



ENEL CODE

GRE.EEC.R.74.IT.W.15067.00.005.00

PAGE

1 di/of 16

TITLE: CALCOLI PRELIMINARI FONDAZIONI APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE

AVAILABLE LANGUAGE: IT

## IMPIANTO EOLICO MACOMER 2

### CALCOLI PRELIMINARI FONDAZIONI APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



GRE.EEC.R.74.IT.W.15067.00.005.00\_Calcoli preliminari Fondazioni apparecchiature elettromeccaniche.pdf

<b>00</b>	<b>15/12/2021</b>	<b>Prima Emissione</b>			
<b>REV.</b>	<b>DATE</b>	<b>DESCRIPTION</b>	<b>PREPARED</b>	<b>VERIFIED</b>	<b>APPROVED</b>
			<b>E. Napoli</b>	<b>G. Alfano</b>	<b>L. Sblendido</b>

**ENEL VALIDATION**

G. Buonomo

D. Napoli

COLLABORATORS

VERIFIED BY

VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

Macomer 2

**ENEL CODE**

GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION										
<b>GRE</b>	<b>EEC</b>	<b>R</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>W</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

*This document is property of Enel S.p.a.. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel S.p.a.*



ENEL CODE

**GRE.EEC.R.74.IT.W.15067.00.005.00**

PAGE

2 di/of 16

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	3
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	3
<b>3. DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	3
<b>4. MATERIALI</b> .....	5
<b>4.1. Opere in Conglomerato Cementizio</b> .....	5
4.1.1. Cemento.....	6
4.1.2. Aggregati.....	6
4.1.3. Acqua.....	7
4.1.4. Additivi.....	7
4.2. Acciaio per armature .....	7
<b>5. PREDIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI</b> .....	8
<b>5.1. Fondazione per sezionatore</b> .....	8
<b>5.2. Fondazione TV</b> .....	9
<b>5.3. Fondazione Interruttore</b> .....	11
<b>5.4. Fondazione TA</b> .....	11
<b>5.5. Fondazione Scaricatore</b> .....	12
<b>5.6. Fondazione Trasformatore</b> .....	14
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	16



ENEL CODE

**GRE.EEC.R.74.IT.W.15067.00.005.00**

PAGE

3 di/of 16

## 1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo preliminare delle fondazioni apparecchiature elettromeccaniche costituenti la sottostazione utente di trasformazione AT/MT è parte integrante del progetto definitivo dell'impianto Eolico denominato "MACOMER 2" proposto da enel Green Power Italia s.r.l., ubicato nei comuni di Borore (OR) e Santu Lussurgiu (OR). L'impianto prevede l'installazione di N.8 Aerogeneratori, di potenza nominale pari a 6 MW, per una potenza nominale complessiva di 48 MW .

La seguente relazione di calcolo ha lo scopo di riportare un predimensionamento delle opere di fondazione delle apparecchiature elettromeccaniche che costituiscono la nuova Stazione Elettrica di trasformazione.

In fase esecutiva, le ipotesi e le prescrizioni contenute nella presente relazione dovranno essere necessariamente verificate.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il predimensionamento delle opere di fondazione delle apparecchiature elettromeccaniche è stato condotto in accordo alle seguenti norme:

- **Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)**, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica;
- **Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)**, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- **D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 Suppl. Ord.)**, Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni;
- **Circolare 11 febbraio 2019- n. 7/2019 del C.S.LL.PP**, Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- **Deliberazione della Giunta regionale 2 marzo 2004, n. 153 L.R. 20/00 - O.P.C.M. 3274/03** – Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti - Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi.

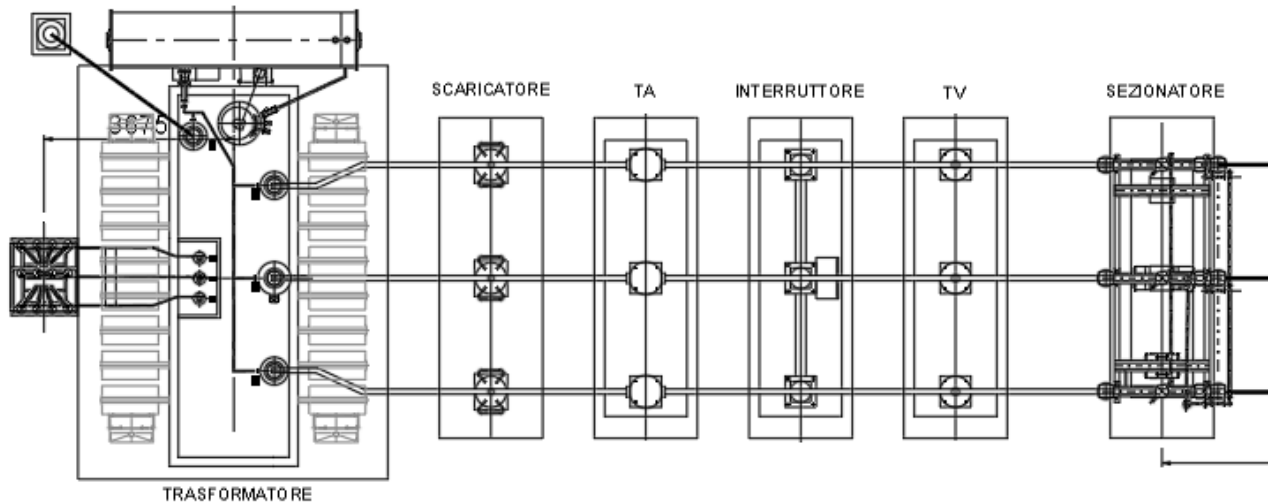
## 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Come già anticipato, nella presente relazione verrà illustrato il predimensionamento delle opere di fondazione delle apparecchiature elettromeccaniche della Sottostazione utente di Trasformazione AT/MT. Si riporta di seguito la planimetria elettromeccanica, maggiori dettagli relativi alla

