</b>	2,85	0,332

### 5.2.2. Coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica

Per la definizione dell'azione sismica di progetto occorre determinare anche il coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:

$$S = S_S \times S_T$$

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_S$  ed il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  si ottengono con riferimento alla categoria del sottosuolo e alle condizioni topografiche, secondo le tabelle 3.2.IV e 3.2.V delle Norme Tecniche.

Considerando la categoria di suolo B e la categoria topografica = T2 (*Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$* ) si ottiene:

$$S_S = 1,20; S_T = 1,20 \quad \text{da cui: } S = 1,20 \times 1,20 = 1,44$$

### 5.3. Parametri e ipotesi per la definizione dell'azione vento


Per il calcolo dell'azione del vento si fa riferimento ai seguenti dati:

**Zona = 5** (Sardegna parte orientale).

**Classe di rugosità del terreno = D** (*aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innestate o ghiacciate, ...)*)

Distanza dal mare > 30km e altitudine compresa tra 500 e 750m s.l.m., da cui:

**Categoria di esposizione = III**

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 13
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1. Carichi permanenti (G2)

I carichi permanenti di cabine ed elementi della sottostazione sono valutati in base ai valori indicati nelle schede dei fornitori ed alle dimensioni delle componenti strutturali.

### 6.2. Azione del vento (Qv)

L'azione del vento è valutata con riferimento al par. 3.3 del D.M. 17 gennaio 2018, alla relativa circolare applicativa e alle CNR-DT 207/2018 - *Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni*.

#### 6.2.1. Definizione del sito

Il sito di intervento si trova in comune di Nuoro, nella parte orientale della Sardegna ricompresa nella **ZONA 5** (Figura 3.3.1 delle NTC2018).

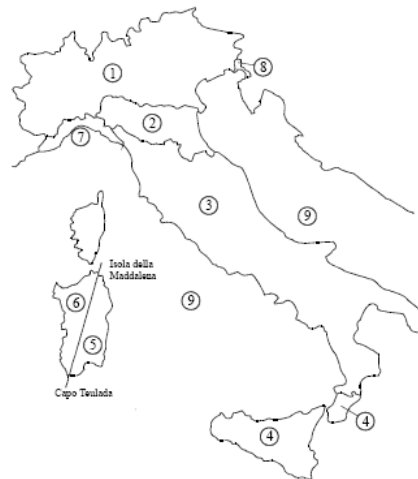


Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

L'**altitudine** massima del sito è **as = 570 m s.l.m.**

La **classe di rugosità del terreno** è **D** (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, ...))

La **categoria di esposizione** è la **III** (vedi figura riportata qui di seguito).

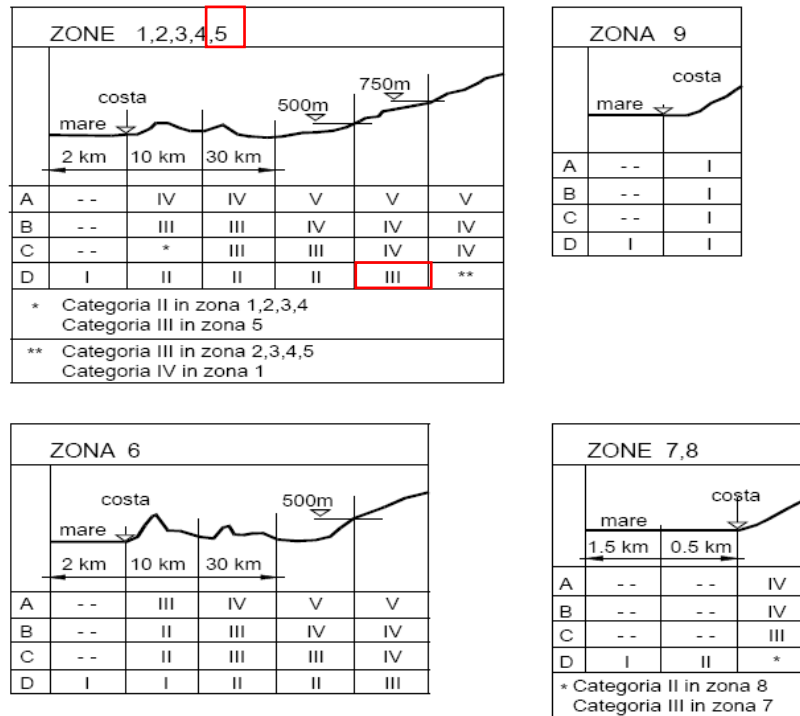


Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

### 6.2.2. Velocità di riferimento in condizioni di riposo ( $\alpha = 5^\circ$ )

La velocità di riferimento  $V_r$  è il valore medio su 10 minuti, a 10m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione, riferito al periodo di ritorno di progetto  $T_R$ .

Per le opere in progetto il periodo di ritorno si assume pari a  $T_R = 50$ anni.

$$V_r = V_b \times C_r$$

Con  $C_r$  coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto  $T_R$ :

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \times \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$


Assunto  $T_R$  pari a 50 anni, si ottiene:

$$C_r = 1,0$$

$V_b$  è la velocità base di riferimento:

$$V_b = V_{b,0} \times C_a$$

Con  $V_{b,0} = 28$  m/s per la zona 5 è la velocità base di riferimento al livello del mare assegnata in funzione della zona in cui sorge la costruzione.

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 15
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Ca è il coefficiente di altitudine pari a:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

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

Nel caso in esame, per altitudine  $a_s = 570 \text{ m s.l.m.m.} < a_0 = 750 \text{ m s.l.m.m.}$ , si ottiene:

$$C_a = 1,00$$

Da cui:

$$V_r = 28 \text{ m/s} \quad \text{Velocità di riferimento per TR = 50 anni}$$

La pressione cinetica di riferimento è data dalla seguente espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = 490,0 \text{ N/m}^2$$

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

#### 6.2.3. Velocità di riferimento in condizioni di lavoro ( $\alpha = 60^\circ$ )

In condizioni di lavoro, si assume la velocità massima della raffica del vento pari a  $17 \text{ m/s}$  a cui corrisponde la velocità di riferimento di:

$$V_r = 12 \text{ m/s}$$

La pressione cinetica di riferimento è data dalla seguente espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = 90,0 \text{ daN/m}^2$$

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

#### 6.2.4. Coefficiente di esposizione ( $c_e$ )

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $z = 200 \text{ m}$ , esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Per categoria di esposizione III si ha:



$k_r = 0,20$       fattore di terreno;

$z_o = 0,01$  m    lunghezza di rugosità;

$z_{min} = 5$  m      altezza minima.

Inoltre per il coefficiente di topografia, in mancanza di più approfondite valutazioni, il coefficiente di topografia è posto di regola pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane:

$c_t = 1.00$     Coefficiente di topografia

Da cui il coefficiente di esposizione  $c_e(z)$  assume i seguenti valori al variare dell'altezza  $z$  di riferimento:

$z$ [m]	$C_e(z)$
0	1,708
5,0	1,708
5,5	1,764
6,0	1,817
6,5	1,866
7,0	1,912
7,5	1,955
8,0	1,995
8,5	2,033
9,0	2,070
9,5	2,105
10,0	2,138
10,5	2,169
11,0	2,200
11,5	2,229
12,0	2,257
12,5	2,284
13,0	2,311
13,5	2,336
14,0	2,360
14,5	2,384

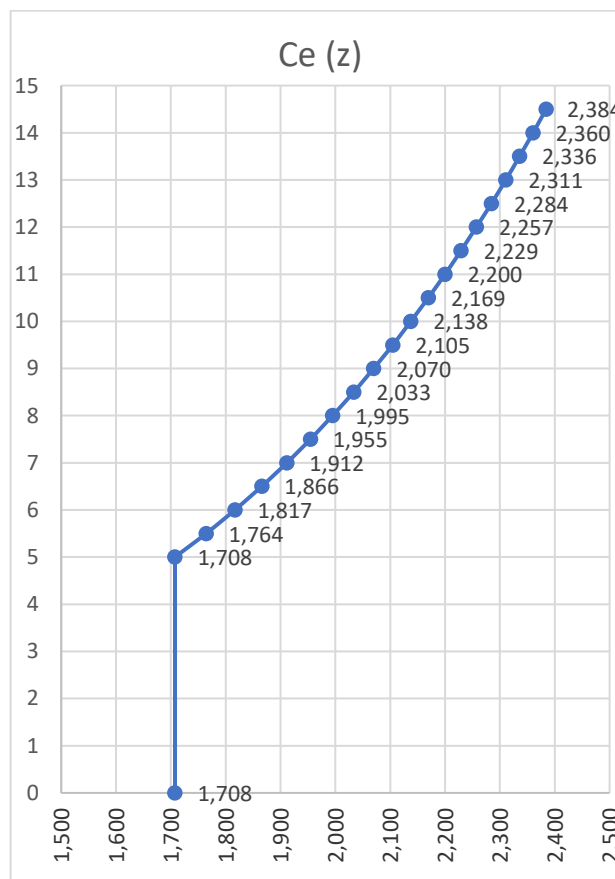


Figura 6.1 – Andamento del coefficiente  $C_e$  in funzione dell'altezza dal suolo.

### 6.2.5. Coefficienti aerodinamici per edifici

Per la determinazione dei coefficienti di forma per edifici a pianta rettangolare si fa riferimento al paragrafo G.2 della Circolare CNR-DT 207/2008, ripresi dal paragrafo C3.3.8.1 della Circ. 21/01/2019, n. 7:

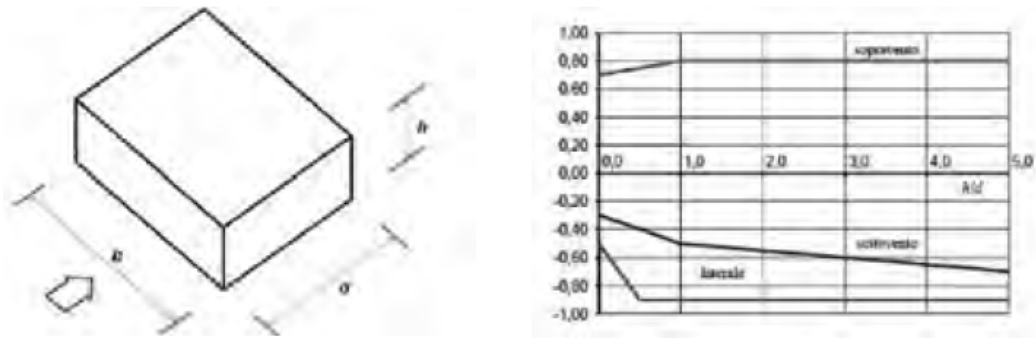


Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali

Faccia sopravvento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1$ : $c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5$ : $c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1$ : $c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1$ : $c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5$ : $c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5$ : $c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

Figura 6.2 – Andamento del coefficiente  $C_{pe}$  per edifici a pianta rettangolare

A favore di sicurezza si assume comunque:

$C_{pe} = 0.8$  per le facce sopravvento

$C_{pe} = -0.4$  per le facce sottovento

$C_{pe} = 0.10$  per l'azione radente in copertura

### 6.3. Azione della neve ( $Q_n$ )

Secondo il par. 3.4 del DM 17.01.2018 (NTC) il carico neve va valutato con la seguente espressione:

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

dove:

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, di cui al § 3.4.2;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, di cui al § 3.4.3;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

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

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

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>], fornito al § 3.4.2 delle NTC per un periodo di ritorno di 50anni;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, fornito al par. 3.4.3 delle NTC;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4 delle NTC.  $C_E = 1,0$  per classe di topografia normale;

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5 delle NTC. Si assume  $C_t = 1,0$ .

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

Per la zona III a quota  $as = 570$  m s.l.m. (superiore a 200 m s.l.m.) il valore di riferimento risulta:


$$q_{sk} = 0,51 [1+(as/481)^2] = 1,23 \text{ kN/m}^2$$

Per coperture ad una o due falde il valore del coefficiente di forma dipende dall'angolo  $\alpha$ , espresso in gradi sessagesimali, formato dalla falda con l'orizzontale (vedi Tabella 3.4.II delle NTC).