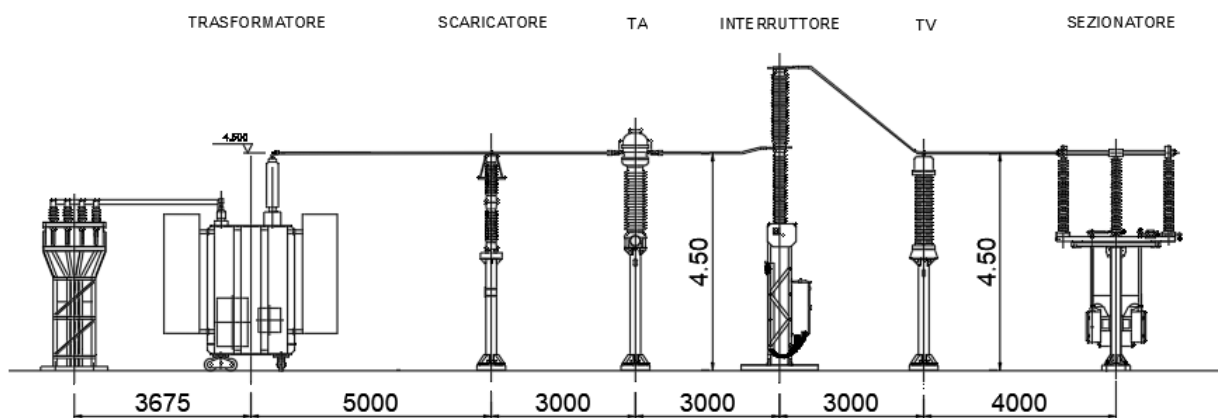
configurazione elettromeccanica sono riportati agli elaborati grafici "GRE.EEC.D.74.IT.W.15066.00.014.01\_Planimetria Elettromeccanica Sottostazione MT/AT" e "GRE.EEC.D.74.IT.W.15066.00.001.02\_Sezioni elettromeccaniche sottostazione 150/33 kV".

Le apparecchiature elettromeccaniche oggetto di predimensionamento di questa relazione sono:

- SEZIONATORE;
- TV;
- INTERRUTTORE;
- TA;
- SCARICATORE;
- TRASFORMATORE;



**Figure 1: Planimetria Sottostazione Stallo trasformatore 150/33kV**



**Figure 2: Sezione AA elettromeccanica SSE Stallo trasformatore 150/33kV**

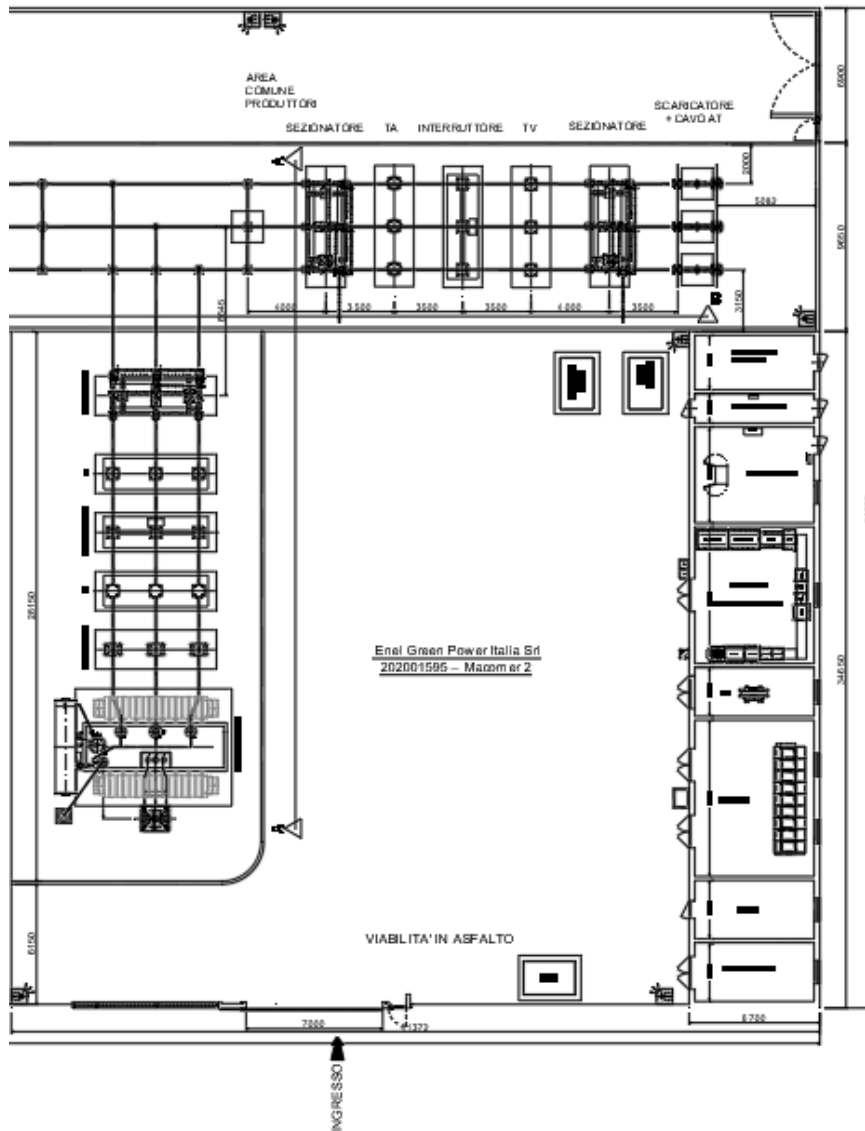


Figure 3: Planimetria Elettromeccanica SSE Macomer 2 150/33 kV

## 4. MATERIALI

### 4.1. Opere in Conglomerato Cementizio

I conglomerati cementizi sono suddivisi in vari tipi in base allo specifico impiego, al dosaggio di cemento e/o al valore di resistenza, espresso come resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$ .

Si conviene che un determinato conglomerato appartiene al tipo richiesto quando rispetta il corrispondente valore della resistenza caratteristica, essendo qualificato, confezionato, posto in opera, maturato e controllato, con esiti positivi, secondo quanto prescritto nel presente capitolo.

Le caratteristiche del calcestruzzo rispetteranno le leggi vigenti, in particolare Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", la norma UNI-EN 206-1 e tutte le norme ad essa correlate. Si farà anche riferimento alle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici-Servizi Tecnici Centrali del 2017. Il progetto potrà richiedere una miscela prescrivendo



caratteristiche di prestazione aggiuntive ai sensi delle norme (UNI EN 206-1; Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018 “Norme Tecniche Per Le Costruzioni”) in particolare:

- classe di resistenza a compressione, C32/40 per le fondazioni superficiali;
- classe di esposizione riferita a condizioni ambientali ordinarie (XC2)
- dimensione nominale massima degli aggregati (Dmax32);
- classe di consistenza o come valore di riferimento (S4);
- calcestruzzo del magrone di sottofondazione di classe C12/15.

#### 4.1.1. Cemento

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 («Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi») e successive modifiche. Si citano in particolare la Direttiva 89/106/CEE del 21 dicembre 1988 ed il decreto attuativo D.P.R. n. 246 del 21 aprile 1993, UNI-EN 197-1 (marcatura CE) ed il, Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018 “Norme Tecniche Per Le Costruzioni”.