**Tab. 3.4.II – Valori del coefficiente di forma**

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Per  $\alpha = 5^\circ \leq 30^\circ$  il coefficiente di forma vale  $\mu_1 = 0,8$ , per cui si ottiene:


	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 19
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

$$q_s = 0,8 \times 1,23 \times 1,0 \times 1,0 \cong 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Tale carico è applicato sulla proiezione orizzontale della copertura.

#### **6.4. Azione termiche (Qt)**

Le azioni dovute alle variazioni termiche non inducono sollecitazioni sulle strutture di sostegno e pertanto vengono trascurate.

	Rev. 0	Data Giugno 2023	El: BI029F-D-NUO-RT-10-r00	Pag. 20
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

## 7. COMBINAZIONE DI CARICO

Le combinazioni di carico SLU statiche sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali, in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura.

I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la struttura.

### Combinazioni per verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Ai fini delle verifiche SLU si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad \text{Comb. fondamentali (SLU)}$$

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad \text{Comb. sismiche (SLV)}$$

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad \text{Comb. eccezionali (ECC)}$$

### Combinazioni per verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Ai fini delle verifiche SLE si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad \text{Combinazioni caratteristiche (RARE)}$$

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad \text{Combinazioni frequenti (FREQ)}$$

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad \text{Comb. quasi permanenti (QP)}$$

Per la struttura in oggetto, considerato che si tratta di struttura molto leggera ubicata in zona a bassa sismicità, le combinazioni sismiche non sono rilevanti e quindi non vengono considerate.

I valori dei coefficienti di combinazione  $\gamma$  e  $\Psi$  sono riportati nelle seguenti tabelle desunte dalla NTC2018 cap. 2.

Tabella 3 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU

G1	Carichi permanenti (peso proprio)	$\gamma_{G1}$	1,30 sfavorevole
			1,00 favorevole
G2	Sovraccarichi permanenti (permanent non strutturali)	$\gamma_{G2}$	1,50 sfavorevole
			0,80 favorevole
Qv, Qn, Qt	Sovraccarichi variabili (Vento, Neve, Variazioni termiche)	$\gamma_{Q1}$	1,50 sfavorevole
		$\gamma_{Q2}$	0,00 favorevole
		$\gamma_{Q3}$	

Tabella 4 - Coefficienti  $\Psi$  per le azioni variabili

Azione		Coefficiente $\Psi_0$	Coefficiente $\Psi_1$ (frequente)	Coefficiente $\Psi_2$ (quasi permanente)
Qv	Vento	0,6	0,2	0,0
Qn	Neve	0,5	0,2	0,0
Qt	Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

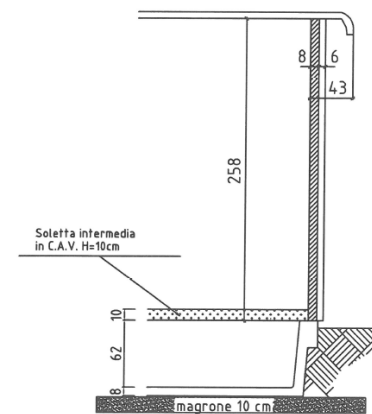
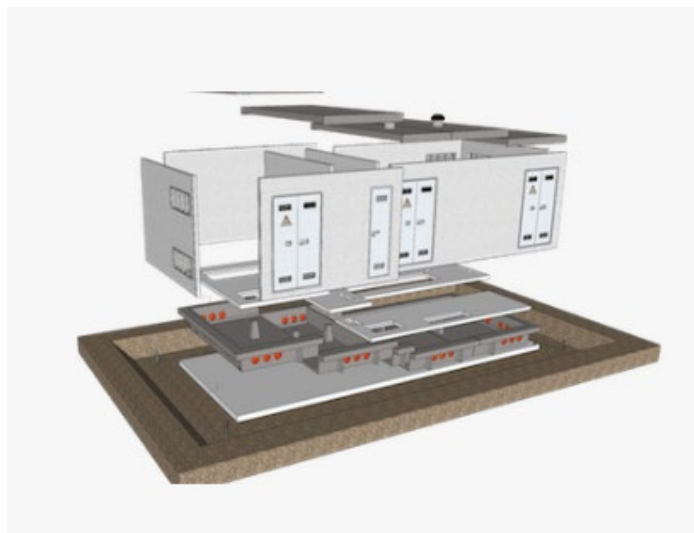
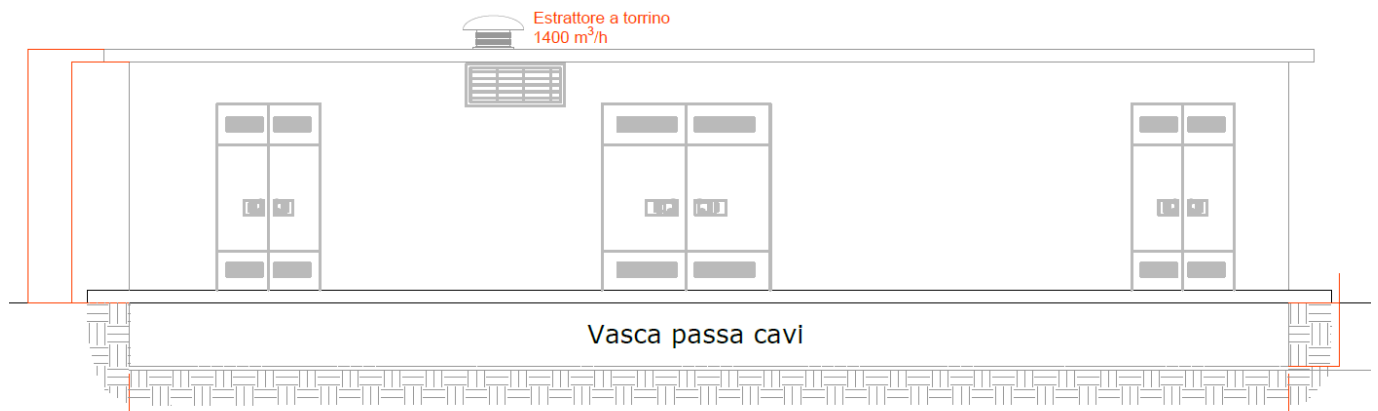
## 8. VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano nelle pagine seguenti le verifiche geotecniche (ribaltamento, scorrimento me capacità portante) per le fondazioni dei vari elementi per le cobinazioni di carico più gravose.

Considerando il valore di sismicità del sito di progetto, spesso risultano più gravose le verifiche per le sollecitazioni dovute all'azione del vento e sono quindi esposte solo quelle verifiche in quanto più significative.

### 8.1. Strutture di fondazione cabine di campo

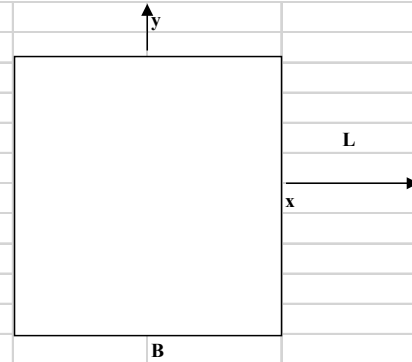
È prevista l'installazione di tre tipologie di cabine di campo a struttura prefabbricata con fondazione in vasca passa-cavi ad elementi prefabbricati.



PARTICOLARE VASCA E DI GRONDA

Figura 8.1 – Prospetto e particolari tipologici della fondazione prefabbricata.

<b>Dimensioni cabina [m]</b>						
larghezza Lx	4.00					
lunghezza Ly	13.75					
larghezza copertura Lcopx	4.60					
larghezza copertura Lcopy	14.15					
Altezza estradosso copertura da piano campagna	3.10					
<b>Dimensioni platea [m]</b>						
spessore ricoprimento	0.70					
larghezza Lx	4.00					
lunghezza Ly	13.75					
spessore	0.10					
<b>Analisi dei carichi (valori caratteristici)</b>						
	kN/mq	mq	=>	kN	H appl. [m]	
G1 + G2 copertura	5.50	65.09	=>	358.00	3.10	
G1 + G2 pareti e macchinari	2.00	55.00	=>	110.00	1.55	
G1 pavimento	2.50	55.00	=>	137.50	0.10	
G1 platea	2.50	55.00	=>	137.50		
G2 riempimento	0.00	55.00	=>	0.00		
	kN/mq	μ	=>	kN		
Valore di riferimento neve	1.23	0.80	=>	64.05		
		mq	=>	kN		
Carico per uso cabina	2.00	65.09	=>	130.18		
			0.80	-0.40	0.10	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente	
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16	
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050					
<b>Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)</b>						
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]			
Risultante vento copertura	10.54	3.80	40.07	40.07		
Risultante vento dir X	82.86	2.25	186.44			
Risultante vento dir Y	24.11	2.25		54.24		
			<b>226.51</b>	<b>94.31</b>		
Risultante sisma G1+G2 copertura	17.90	3.80	68.02			
Risultante sisma cabina	5.50	2.25	12.38			
Risultante sisma pavimento	6.88	0.80	15.47			
			<b>95.86</b>			





**Verifica a ribaltamento per vento (SLU)**

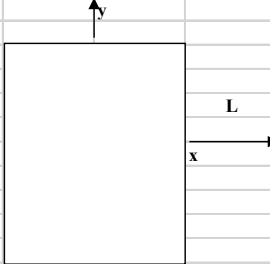
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X

	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura	15.82		3.90	61.69
Risultante vento dir X	124.29		2.35	292.09
				<b>353.78</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M <sub>stab</sub> [kN m]
G1 + G2 copertura	465.39	100%	2.00	930.79
G1 + G2 pareti cabina	143.00	100%	2.00	286.00
G1 platea	178.75	100%	2.00	357.50
G2 riempimento	0.00	0%	2.00	0.00
				<b>1574.29</b>
		M <sub>Sd</sub> /M <sub>stab</sub> =	4.45	> 1.0 OK

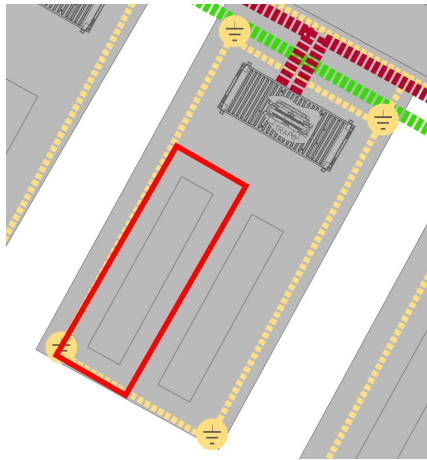
**Verifica a scorrimento per vento (SLU)**

Azioni sollecitanti

			[kN]	
Risultante vento copertura			15.82	
Risultante vento dir X			124.29	
			<b>140.11</b>	
	F <sub>Sd</sub>	25	F <sub>stab</sub>	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
G1 + G2 copertura	358.00	100%	107.18	
G1 + G2 pareti chiosco	110.00	100%	32.93	
G1 platea	137.50	100%	41.16	
G2 riempimento	0.00	0%	0.00	
			<b>181.27</b>	
		F <sub>Sd</sub> /F <sub>stab</sub> =	1.29	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	4.00	m		
L =	13.75	m		
spessore ricoprimento	0.70	m		
spessore fondazione	0.10	m		
D =	0.80	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	1161.16	kN		
V <sub>x</sub> =	140.11	kN		
V <sub>y</sub> =	0.00	kN		
M <sub>xx</sub> =	0.00	kNm		
M <sub>yy</sub> =	353.78	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =		NO		
γ =	20.5	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	140.11	kN		
F/N =	0.12			
e <sub>x</sub> =	0.30	m	e <sub>y</sub> =	0.00
B' =	3.39	m	L' =	13.75
q = γ' D =	16.4	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>γ</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.05			
s <sub>q</sub> =	1.19			
s <sub>γ</sub> =	0.90			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.79		m =	1.80
i <sub>q</sub> =	0.79			
i <sub>γ</sub> =	0.70			
q <sub>lim</sub> =	2 464	kN/m <sup>2</sup>		
N <sub>lim</sub> =	114 867	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	49942.3			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	43.01	ok		