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Di norma è impiegato cemento tipo Portland normale 325 ma, su richiesta del Committente, possono essere impiegati cemento Portland ad alta resistenza e/o altri cementi previsti dalla citata legge. I cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno, se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018 “Norme Tecniche Per Le Costruzioni”.

Non è consentito mescolare fra loro cementi di diverso tipo, classe e provenienza; per ciascuna opera deve essere impiegato un unico tipo di cemento (tipo, classe, produttore e stabilimento di produzione).

#### 4.1.2. Aggregati

Gli aggregati devono essere fisicamente sani, non gelivi e devono possedere resistenza alla compressione nettamente superiore a quella massima prevista per il conglomerato cementizio, inoltre devono essere privi di limo e di parti organiche e non devono contenere sostanze che contribuiscano al decadimento del conglomerato o che reagiscano con gli alcali del cemento. Gli aggregati devono essere conformi alla norma UNI EN 12620 ed essere in possesso dell'attestato di conformità (marchio CE). I relativi limiti di accettazione e le modalità di prova sono quelli riportati nelle norme UNI 8520. La dimensione massima degli aggregati deve essere la più



adeguata in relazione alle caratteristiche del getto e alla densità e disposizione dell'armatura o degli inserti, gli aggregati devono essere suddivisi nel numero di classi granulometriche necessarie a garantire costantemente il rispetto della curva granulometrica prefissata. La dimensione massima degli aggregati, determinata su vagli a maglia quadra, deve essere la maggiore possibile in relazione alle caratteristiche del getto e comunque non deve superare il 70% della distanza minima tra i ferri di armatura, non deve superare 1/5 della dimensione minima delle sezioni di getto e non deve superare normalmente i 31,5 mm. Gli aggregati devono essere suddivisi in un numero di classi (almeno 3) e il loro assortimento dovrà garantire costantemente il rispetto della curva granulometrica progettata. Le singole classi non devono contenere sottoclassi (frazioni granulometriche che appartengono alle classi inferiori) in misura superiore al 15% e sopraclassi (frazioni granulometriche che appartengono alle classi superiori) in misura superiore al 10% della classe stessa. Durante il trasporto e la conservazione degli aggregati devono essere adottate particolari cautele per assicurare la costanza del contenuto d'acqua, della granulometria e per evitare fenomeni di separazione e frantumazione o la contaminazione con sostanze estranee.

#### 4.1.3. Acqua

L'acqua d'impasto deve essere limpida, dolce, non aggressiva e non deve contenere sostanze organiche, grassi, né cloruri o solfati in percentuali dannose; non è accettabile acqua con pH inferiore a 6,5. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, deve essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

#### 4.1.4. Additivi

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo UNI EN 206-1 e UNI EN 934- 2/6.

Gli additivi saranno approvvigionati in confezioni integre, conservati e dosati secondo le istruzioni del Produttore, purché conformi alle prescrizioni delle Norme UNI 10765, UNI EN 934, UNI 7120. Il calcestruzzo così prodotto sarà sottoposto a prove di caratterizzazione per assicurare il mantenimento delle caratteristiche prestazionali.

## 4.2. **Acciaio per armature**

Le armature risponderanno ai requisiti generali e alle caratteristiche prestazionali dell'acciaio saldabile per cemento armato definiti dalle leggi vigenti e dalle norme armonizzate UNI 10080, 10025, 10219. Per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio armato è richiesto di norma l'impiego di acciaio ad aderenza migliorata: del tipo B450C.



ENEL CODE

**GRE.EEC.R.74.IT.W.15067.00.005.00**

PAGE

8 di/of 16

È ammesso, per elementi di diametro compreso fra 5 e 10 mm l'uso dell'acciaio EN10080-B450A. Gli acciai ad aderenza migliorata devono essere controllati in stabilimento sistematicamente e/o su singole colate, in conformità alle norme di legge. Le barre devono essere conservate, separate per tipo e per diametro, accatastate in modo tale da evitare corrosioni e distorsioni nelle barre stesse.

L'Appaltatore deve eseguire le prove di qualificazione e le prove in corso d'opera prescritte dalla legge e secondo le norme UNI 15360-1. Il prelievo dei campioni in cantiere deve essere eseguito alla presenza del Committente. Per ogni partita di materiali l'Appaltatore deve presentare i seguenti certificati: di provenienza, di collaudo in stabilimento, di controlli sistematici e sulla colata in stabilimento, delle prove eseguite presso laboratori ufficiali. Inoltre, le barre ad aderenza migliorata soggette a controlli su singola colata, all'atto del ricevimento, devono essere contraddistinte mediante legatura sigillata munita di etichetta metallica sulla quale figurino il numero della colata.

Nel caso in cui sia prevista la giunzione delle barre mediante saldatura deve essere preventivamente eseguita l'analisi chimica dei materiali.

Per il sollevamento e posizionamento delle barre giuntate a piè d'opera, devono essere adottati opportuni sistemi di irrigidimento, per non sottoporre a flessione le giunzioni. Le armature devono mantenere, durante il getto del conglomerato, la forma e le posizioni stabilite nei disegni; a tal fine l'Appaltatore deve impiegare opportuni sistemi di irrigidimento, nonché idonei distanziatori e/o sostegni in acciaio od in conglomerato cementizio.

In particolare, si dovrà fare particolare attenzione a che le parti esterne di detta armatura vengano rivestite del prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro). Non è consentito l'irrigidimento delle armature nelle posizioni previste mediante saldature e/o punti di saldatura. L'Appaltatore deve dare notizia al Committente dell'avvenuto posizionamento dell'armatura con congruo anticipo rispetto all'inizio del getto del conglomerato cementizio. Non è consentito, per i diametri superiori a 10 mm, l'impiego di barre che siano state piegate e successivamente raddrizzate; inoltre non sono consentiti adattamenti o piegature delle barre all'atto della posa. Per ogni tipo di acciaio le giunzioni, quando non siano espressamente indicate in progetto, devono essere nel numero minimo possibile in relazione alla lunghezza commerciale delle armature e comunque devono essere evitate giunzioni in zona tesa; in ogni caso le giunzioni devono risultare opportunamente sfalsate. La giunzione delle barre e delle reti, di norma, deve essere eseguita per sovrapposizione con legature doppie e incrociate mediante filo di ferro

## **5. PREDIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI**

### **5.1. Fondazione per sezionatore**

La fondazione del Sezionatore è in calcestruzzo armato C32/40 ed ha dimensioni in pianta



6,60x3,00 metri. La Classe di esposizione considerata è XC2 e si considera un copriferro pari a 4 cm.