### 8.1. Strutture di fondazione armadio power converter



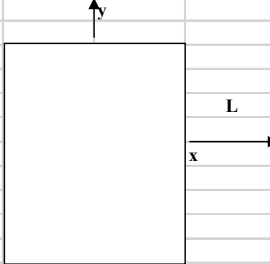
**SUNGROW**  
Clean power for all

Type designation	ST2752UX
<b>Battery Data</b>	
Cell type	LFP
Battery capacity (BOL)	2752 kWh
System output voltage range	1160 ~ 1500 V
<b>General Data</b>	
Dimensions of battery unit (W * H * D)	9340*2600*1730mm
Weight of battery unit	26,400kg
Degree of protection	IP34
Operating temperature range	-30 to 50 °C (> 45 °C derating)
Relative humidity	0 – 95 % (non-condensing)
Max. working altitude	3000 m
Cooling concept of battery chamber	Liquid cooling
Fire safety	Fused sprinkler heads, NFPA 69 explosion prevention and ventilation IDLH gases
Communication interfaces	RS485, Ethernet
Communication protocols	Modbus RTU, Modbus TCP
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 62619
<b>2 HOURS APPLICATION-ST2752UX*4-5000UD-MV</b>	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	11,008 kWh DC / 10,379 kWh AC
ST2752UX Quantity	4
PCS Model	SC5000UD-MV
<b>4 HOURS APPLICATION-ST2752UX*8-5000UD-MV</b>	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	22,016 kWh / 21,448 kWh
ST2752UX Quantity	8
PCS Model	SC5000UD-MV
<b>Grid Connection Data</b>	
Max.THDr of current	< 3 % (at nominal power)
DC component	< 0.5 % (at nominal power)
Power factor	> 0.99 (at nominal power)
Adjustable power factor	1.0 leading – 1.0 lagging
Nominal grid frequency	50 / 60 Hz
Grid frequency range	45 – 55 Hz / 55 – 65 Hz
<b>Transformer</b>	
Transformer rated power	5,000 kVA
LV/MV voltage	0.9 kV / 33 kV
Transformer cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

Figura 8.2 – Pianta platea, assonometria e dati tecnici armadio power converter.

<b>Dimensioni armadio [m]</b>					
larghezza Lx	1.70	Lx < Ly			
lunghezza Ly	9.35				
larghezza copertura Lcopx	1.70				
larghezza copertura Lcopy	9.35				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	2.60				
<b>Dimensioni platea [m]</b>					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.00				
larghezza Lx	2.30				
lunghezza Ly	9.95				
spessore	0.30				
<b>Analisi dei carichi (valori caratteristici)</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 armadio				264.00	1.30
G1 platea	7.50	22.89	=>	171.64	
	kN/mq	μ	kN/mq	kN	
Valore di riferimento neve	1.23	0.80	0.984	15.64	1.30
		mq		kN	
Carico per manutenzione	1.00	15.90	=>	15.90	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	M <sub>rib</sub> [kN m]		
Risultante vento copertura	2.57	2.60	6.69	6.69	
Risultante vento dir X	47.26	1.30	61.44		
Risultante vento dir Y	8.59	1.30		11.17	
			<b>68.13</b>	<b>17.87</b>	
Risultante sisma armadio	13.20	1.30	17.16		
			<b>17.16</b>		

<b>Verifica a ribaltamento per vento (SLU)</b>				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
		Risultante [kN]	H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura		3.86	2.90	11.20
Risultante vento dir X		70.89	1.60	113.42
				<b>124.62</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M <sub>stab</sub> [kN m]
G1 + G2 armadio	343.20	100%	1.15	394.68
G1 platea	223.13	100%	1.15	256.60
				<b>651.28</b>
		M <sub>Sd</sub> /M <sub>stab</sub> =	5.23	> 1.0 OK
<b>Verifica a scorrimento per vento (SLU)</b>				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			3.86	
Risultante vento dir X			70.89	
			<b>74.75</b>	
	F <sub>Sd</sub>	<b>25</b>	F <sub>stab</sub>	<b>0.30</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
G1 + G1 armadio	343.20	100%	102.75	
G1 platea	223.13	100%	66.80	
			<b>169.55</b>	
		F <sub>Sd</sub> /F <sub>stab</sub> =	2.27	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.30	m		
L =	9.95	m		
spessore ricoprim	0	m		
spessore fondaz	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	613.63	kN		
V <sub>x</sub> =	13.20	kN		
V <sub>y</sub> =	3.96	kN		
M <sub>xx</sub> =	6.34	kNm		
M <sub>yy</sub> =	21.12	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =		NO		
γ =	20.5	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	13.78	kN		
F/N =	0.02			
e <sub>x</sub> =	0.03	m	e <sub>y</sub> =	0.01
B' =	2.23	m	L' =	9.93
q = γ' D =	6.15	kN/m <sup>2</sup>	22.15401	
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>γ</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.04			
s <sub>q</sub> =	1.18			
s <sub>γ</sub> =	0.91			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.96	m =	1.82	
i <sub>q</sub> =	0.96			
i <sub>γ</sub> =	0.94			
q <sub>lim</sub> =	1 863	kN/m <sup>2</sup>		
N <sub>lim</sub> =	41 269	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.30			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	17943.0			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	29.24	ok		

## 8.2. Strutture di fondazione trafo Juppiter 9000-6000-3000)

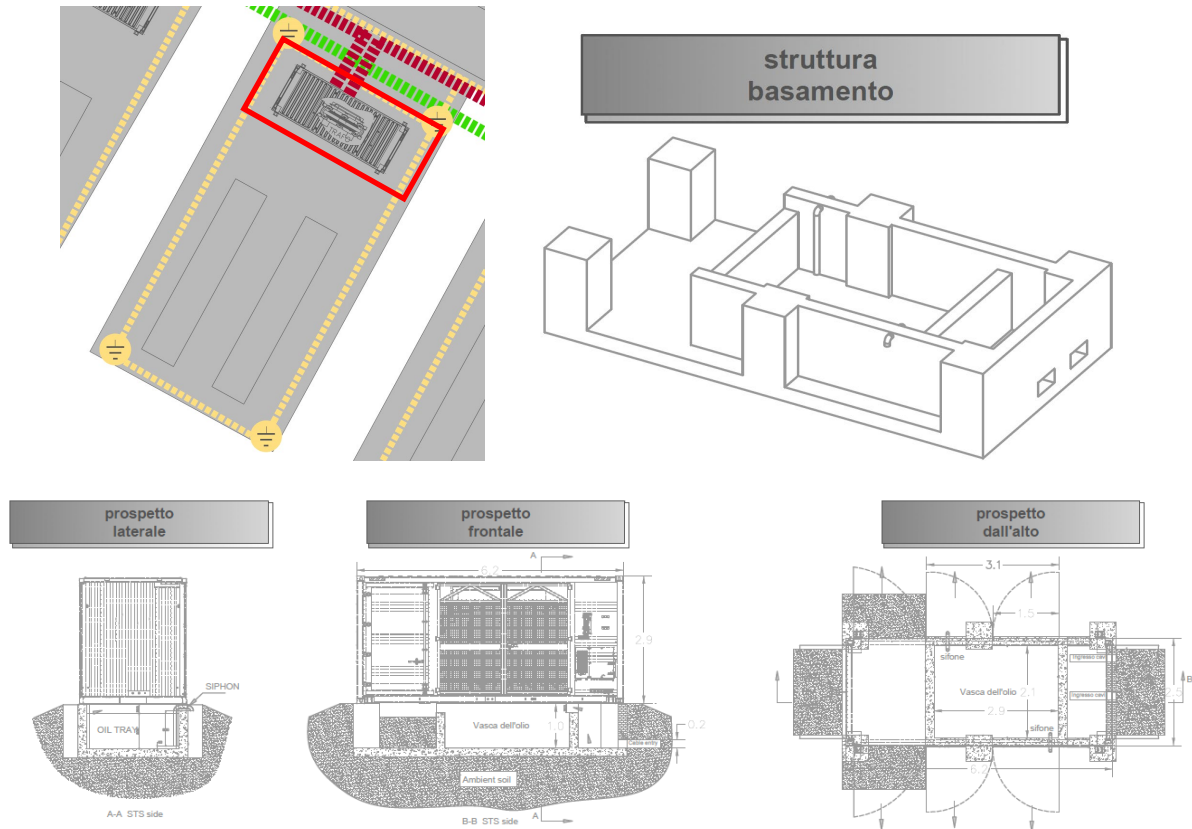


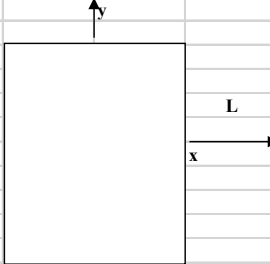
Figura 8.3 – Planimetria, assometria e sezioni della fondazione dei trasformatori tipo Juppiter.

La verifica più gravosa per scorrimento e ribaltamento è per il trafo Juppiter 3000K (peso 28 tons, quella più gravosa a capacità portante è per il trafo Juppiter 9000K (peso 28 tons).

<b>Dimensioni trasformatore Juppiter 3000 [m]</b>					
larghezza Lx	2.50	Lx < Ly			
lunghezza Ly	6.20				
Altezza trasformatore da piano campagna	2.90				
<b>Dimensioni platea [m]</b>					
larghezza Lx	2.50				
lunghezza Ly	6.20				
spessore	0.20				
profondità piano di posa	1.20				
profondità minima falda	1.00				
<b>Analisi dei carichi (valori caratteristici)</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				150.00	1.45
G1 platea	5.00	15.50	=>	77.50	
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	25.00	3.48	=>	87.00	
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	25.00	1.00	=>	25.00	
Q su grigliati	0.00	65.00	=>	0.00	
Sottospinta idraulica	0.20	15.50	=>	-31.00	
				0.80	0.10
				-0.40	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.05				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H <sub>appl.</sub> su fond. [m]		M <sub>fib</sub> [kN m]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X	34.95	2.45		85.64	
				<b>85.64</b>	
Ris. vento su trasformatore (sup. 2.5x2.90) dir Y	14.09	2.45		34.53	
				<b>34.53</b>	
Risultante sisma su trasformatore	7.50	2.45		18.38	
				<b>18.38</b>	



<b>Dimensioni trasformatore Juppiter 9000 [m]</b>					
larghezza Lx	2.50	Lx < Ly			
lunghezza Ly	6.20				
Altezza trasformatore da piano campagna	2.90				
<b>Dimensioni platea [m]</b>					
larghezza Lx	2.50				
lunghezza Ly	6.20				
spessore	0.20				
profondità piano di posa	1.20				
profondità minima falda	1.00				
<b>Analisi dei carichi (valori caratteristici)</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				280.00	1.45
G1 platea	5.00	15.50	=>	77.50	
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	25.00	3.48	=>	87.00	
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	25.00	1.00	=>	25.00	
Q su grigliati	0.00	65.00	=>	0.00	
Sottospinta idraulica	0.20	15.50	=>	-31.00	
				0.80	0.10
				-0.40	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.05				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H <sub>appl.</sub> su fond. [m]		M <sub>fib</sub> [kN m]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X	34.95	2.45		85.64	
				<b>85.64</b>	
Ris. vento su trasformatore (sup. 2.5x2.90) dir Y	14.09	2.45		34.53	
				<b>34.53</b>	
Risultante sisma su trasformatore	14.00	2.45		34.30	
				<b>34.30</b>	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.50	m		
L =	6.20	m		
spessore ricoprim	0	m		
spessore fondaz	0.20	m		
D =	1.20	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	610.35	kN	Azione assiale	
<b>SI</b> N =	563.85	kN	Azione assiale depurata della sottospinta	<b>B</b>
V <sub>x</sub> =	52.43	kN		
V <sub>y</sub> =	0.00	kN		
M <sub>xx</sub> =	0.00	kNm		
M <sub>yy</sub> =	138.94	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	<b>SI</b>			
γ =	20.5	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	10.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> ' =	10.5	kN/m <sup>3</sup>		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	52.43	kN		
F/N =	0.09			
e <sub>x</sub> =	0.25	m	e <sub>y</sub> =	0.00
B' =	2.01	m	L' =	6.20
q = γ' D =	12.6	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>γ</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.06			
s <sub>q</sub> =	1.25			
s <sub>γ</sub> =	0.87			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.84	m =	1.76	
i <sub>q</sub> =	0.84			
i <sub>γ</sub> =	0.76			
q <sub>lim</sub> =	1 198	kN/m <sup>2</sup>		
N <sub>lim</sub> =	14 906	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	6481.1			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	11.49	ok		

### 8.3. 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 della cabina di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente.