<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI SOTTOFONDAZIONE</b>	<b>C 12/15</b>
<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI FONDAZIONE</b>	<b>C 32/40</b>
<b>ACCIAIO PER ARMATURE</b>	<b>B450 C</b>
<b>COPRIFERRO</b>	<b>4 cm</b>
<b>RAPPORTO ACCIAIO/CLS</b>	<b>60 kg/mc</b>

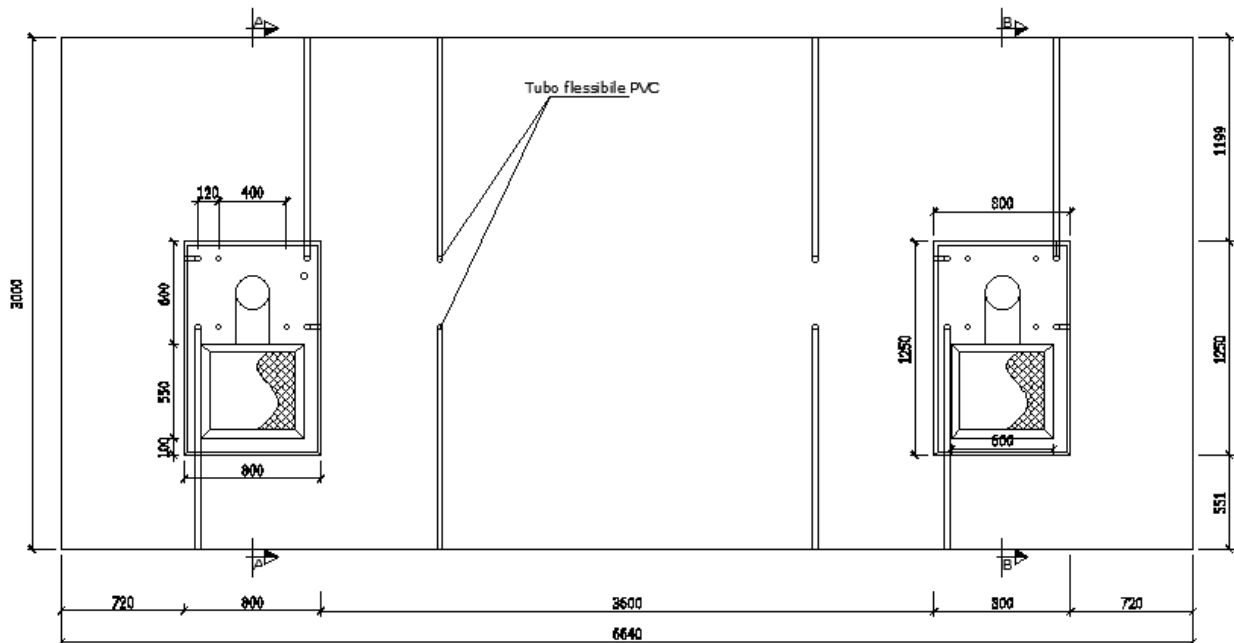


Figure 4: Pianta fondazione Sezionatore 150 kV

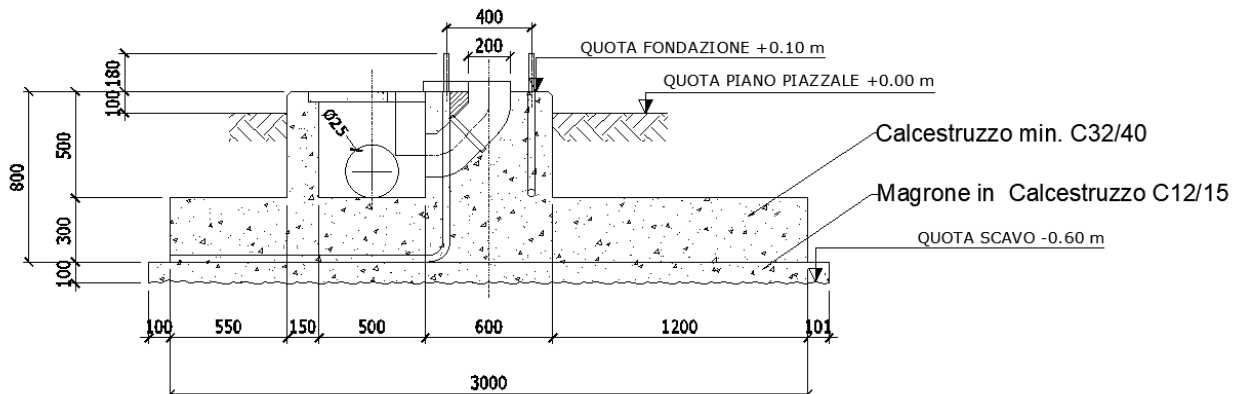


Figure 5: Sezione A-A Sezionatore 150kV

## 5.2. Fondazione TV

Il sistema di fondazioni del TV è costituito da un plinto a pianta rettangolare dalle dimensioni di 5,20x3,00 metri in Calcestruzzo armato di classe C32/40. La Classe di esposizione considerata è

XC2 e si considera un copriferro pari a 4 cm.

<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI SOTTOFONDAZIONE</b>	<b>C 12/15</b>
<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI FONDAZIONE</b>	<b>C 32/40</b>
<b>ACCIAIO PER ARMATURE</b>	<b>B450 C</b>
<b>COPRIFERRO</b>	<b>4 cm</b>
<b>RAPPORTO ACCIAIO/CLS</b>	<b>60 kg/mc</b>

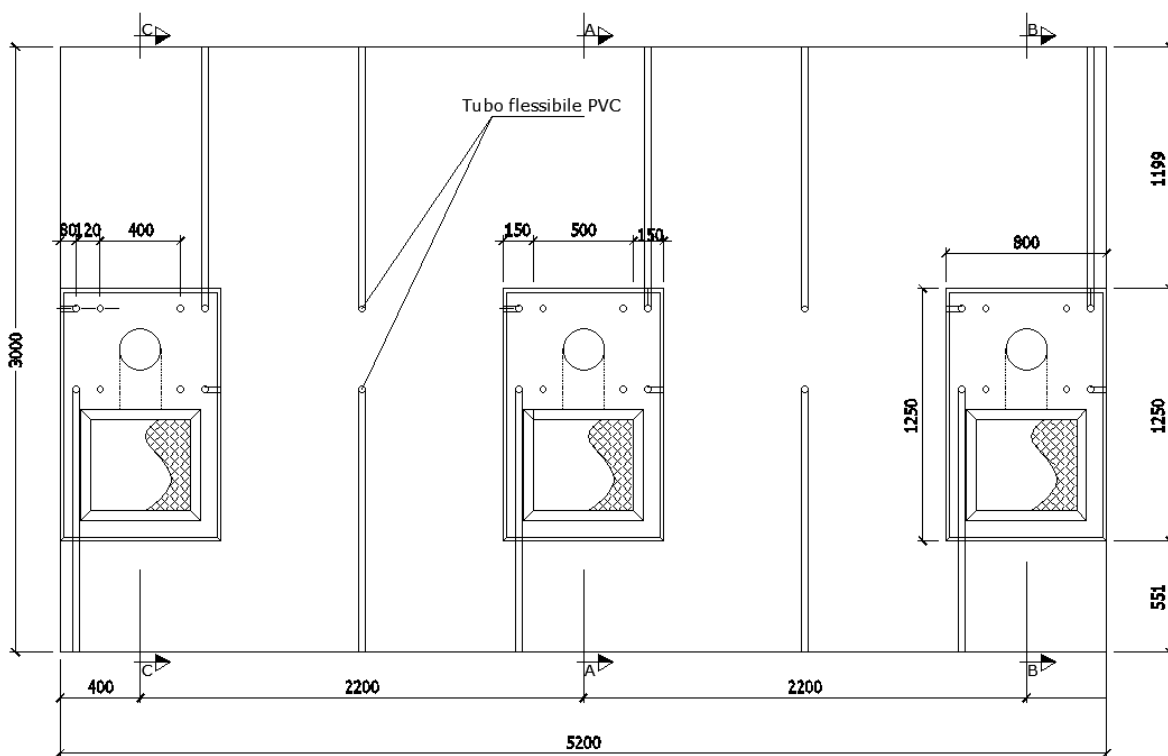


Figure 6: Pianta Fondazione TV 150kV

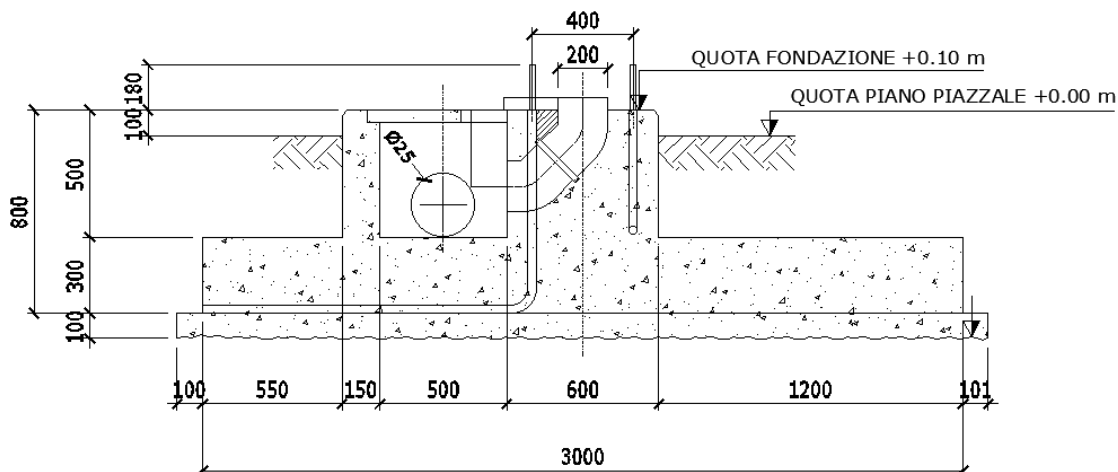


Figure 7: Sezione 1-1 TV 150kV

### 5.3. Fondazione Interruttore

La fondazione dell'interruttore 150 kv è di tipo plinto rettangolare dalle dimensioni 8,45x1,80 metri in calcestruzzo armato C32/40. La Classe di esposizione considerata è XC2 e si considera un copriferro pari a 4 cm. Tale fondazione presenta un incavo centrale per la raccolta delle acque.

<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI SOTTOFONDAZIONE</b>	<b>C 12/15</b>
<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI FONDAZIONE</b>	<b>C 32/40</b>
<b>ACCIAIO PER ARMATURE</b>	<b>B450 C</b>
<b>COPRIFERRO</b>	<b>4 cm</b>
<b>RAPPORTO ACCIAIO/CLS</b>	<b>60 kg/mc</b>

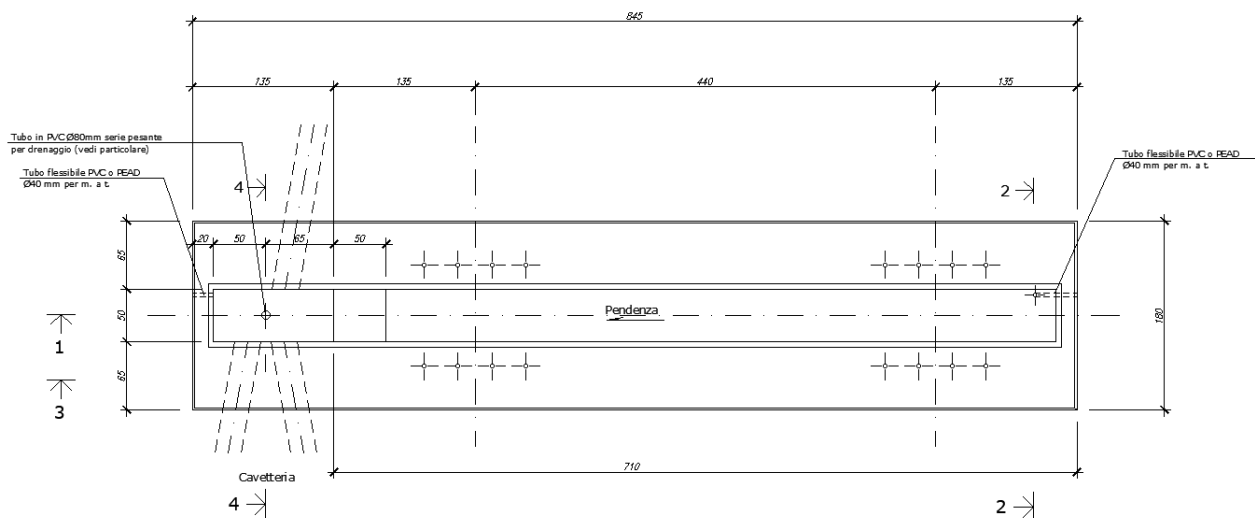


Figure 8: Pianta Fondazione Interruttore 150 kv

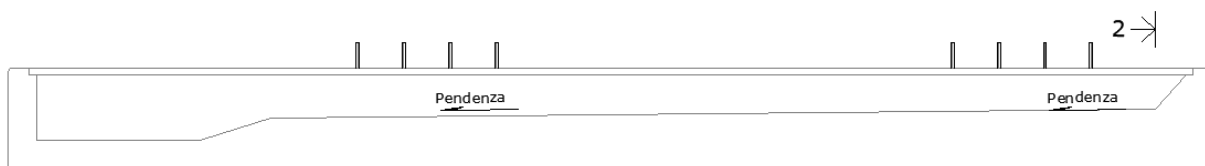


Figure 9: Sezione 1-1 Fondazione Interruttore 150 kv

### 5.4. Fondazione TA

Il sistema di fondazioni del TA è costituito da un plinto a pianta rettangolare dalle dimensioni di 5,20x3,00 metri in Calcestruzzo armato di classe C32/40. La Classe di esposizione considerata è XC2 e si considera un copriferro pari a 4 cm.