#### 8.3.1. Edificio sottostazione

L'edificio sottostazione avrà dimensioni esterne 12.25 m x 7.10 m e struttura prefabbricata.

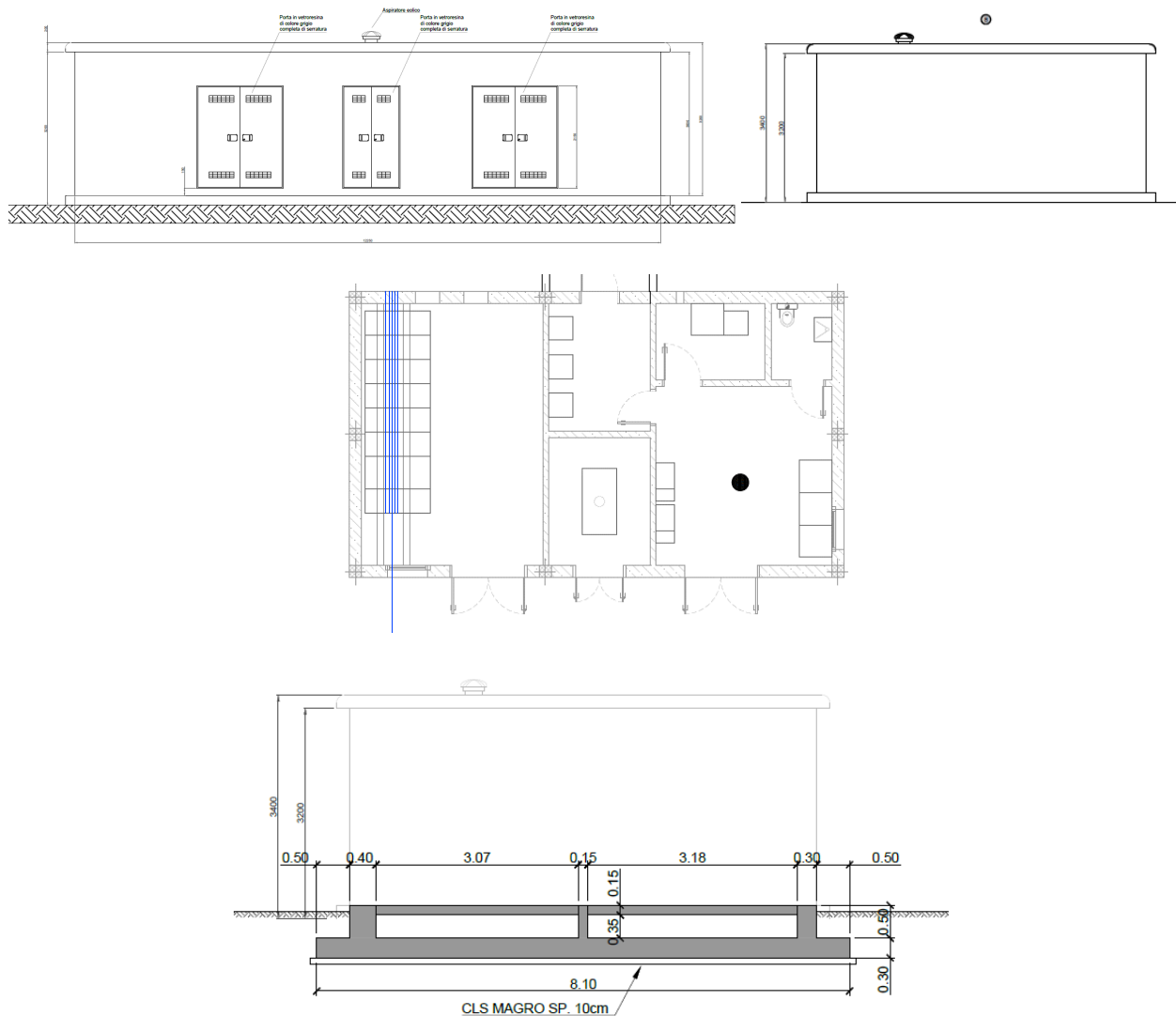


Figura 8.4 – Prospetti, planimetria e sezione della cabina della sottostazione.

<b>Dimensioni cabina [m]</b>						
larghezza Lx	7.10					
lunghezza Ly	12.25					
larghezza copertura Lcopx	7.50					
larghezza copertura Lcopy	12.65					
Altezza estradosso copertura da piano campagna	3.25					
<b>Dimensioni platea [m]</b>						
spessore ricoprimento	0.35					
larghezza Lx	8.10					
lunghezza Ly	13.35					
spessore	0.30					
<b>Analisi dei carichi (valori caratteristici)</b>						
	kN/mq	mq	=>	kN	H appl. [m]	
G1 + G2 copertura	5.50	94.88	=>	521.81	3.25	
G1 + G2 pareti e macchinari	2.00	86.98	=>	173.95	1.63	
G1 platea	7.50	108.14	=>	811.01		
G2 riempimento	7.00	108.14	=>	756.95		
	kN/mq	μ	=>	kN		
Valore di riferimento neve	1.23	0.80	=>	93.36		
		mq	=>	kN		
Carico per uso cabina	2.00	94.88	=>	189.75		
			0.80	-0.40	0.10	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente	
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16	
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050					
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>						
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]			
Risultante vento copertura	15.37	3.60	55.33	55.33		
Risultante vento dir X	77.40	1.98	152.86			
Risultante vento dir Y	44.86	1.98		88.59		
			<b>208.19</b>	<b>143.93</b>		
Risultante sisma G1+G2 copertura	26.09	3.60	93.93			
Risultante sisma chiosco	8.70	1.98	17.18			
			<b>111.10</b>			

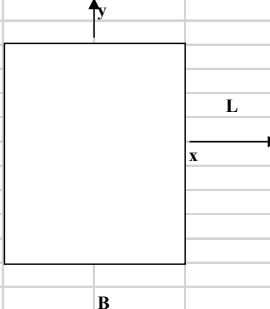
**Verifica a ribaltamento per vento (SLU)**

La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X

	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura	23.05		3.90	89.91
Risultante vento dir X	116.09		2.28	264.11
				<b>354.03</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M <sub>stab</sub> [kN m]
G1 + G2 copertura	678.36	100%	4.05	2747.34
G1 + G2 pareti cabina	226.14	100%	4.05	915.85
G1 platea	1054.32	100%	4.05	4269.98
G2 riempimento	756.95	0%	4.05	0.00
				<b>7933.17</b>
		M <sub>Sd</sub> /M <sub>stab</sub> =	22.41	> 1.0 OK

**Verifica a scorrimento per vento (SLU)**

Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			23.05	
Risultante vento dir X			116.09	
			<b>139.15</b>	
	F <sub>Sd</sub>	25	F <sub>stab</sub>	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
G1 + G2 copertura	521.81	100%	156.22	
G1 + G2 pareti chiosco	173.95	100%	52.08	
G1 platea	811.01	100%	242.80	
G2 riempimento	756.95	0%	0.00	
			<b>451.10</b>	
		F <sub>Sd</sub> /F <sub>stab</sub> =	3.24	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	8.10	m		
L =	13.35	m		
spessore ricoprimento	0.35	m		
spessore fondazione	0.30	m		
D =	0.65	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	2243.43	kN	con peso riempimento	
V <sub>x</sub> =	139.15	kN	N =	3227.46
V <sub>y</sub> =	0.00	kN	senza peso riempimento	
M <sub>xx</sub> =	0.00	kNm	N =	2243.43
M <sub>yy</sub> =	354.03	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =			NO	
γ =	20.5	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	139.15	kN		
F/N =	0.06			
e <sub>x</sub> =	0.16	m	e <sub>y</sub> =	0.00
B' =	7.78	m	L' =	13.35
q = γ' D =	13.325	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>γ</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.12			
s <sub>q</sub> =	1.46			
s <sub>γ</sub> =	0.77			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.90		m =	1.63
i <sub>q</sub> =	0.90			
i <sub>γ</sub> =	0.84			
q <sub>lim</sub> =	4 888	kN/m <sup>2</sup>		
N <sub>lim</sub> =	507 987	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	220863.8			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	98.45	ok		

## 8.3.1. Interruttore AT + trasformatore TA

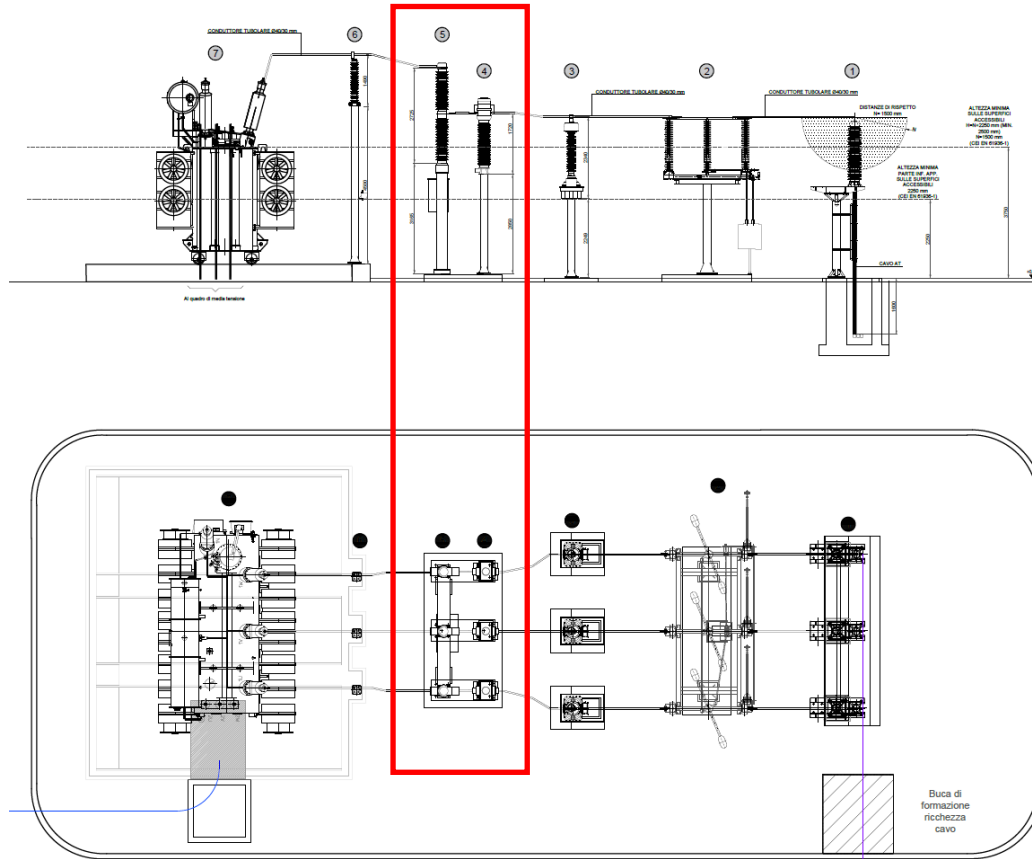


Figura 8.5 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente.

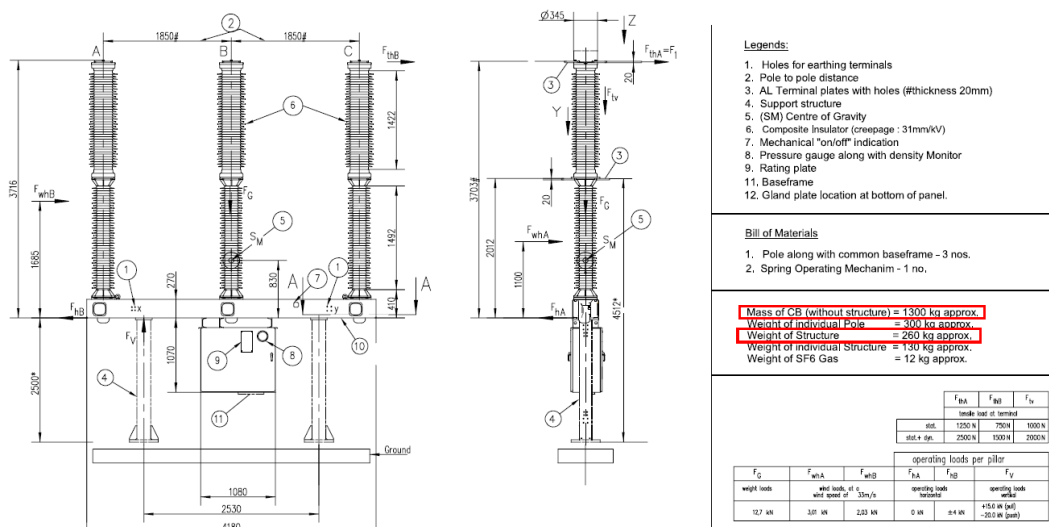


Figura 8.6 – Dati tecnici interruttore tripolare AT.

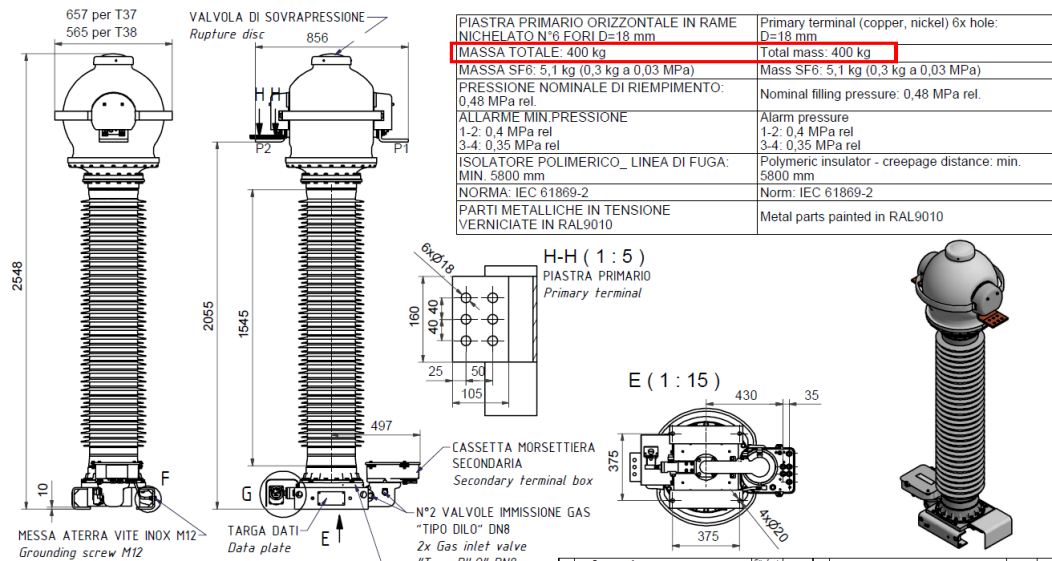


Figura 8.7 – Dati tecnici trasformatore TA.

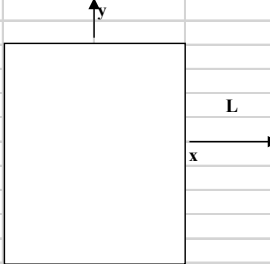


<b>Dimensioni platea [m]</b>					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	2.20				
lunghezza Ly	4.40				
spessore	0.30				
<b>Analisi dei carichi</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari interruttore				13.00	4.60
Peso struttura interruttore				2.60	1.10
Peso macchinari trasformatore TA				12.00	4.25
Peso struttura trasformatore TA				2.25	1.55
G1 platea	7.50	9.68	=>	72.60	
G1 baggioli	15.00	3.24	=>	48.60	
G2 riempimento	10.00	6.44	=>	64.40	
				0.80	-0.40
				0.10	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	M <sub>rib</sub> [kN m]		
Risultante vento interruttore (superficie 3.7x0.35x3 m)	7.55	5.10	38.52		
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.0x0.30x2)	2.33	1.60	3.73		
Risultante vento trasf. TA (superficie 2.5x0.50x3 m)	7.29	4.75	34.63		
Risultante vento str. trasf. TA (superficie 2.9x0.30x3 m)	5.07	2.05	10.40		
			<b>87.28</b>		
Risultante sisma macchinari interruttore	0.65	5.10	3.32		
Risultante sisma struttura interruttore	0.13	1.60	0.21		
Risultante sisma macchinari trasformatore TA	0.60	4.75	2.85		
Risultante sisma struttura trasformatore TA	0.11	2.05	0.23		
			<b>6.60</b>		

**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 interruttore (superficie 3.7x0.35x3 m)	11.33		5.40	61.17
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.0x0.30x2)	3.50		1.90	6.65
Risultante vento trasf. TA (superficie 2.5x0.50x3 m)	10.94		5.05	55.22
Risultante vento str. trasf. TA (superficie 2.9x0.30x3 m)	7.61		2.35	17.89
				<b>140.93</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M <sub>stab</sub> [kN m]
Peso macchinari interruttore	13.00	100%	0.50	6.50
Peso struttura interruttore	2.60	100%	0.50	1.30
Peso macchinari trasformatore TA	12.00	100%	1.70	20.40
Peso struttura trasformatore TA	2.25	100%	1.70	3.83
G1 platea	72.60	100%	1.10	79.86
G1 baggioli	48.60	100%	1.10	53.46
G2 riempimento	64.40	0%	1.10	0.00
				<b>165.35</b>
		M <sub>Sd</sub> /M <sub>stab</sub> =	1.17	> 1.0 OK
<b>Verifica a scorrimento per vento</b>				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento interruttore (superficie 3.7x0.35x3 m)			11.33	
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.0x0.30x2 m)			3.50	
Risultante vento trasf. TA (superficie 2.5x0.50x3 m)			10.94	
Risultante vento str. trasf. TA (superficie 2.9x0.30x3 m)			7.61	
			<b>33.37</b>	
	F <sub>Sd</sub>	25	F <sub>stab</sub>	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari interruttore	13.00	100%	3.89	
Peso struttura interruttore	2.60	100%	0.78	
Peso macchinari trasformatore TA	12.00	100%	3.59	
Peso struttura trasformatore TA	2.25	100%	0.67	
G1 platea	72.60	100%	21.74	
G1 baggioli	48.60	100%	14.55	
G2 riempimento	64.40	0%	0.00	
			<b>45.22</b>	
		F <sub>Sd</sub> /F <sub>stab</sub> =	1.36	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.20	m		
L =	4.40	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondazione	0.30	m		
D =	0.80	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	196.37	kN	con peso riempimento	
V <sub>x</sub> =	33.37	kN	N = 280.09	
V <sub>y</sub> =	0.00	kN	senza peso riempimento	
M <sub>xx</sub> =	0.00	kNm	N = 196.37	
M <sub>yy</sub> =	140.93	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	NO			
γ =	20.5	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> ' =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	33.37	kN		
F/N =	0.17			
e <sub>x</sub> =	0.72	m	e <sub>y</sub> = 0.00 m	
B' =	0.76	m	L' = 4.40 m	
q = γ' D =	16.4	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>y</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.03			
s <sub>q</sub> =	1.14			
s <sub>y</sub> =	0.93			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.70	m =	1.85	
i <sub>q</sub> =	0.71			
i <sub>y</sub> =	0.59			
q <sub>lim</sub> =	980	kN/m <sup>2</sup>		
N <sub>lim</sub> =	3 297	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	1433.5			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	7.30	ok		

## 8.3.2. Trasformatore TV

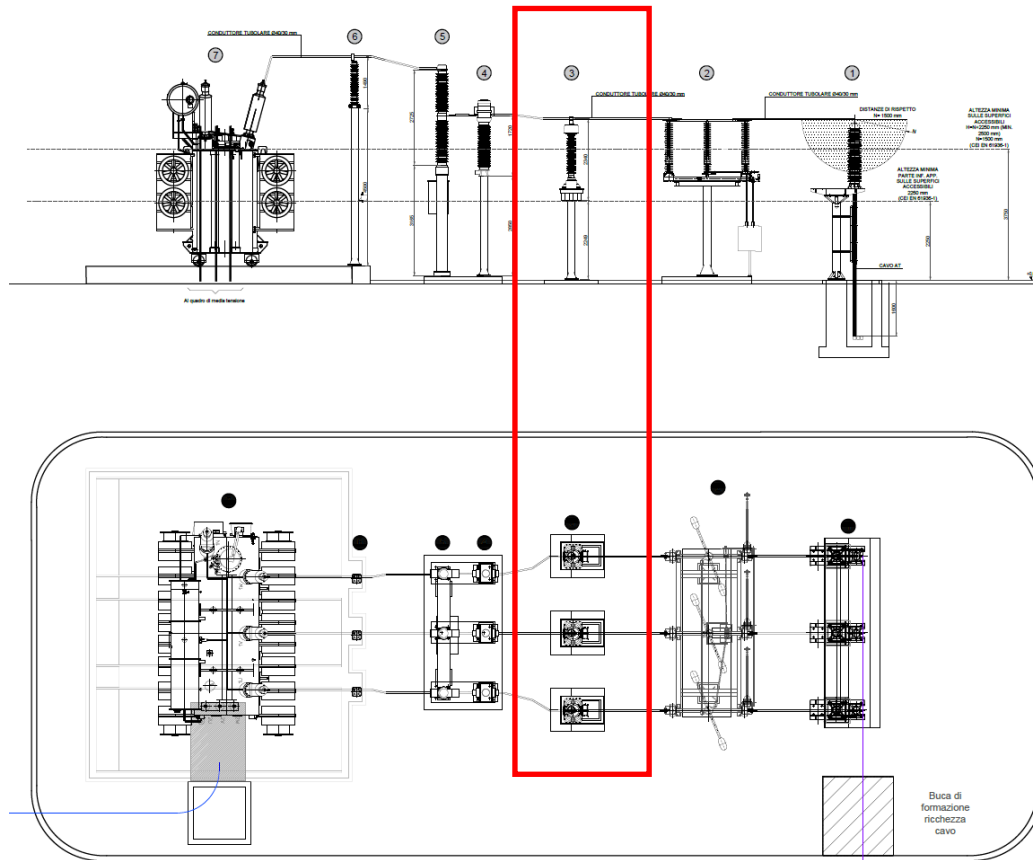


Figura 8.8 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente.