<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI SOTTOFONDAZIONE</b>	<b>C 12/15</b>
<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI FONDAZIONE</b>	<b>C 32/40</b>
<b>ACCIAIO PER ARMATURE</b>	<b>B450 C</b>
<b>COPRIFERRO</b>	<b>4 cm</b>

RAPPORTO ACCIAIO/CLS

60 kg/mc

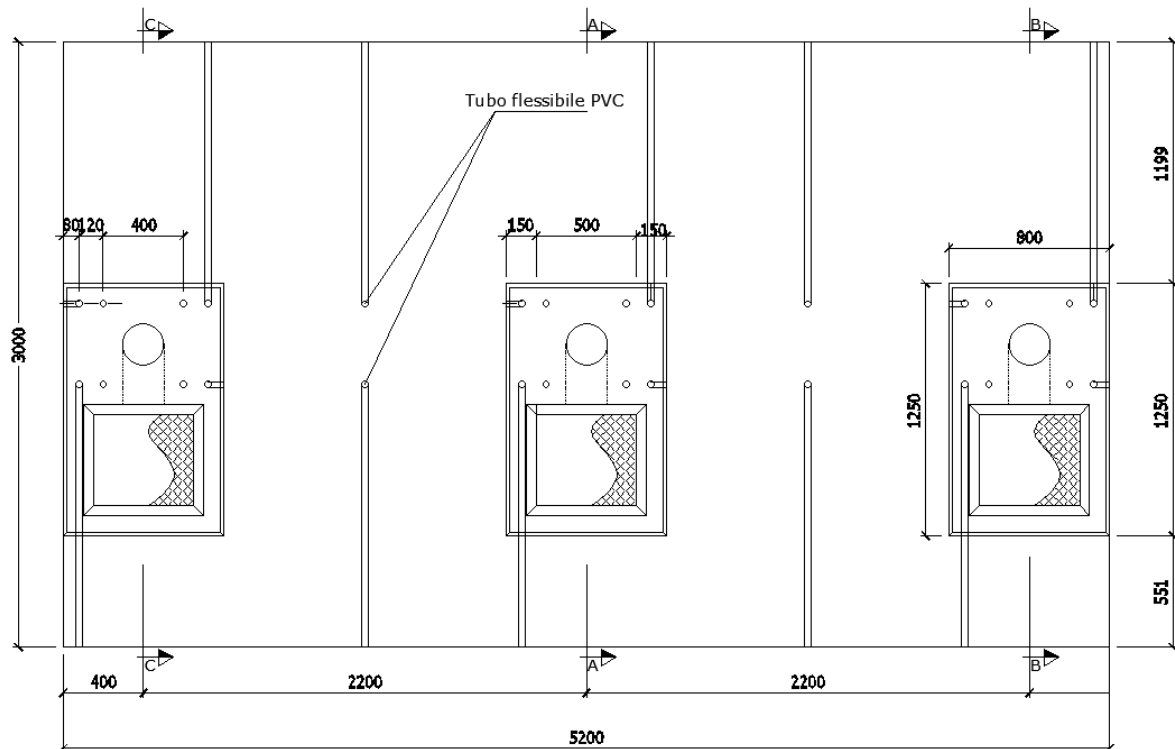


Figure 10: Pianta Fondazione TA 150kV

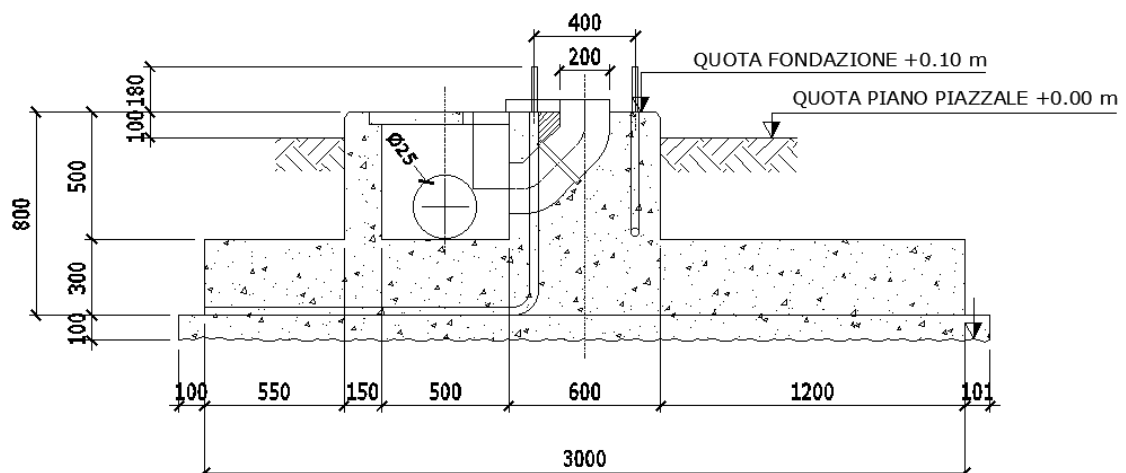


Figure 11: Sezione 1-1 fondazione TA 150 kV

### 5.5. Fondazione Scaricatore

Il sistema di fondazioni dello Scaricatore è costituito da una terna di plinti a pianta quadrata dalle dimensioni di 1,60x1,60 metri in Calcestruzzo armato di classe C32/40. La Classe di esposizione considerata è XC2 e si considera un copriferro pari a 4 cm.