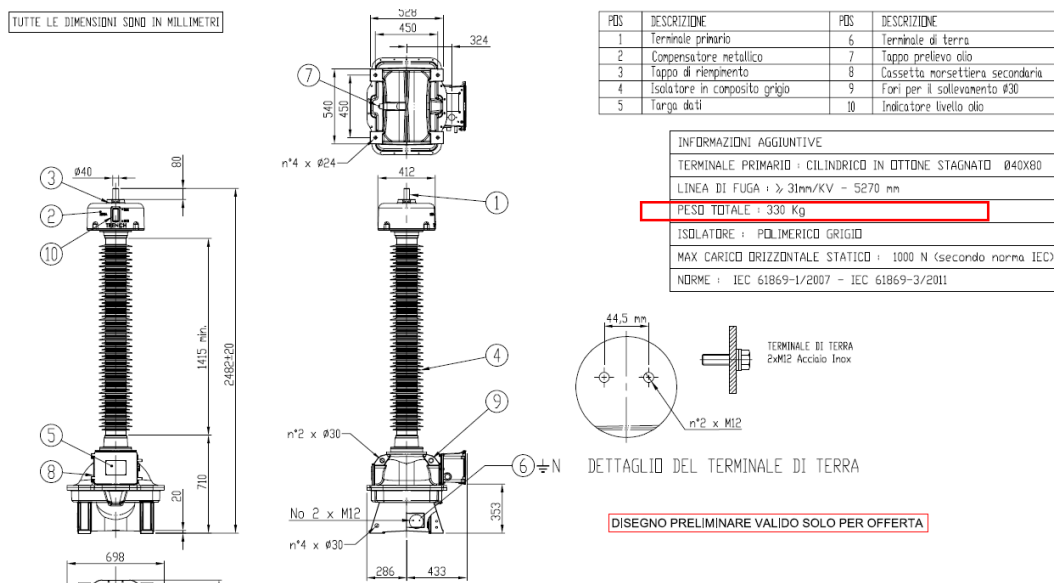


Figura 8.9 – Dati tecnici trasformatore TV.

<b>Dimensioni platea [m]</b>					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.25				
lunghezza Ly	1.55				
spessore	0.30				
<b>Analisi dei carichi</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari trasformatore TV				3.30	3.50
Peso struttura trasformatore TV				2.25	1.15
G1 platea	7.50	1.94	=>	14.53	
G1 baggiolo	12.50	0.36	=>	4.50	
G2 riempimento	10.00	1.58	=>	15.78	
				0.80	-0.40
				0.10	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento trasf. TV (superficie 2.4x0.30 m)	1.40	4.00	5.60		
Risultante vento str. trasf. TV (superficie 2.3x0.20 m)	0.89	1.65	1.48		
			7.07		
Risultante sisma macchinari trasf. TV	0.17	4.00	0.66		
Risultante sisma struttura trasf. TV	0.11	1.65	0.19		
			0.85		

**Verifica a ribaltamento per vento**

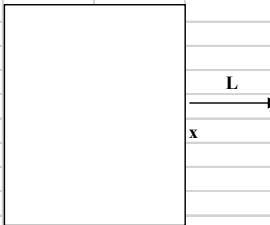
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X

	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento trasf. TV (superficie 2.4x0.30 m)	2.10		4.30	9.03
Risultante vento str. trasf. TV (superficie 2.3x0.20 m)	1.34		1.95	2.62
				<b>11.64</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M <sub>stab</sub> [kN m]
Peso macchinari trasformatore TV	3.30	100%	0.63	2.06
Peso struttura trasformatore TV	2.25	100%	0.63	1.41
G1 platea	14.53	100%	0.63	9.08
G1 baggiolo	4.50	100%	0.63	2.81
G2 riempimento	15.78	0%	0.63	0.00
				<b>15.36</b>
		M <sub>Sd</sub> /M <sub>stab</sub> =	1.32	> 1.0 OK

**Verifica a scorrimento per vento**

Azioni sollecitanti

			[kN]	
Risultante vento trasf. TV (superficie 2.4x0.30 m)			2.10	
Risultante vento str. trasf. TV (superficie 2.3x0.20 m)			1.34	
			<b>3.44</b>	
	F <sub>Sd</sub>	25	F <sub>stab</sub>	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari trasformatore TV	3.30	100%	0.99	
Peso struttura trasformatore TV	2.25	100%	0.67	
G1 platea	14.53	100%	4.35	
G1 baggioli	4.50	100%	1.35	
G2 riempimento	15.78	0%	0.00	
			<b>7.36</b>	
		F <sub>Sd</sub> /F <sub>stab</sub> =	2.14	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	1.25	m		
L =	1.55	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondazione	0.30	m		
D =	0.80	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	31.96	kN	con peso riempimento	
V <sub>x</sub> =	3.44	kN	N =	52.46
V <sub>y</sub> =	0.00	kN	senza peso riempimento	
M <sub>xx</sub> =	0.00	kNm	N =	31.96
M <sub>yy</sub> =	11.64	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =		NO		
γ =	20.5	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	20.5	kN/m3		
γ2 =	20.5	kN/m3		
γ2' =	20.5	kN/m3		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m2		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	3.44	kN		
F/N =	0.11			
e <sub>x</sub> =	0.36	m	e <sub>y</sub> =	0.00
B' =	0.52	m	L' =	1.55
q = γ' D =	16.4	kN/m2		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>γ</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.07			
s <sub>q</sub> =	1.26			
s <sub>γ</sub> =	0.87			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.82	m =	1.75	
i <sub>q</sub> =	0.82			
i <sub>γ</sub> =	0.73			
q <sub>lim</sub> =	1 094	kN/m2		
N <sub>lim</sub> =	884	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	384.4			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	12.03	ok		

8.3.1. Sezionatore tripolare

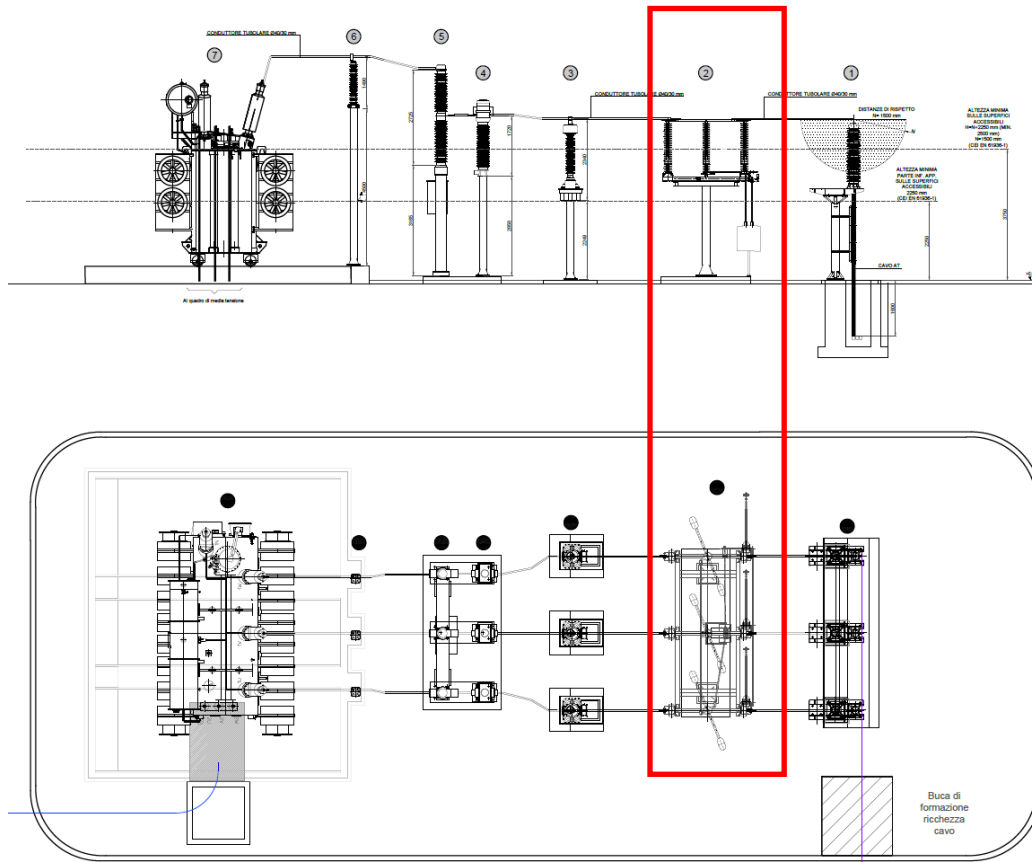


Figura 8.10 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente.

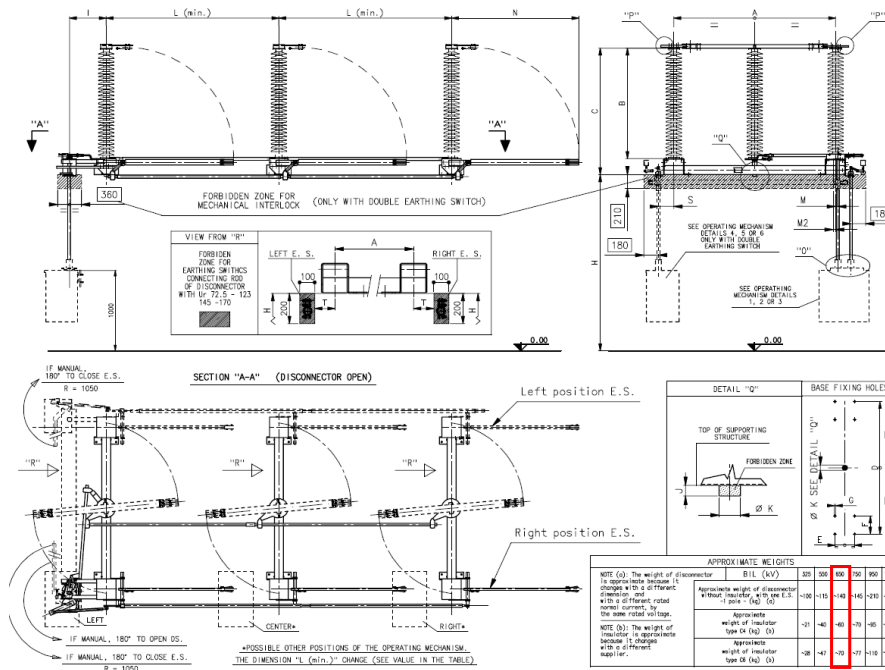


Figura 8.11 – Dati tecnici sezionatore tripolare.



<b>Dimensioni platea [m]</b>					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.40				
lunghezza Ly	4.80				
spessore	0.30				
<b>Analisi dei carichi</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari sezionatore				10.50	3.80
Peso struttura sezionatore				5.20	1.40
G1 platea	7.50	6.72	=>	50.40	
G1 baggioli	15.00	1.08	=>	16.20	
G2 riempimento	10.00	5.64	=>	56.40	
				0.80	-0.40
				0.10	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento interruttore (superficie 2.2x0.20x3 m)	3.85	4.30	16.55		
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.6x0.20x2)	2.33	1.90	4.43		
			<b>20.98</b>		
Risultante sisma macchinari interruttore	0.53	4.30	2.26		
Risultante sisma struttura interruttore	0.26	1.90	0.49		
			<b>2.75</b>		

**Verifica a ribaltamento per vento**

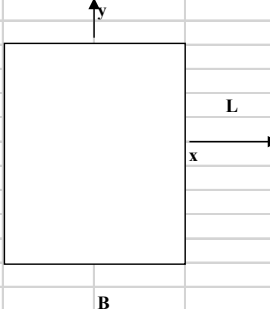
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X

	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento interruttore (superficie 2.2x0.20x3 m)	5.77		4.60	26.56
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.6x0.20x2)	3.50		2.20	7.70
				<b>34.26</b>
<b>Contributi stabilizzanti:</b>	[kN]	[%]	braccio [m]	M <sub>stab</sub> [kN m]
Peso macchinari sezionatore	10.50	100%	0.70	7.35
Peso struttura sezionatore	5.20	100%	0.70	3.64
G1 platea	50.40	100%	0.70	35.28
G1 baggioli	16.20	100%	0.70	11.34
G2 riempimento	56.40	0%	0.70	0.00
				<b>57.61</b>
		M <sub>Sd</sub> /M <sub>stab</sub> =	1.68	> 1.0 OK

**Verifica a scorrimento per vento**

Azioni sollecitanti

			[kN]	
Risultante vento interruttore (superficie 2.2x0.20x3 m)			5.77	
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.6x0.20x2 m)			3.50	
			<b>9.27</b>	
	F <sub>Sd</sub>	25	F <sub>stab</sub>	0.30
<b>Contributi stabilizzanti:</b>	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari sezionatore	10.50	100%	3.14	
Peso struttura sezionatore	5.20	100%	1.56	
G1 platea	50.40	100%	15.09	
G1 baggioli	16.20	100%	4.85	
G2 riempimento	56.40	0%	0.00	
			<b>24.64</b>	
		F <sub>Sd</sub> /F <sub>stab</sub> =	2.66	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	1.40	m		
L =	4.80	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	0.80	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	180.31	kN	con peso riempimento	
V <sub>x</sub> =	9.27	kN	N = 180.31	
V <sub>y</sub> =	0.00	kN	senza peso riempimento	
M <sub>xx</sub> =	0.00	kNm	N = 106.99	
M <sub>yy</sub> =	34.26	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	NO			
γ =	20.5	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	20.5	kN/m3		
γ <sub>2</sub> =	20.5	kN/m3		
γ <sub>2</sub> ' =	20.5	kN/m3		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m2		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	9.27	kN		
F/N =	0.05			
e <sub>x</sub> =	0.19	m	e <sub>y</sub> = 0.00 m	
B' =	1.02	m	L' = 4.80 m	
q = γ' D =	16.4	kN/m2		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>y</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.04			
s <sub>q</sub> =	1.17			
s <sub>y</sub> =	0.91			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.91	m =	1.82	
i <sub>q</sub> =	0.91			
i <sub>y</sub> =	0.86			
q <sub>lim</sub> =	1 493	kN/m2		
N <sub>lim</sub> =	7 309	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	3177.8			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	17.62	ok		

8.3.1. Terminale cavi

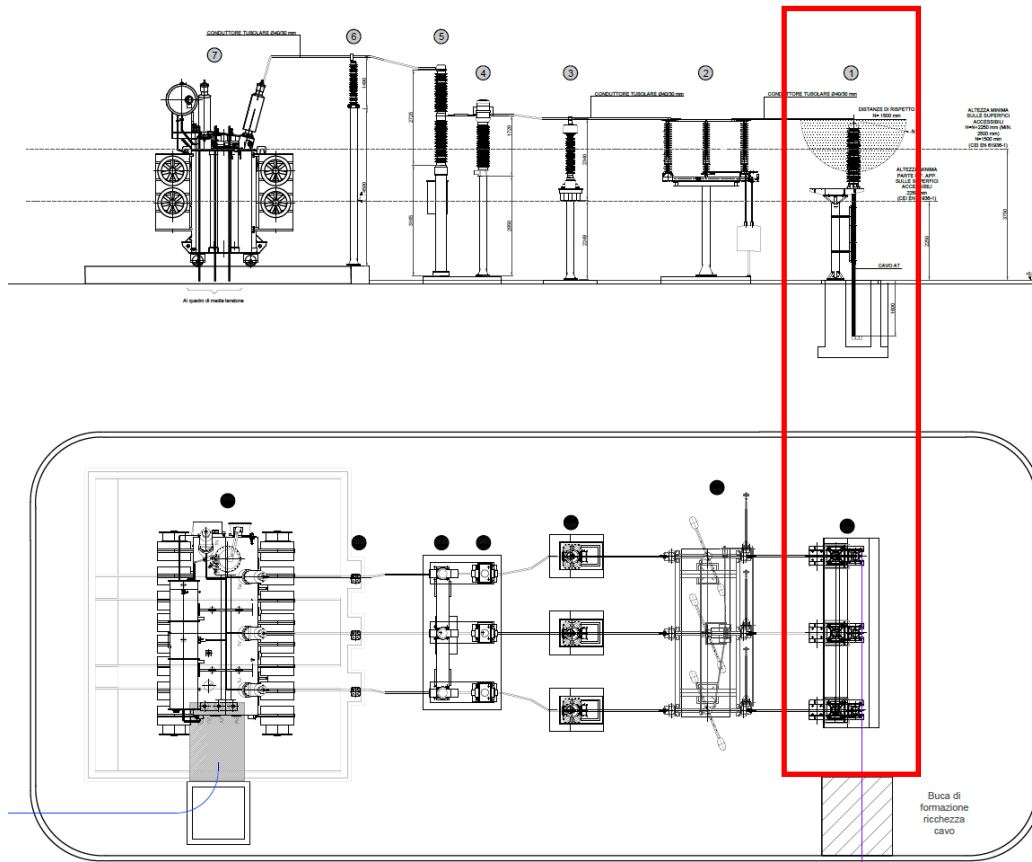


Figura 8.12 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente.

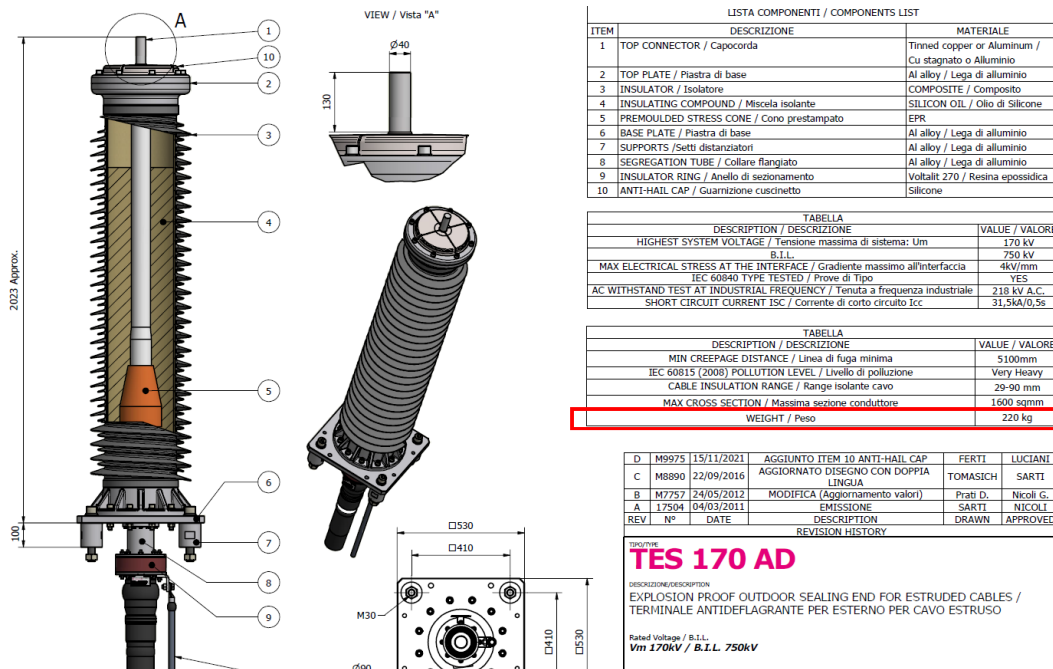


Figura 8.13 – Dati tecnici sezionatore tripolare.

<b>Dimensioni platea [m]</b>					
distanza da pavimento a estradosso platea	1.90				
larghezza Lx	2.00				
lunghezza Ly	5.80				
spessore	0.30				
profondità piano di posa	2.20				
profondità minima falda	1.00				
<b>Analisi dei carichi</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari terminale				6.60	3.60
Peso struttura terminale				6.75	1.30
G1 platea	7.50	11.60	=>	87.00	
G1 baggioli sp. 60 cm	47.50	3.48	=>	165.30	
G1 baggioli sp. 30 cm	47.50	1.74	=>	82.65	
G2 riempimento	38.00	2.32	=>	88.16	
Sottospinta idraulica	1.20	11.60	=>	-139.20	
				0.80	0.10
				-0.40	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento terminale (superficie 2.0x0.40x3 m)	4.67	5.50	25.66		
Risultante vento str. terminale (superficie 2.6x0.30x3 m)	4.55	3.20	14.56		
			<b>40.22</b>		
Risultante sisma macchinari terminale	0.33	5.50	1.82		
Risultante sisma struttura terminale	0.34	3.20	1.08		
			<b>2.90</b>		

**Verifica a ribaltamento per vento**

La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X

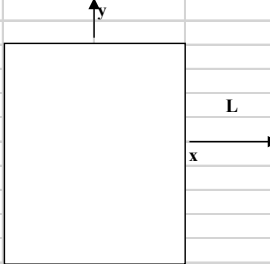
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento terminale (superficie 2.0x0.40x3 m)	7.00		5.80	40.59
Risultante vento str. terminale (superficie 2.6x0.30x3 m)	6.82		3.50	23.88
				<b>64.47</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M <sub>stab</sub> [kN m]
Peso macchinari terminale	6.60	100%	0.50	3.30
Peso struttura terminale	6.75	100%	0.50	3.38
G1 platea	87.00	100%	1.00	87.00
G1 baggioli sp. 60 cm	165.30	100%	0.50	82.65
G1 baggioli sp. 30 cm	82.65	100%	1.65	136.37
G2 riempimento	88.16	0%	1.00	0.00
Sottospinta idraulica	-139.20	100%	1.00	-139.20
				<b>173.50</b>
		M <sub>Sd</sub> /M <sub>stab</sub> =	2.69	> 1.0 OK

**Verifica a scorrimento per vento**

Azioni sollecitanti

	[kN]
Risultante vento terminale (superficie 2.0x0.40x3 m)	7.00
Risultante vento str. terminale (superficie 2.6x0.30x3 m)	6.82
	<b>13.82</b>

	F <sub>Sd</sub> [kN]	25 [%]	F <sub>stab</sub> [kN]	0.30
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari terminale	6.60	100%	1.98	
Peso struttura terminale	6.75	100%	2.02	
G1 platea	87.00	100%	26.05	
G1 baggioli sp. 60 cm	165.30	100%	49.49	
G1 baggioli sp. 30 cm	82.65	100%	24.74	
G2 riempimento	88.16	0%	0.00	
Sottospinta idraulica	-139.20	100%	-41.67	
			<b>62.60</b>	
		F <sub>Sd</sub> /F <sub>stab</sub> =	4.53	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.00	m		
L =	5.80	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	2.20	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	567.40	kN	Azione assiale	
<b>SI</b> N =	358.60	kN	Azione assiale depurata della sottospinta	<b>B</b>
V <sub>x</sub> =	13.82	kN		con peso riempimento
V <sub>y</sub> =	0.00	kN		N = 567.40
M <sub>xx</sub> =	0.00	kNm		senza peso riempimento
M <sub>yy</sub> =	64.47	kNm		N = 452.79
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	<b>SI</b>			
γ =	20.5	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	10.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> =	20.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> ' =	10.5	kN/m <sup>3</sup>		
φ =	38	°		
c' =	0	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	13.82	kN		
F/N =	0.04			
e <sub>x</sub> =	0.18	m	e <sub>y</sub> =	0.00
B' =	1.64	m	L' =	5.80
q = γ' D =	23.1	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	61.35			
N <sub>q</sub> =	48.93			
N <sub>γ</sub> =	78.02			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.06			
s <sub>q</sub> =	1.22			
s <sub>γ</sub> =	0.89			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.93		m =	1.78
i <sub>q</sub> =	0.93			
i <sub>γ</sub> =	0.90			
q <sub>lim</sub> =	1 821	kN/m <sup>2</sup>		
N <sub>lim</sub> =	17 327	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	7533.6			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	21.01	ok		