CALCESTRUZZO PER GETTO DI SOTTOFONDAZIONE	C 12/15
CALCESTRUZZO PER GETTO DI FONDAZIONE	C 32/40
ACCIAIO PER ARMATURE	B450 C
COPRIFERRO	4 cm
RAPPORTO ACCIAIO/CLS	60 kg/mc

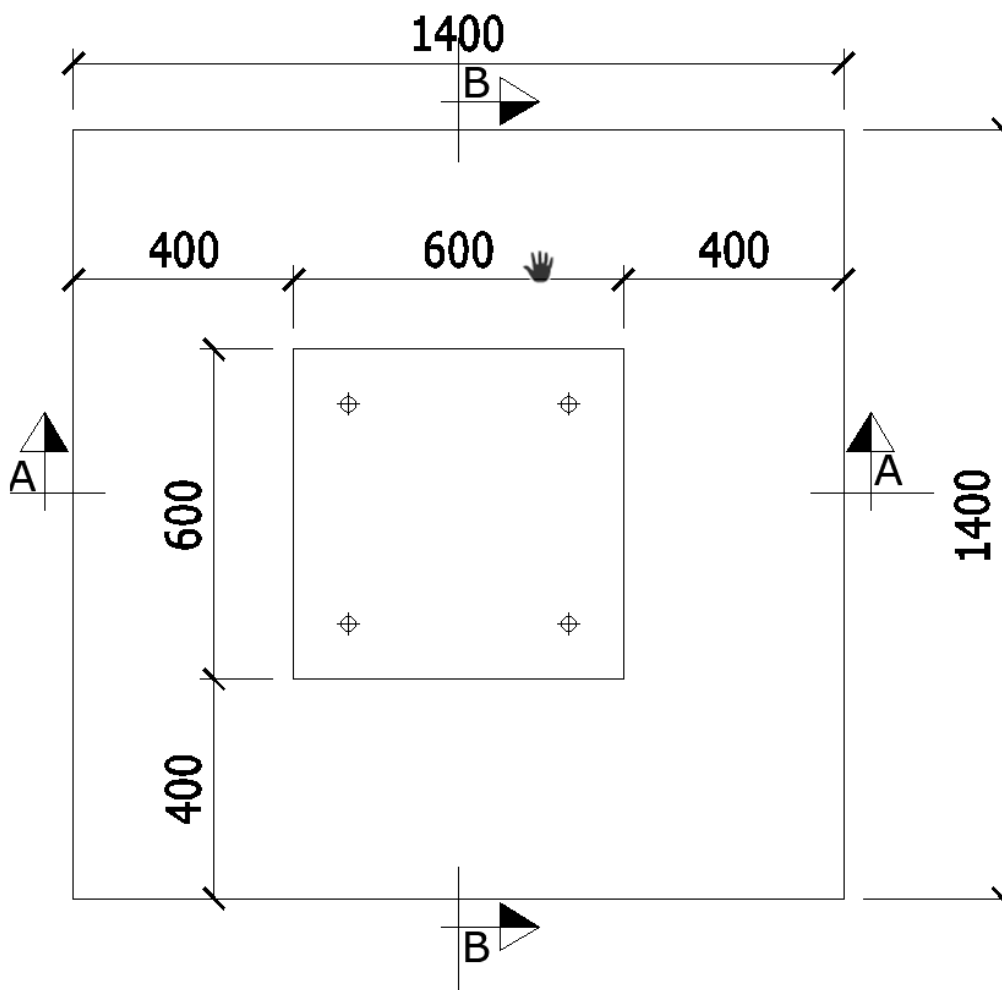


Figure 12: Pianta fondazione Scaricatore 150kV

SEZIONE A-A/SEZIONE B-B  
SCALA 1 : 25

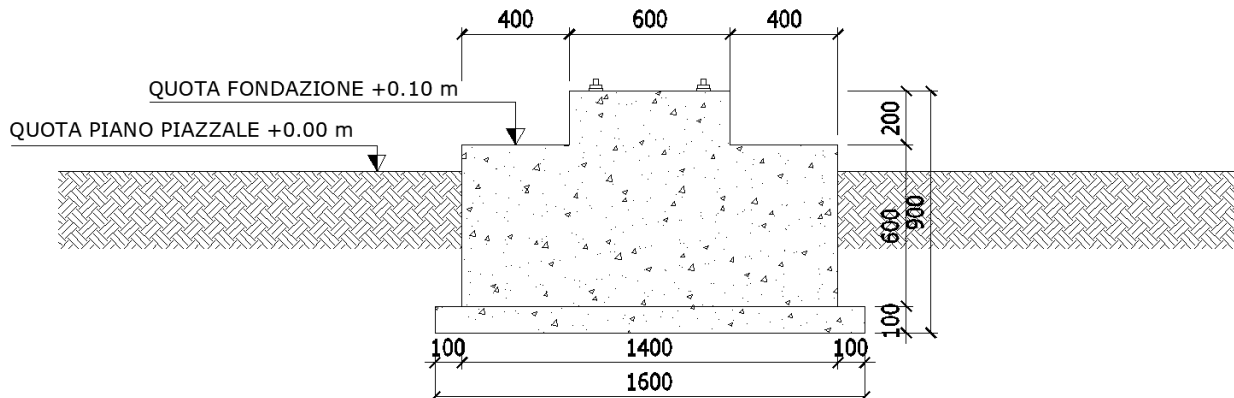


Figure 13: Sezione 1-1 fondazione Scaricatore 150 Kv

## 5.6. Fondazione Trasformatore

La fondazione del trasformatore 150 kV è rappresentata da una vasca con dimensioni in pianta pari a 8,40x5,85 metri in calcestruzzo armato C32/40. La vasca presenta degli incavi per l'eventuale raccolta dell'olio del trasformatore. La Classe di esposizione considerata è XC2 e si considera un copriferro pari a 4 cm.

<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI SOTTOFONDAZIONE</b>	<b>C 12/15</b>
<b>CALCESTRUZZO PER GETTO DI FONDAZIONE</b>	<b>C 32/40</b>
<b>ACCIAIO PER ARMATURE</b>	<b>B450 C</b>
<b>COPRIFERRO</b>	<b>4 cm</b>
<b>RAPPORTO ACCIAIO/CLS</b>	<b>60 kg/mc</b>