### 8.3.1. Vasca trasformatore

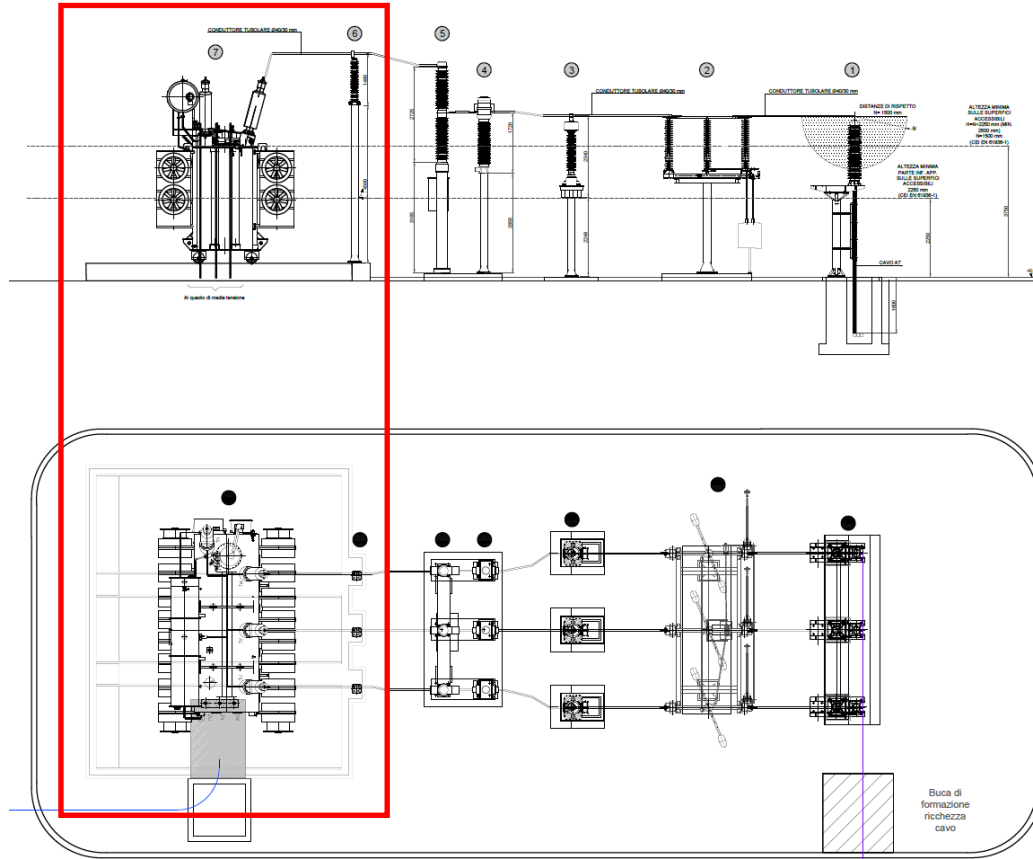


Figura 8.14 – Prospetto e planimetria degli elementi della sottostazione utente.

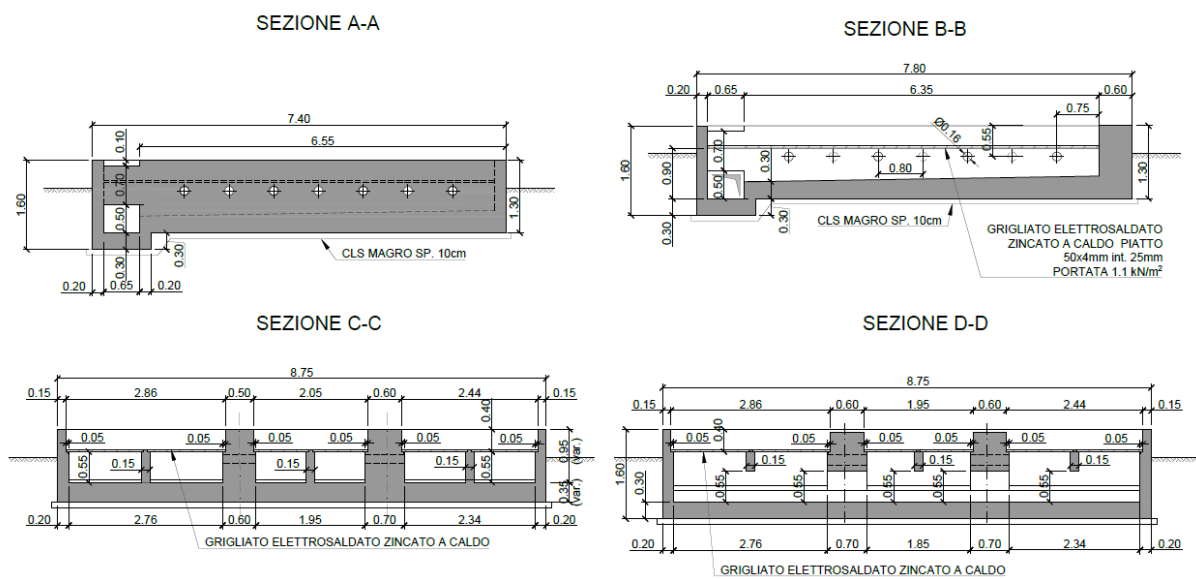


Figura 8.15 – Sezioni vasca trasformatore.



#### DATI ELETTRICI

Potenza nominale:	40000 / 50000	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°:	170/325/650	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:	23600	W
Pcc a 75°C e Sn:	187000	W
Vcc a 75°C e Sn:	12	%
PEI:	>= 99,734 (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):	7200 x 3500 x 5600	mm
Peso trasformatore:	79000	kg
Peso olio:	21000	kg
Parte estraibile:	42000	kg

#### ACCESSORI STANDARD INCLUSI

Commutatore sottocarico completo di comando a motore  
Cassetta centralizzazione ausiliari completa di scaldiglia  
Dispositivo prelievo gas  
Essiccatore al silica-gel per trasformatore  
Essiccatore al silica-gel per CSC  
Indicatore livello olio per trasformatore, con contatti  
Indicatore livello olio per CSC, con contatti  
Valvola scarico olio e attacco inferiore per il trattamento  
Valvola attacco superiore per il trattamento  
Termometro olio a quadrante con contatti  
Rubinetto prelievo campioni olio inferiore  
Relè Buchholz con contatti  
Valvole di intercettazione per relè buchholz  
Valvola di sovrappressione con contatto  
Relè a flusso d'olio per commutatore sottocarico  
Trasformatore con fondo piatto (no ruote)  
Set ventilazione forzata con quadro comando

#### PROVE INCLUSE

Prove di routine accordo CEI

#### NOTE TECNICHE SPECIALI

- 1) Commutatore sottocarico MR Vacutap o equivalente di ABB
- 2) Il trasformatore offerto è in conformità alla normativa CE 548/2014 fase 2
- 3) Isolatori AT: olio-aria a condensatore con esterno in porcellana
- 4) Isolatori MT: standard in porcellana
- 5) Assetto di trasporto preliminare: smontaggio di conservatore, isolatori AT, parte principale con riempimento in olio. LxWxH = 6100x3700x3950 mm - peso = 78000 kg
- 6) Perdite e Impedenza riferite alla potenza di 50 MVA

Figura 8.16 – Dati tecnici 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%; considerando che il trasformatore contiene 21'000 kg di olio (con densità pari a 0.90 kg/lt), la capienza minima della vasca deve essere di circa 28 mc.

In considerazioni delle dimensioni effettive, determinate anche dalla geometria del trasformatore, la capienza della vasca risulta effettivamente di circa 29 mc, adeguata quindi alla necessità.

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 1500 mm.

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 almeno 12.00 kN/mq (equivalente a portata 6.00 kN/mq con luce pari a 2494 mm).

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

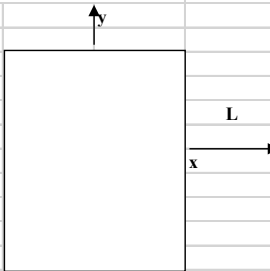
Figura 8.17 – Caratteristiche dei grigliati.

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

Figura 8.18 – Tabelle di portata dei grigliati.

<b>Dimensioni trasformatore [m]</b>					
larghezza Lx	3.50	Lx < Ly			
lunghezza Ly	7.20				
Altezza trasformatore da piano campagna	5.60				
<b>Dimensioni platea [m]</b>					
larghezza Lx	7.80				
lunghezza Ly	8.75				
spessore	0.30				
profondità piano di posa	1.10				
profondità minima falda	1.00				
<b>Analisi dei carichi (valori caratteristici)</b>					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				790.00	2.80
G1 platea	7.50	68.25	=>	511.88	
G1 pareti perimetrali (H 0.80 m)	20.00	6.62	=>	132.40	
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.80 m)	20.00	9.36	=>	187.20	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	15.00	2.34	=>	35.10	
G2 grigliati	0.95	43.05	=>	40.90	
Q su grigliati	11.00	43.05	=>	473.55	
Sottospinta idraulica	0.10	68.25	=>	-68.25	
				0.80	0.10
				-0.40	
	kN/mq	c <sub>t</sub>	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.90	1.80	1.30	-0.65	0.16
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.05				
<b>Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)</b>					
	Risultante [kN]	H <sub>appl.</sub> su fond. [m]	M <sub>rib</sub> [kN m]		
Ris. vento su trasformatore (sup. 7.20x2.90) dir X	78.38	4.10	321.37		
			<b>321.37</b>		
Ris. vento su trasformatore (sup. 3.5x2.90) dir Y	38.10	4.10	156.22		
			<b>156.22</b>		
Risultante sisma su trasformatore	39.50	4.10	161.95		
			<b>161.95</b>		

<b>Verifica a ribaltamento per vento (SLU)</b>				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 7.20x2.90) dir X	117.57		4.40	517.32
				<b>517.32</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	$M_{stab}$ [kN m]
Peso macchinari	1027.00	100%	3.90	4005.30
G1 platea	665.44	100%	3.90	2595.21
G1 pareti perimetrali (H 0.80 m)	172.12	100%	3.90	671.27
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.80 m)	243.36	100%	3.90	949.10
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	45.63	100%	3.90	177.96
G2 grigliati	53.17	0%	3.90	0.00
Sottospinta idraulica	-68.25	100%	3.90	-266.18
				<b>8132.66</b>
		$M_{Sd}/M_{stab} =$	15.72	> 1.0 OK
<b>Verifica a scorrimento per vento (SLU)</b>				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 7.20x2.90) dir X			117.57	
			<b>117.57</b>	
	$F_{Sd}$	<b>25</b>	$F_{stab}$	<b>0.30</b>
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari	1027.00	100%	307.46	
G1 platea	665.44	100%	199.22	
G1 pareti perimetrali (H 0.80 m)	172.12	100%	51.53	
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.80 m)	243.36	100%	72.86	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	45.63	100%	13.66	
G2 grigliati	53.17	0%	0.00	
Sottospinta idraulica	-68.25	100%	-20.43	
			<b>624.30</b>	
		$F_{Sd}/F_{stab} =$	5.31	> 1.1 OK

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				SISMA
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	7.80	m		
L =	8.75	m		
spessore ricoprimento	0	m		
spessore fondaz.	0.30	m		
D =	1.10	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>				
N =	1697.47	kN	Azione assiale senza variabili grigliati	
<b>SI</b> N =	1629.22	kN	Azione assiale depurata della sottospinta <b>B</b>	
V <sub>x</sub> =	39.50	kN		
V <sub>y</sub> =	11.85	kN		
M <sub>xx</sub> =	52.14	kNm		
M <sub>yy</sub> =	173.80	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	<b>SI</b>			
γ =	18.5	kN/m <sup>3</sup>	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	18.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> =	18.5	kN/m <sup>3</sup>		
γ <sub>2</sub> ' =	18.5	kN/m <sup>3</sup>		
φ =	25	°		
c' =	7	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	41.24	kN		
F/N =	0.03			
e <sub>x</sub> =	0.11	m	e <sub>y</sub> = 0.03 m	
B' =	7.59	m	L' = 8.69 m	
q = γ' D =	20.35	kN/m <sup>2</sup>		
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>				
N <sub>c</sub> =	20.72			
N <sub>q</sub> =	10.66			
N <sub>γ</sub> =	10.88			
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>				
s <sub>c</sub> =	1.17			
s <sub>q</sub> =	1.41			
s <sub>γ</sub> =	0.65			
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>				
i <sub>c</sub> =	0.97	m =	1.53	
i <sub>q</sub> =	0.98			
i <sub>γ</sub> =	0.96			
q <sub>lim</sub> =	941	kN/m <sup>2</sup>		
N <sub>lim</sub> =	62 002	kN		
γ <sub>R3</sub> =	2.3			
N <sub>Rd</sub> = N <sub>lim</sub> /γ <sub>R3</sub> =	26957.2			
F <sub>s</sub> = N <sub>Rd</sub> / N =	16.55	ok		