PIANTA - VASCA TRASFORMATORE  
SCALA 1 : 25

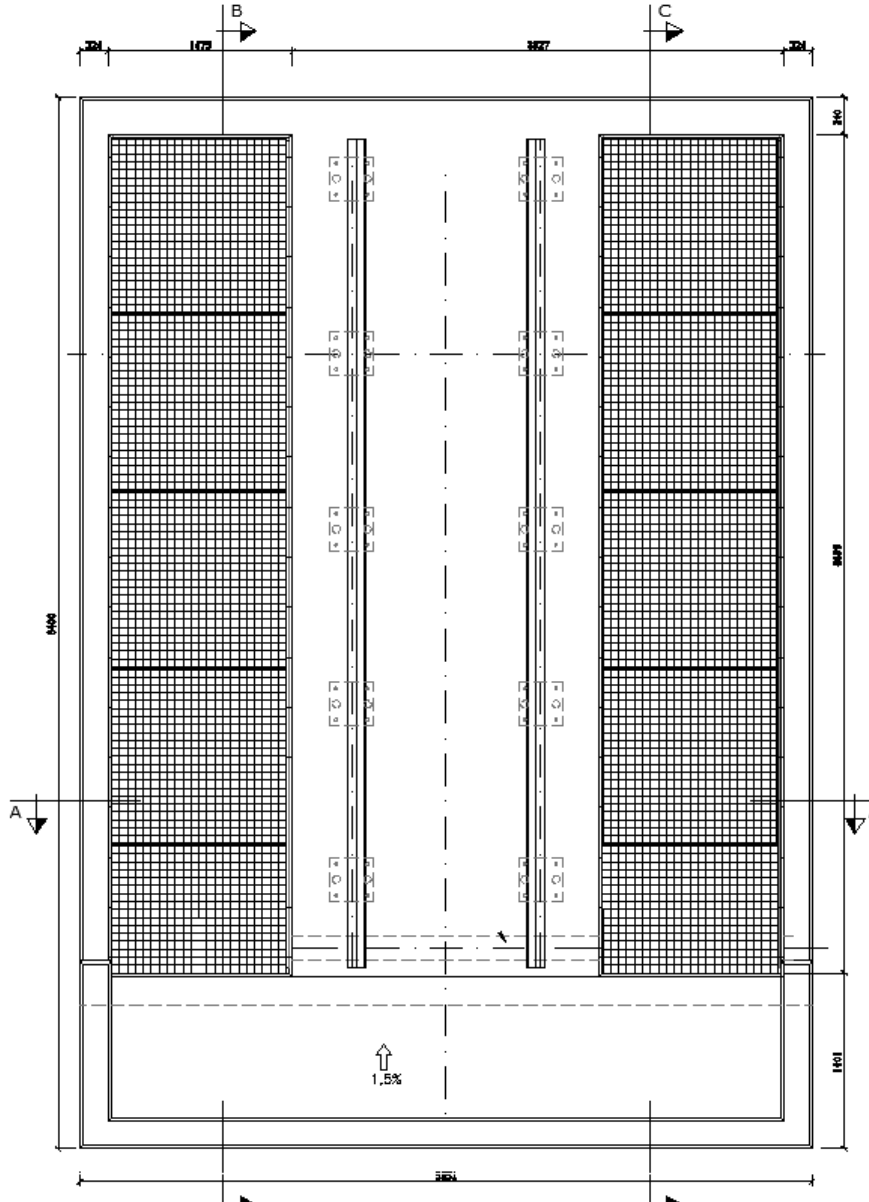


Figure 14: Pianta Fondazione Trasformatore 150 kV

SEZIONE B-B / SEZIONE C-C  
SCALA 1 : 25

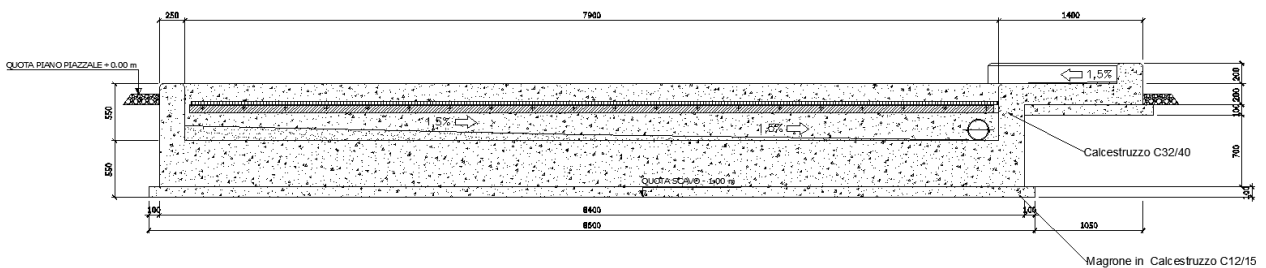


Figure 15: Sezione B-B e C-C Fondazione Trasformatore 150 kV

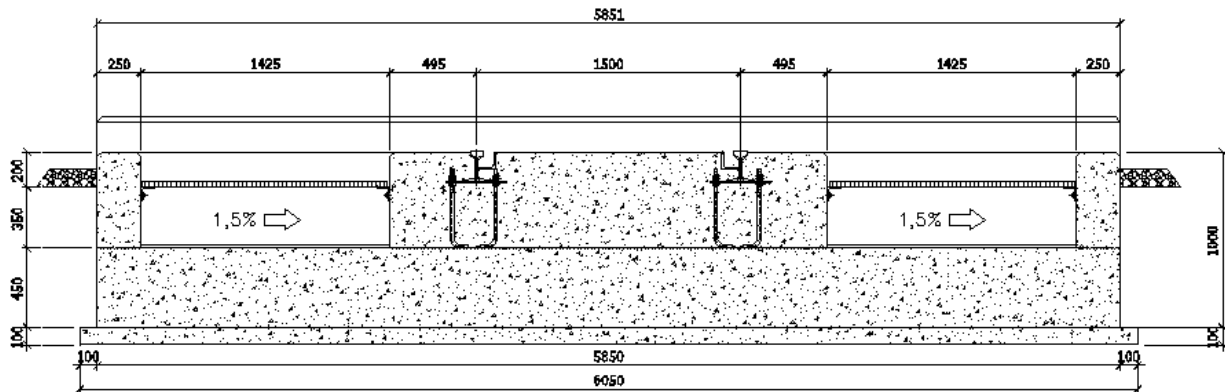
SEZIONE A-A  
 SCALA 1 : 25


Figure 16: Sezione A-A Fondazione Trasformatore 150 kV

## 6. CONCLUSIONI

Il predimensionamento delle Opere di fondazione esposto nei capitoli precedenti della presente relazione è stato effettuato considerando le caratteristiche geometriche delle apparecchiature elettromeccaniche, e nei rispetti delle prescrizioni delle norme espresse al Cap. 2.

In fase esecutiva, tali opere dovranno essere verificate secondo quanto richiesto dalle attuali norme tecniche per le Costruzioni (D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018). Inoltre, dovrà essere verificata la compatibilità geotecnica con il terreno in situ. Infatti, nelle successive fasi progettuali dovranno essere dettagliate le caratteristiche geolitologiche, geotecniche e sismostratigrafiche mediante una campagna di indagini appositamente realizzata, il cui scopo precipuo sarà dettagliare i litotipi presenti (le formazioni geologiche presenti sono alquanto variabili) e fornirà i parametri geotecnici di progetto. Solo a valle delle indagini in situ le verifiche geotecniche assumeranno valore definitivo ed affidabile.