

**LAVORI DI COLLEGAMENTO TRA LA S.S.11 A MAGENTA E LA TANGENZIALE OVEST DI MILANO**

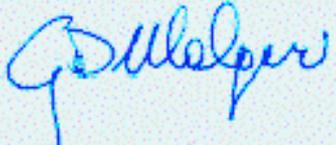
**VARIANTE DI ABBIATEGRASSO E ADEGUAMENTO IN SEDE DEL TRATTO ABBIATEGRASSO-VIGEVANO FINO AL PONTE SUL FIUME TICINO**

**1° STRALCIO DA MAGENTA A VIGEVANO - TRATTA C**

**PROGETTO ESECUTIVO**

 <p>Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4863 W)</p>	 <p>Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211</p>	<p>ING. RENATO DEL PRETE</p> <p>Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</p>	 <p>Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</p>	 <p>Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</p>
	 <p>Società designata: <b>GA&amp;M</b></p> <p>Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</p>	<p>SETAC Srl Servizi &amp; Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni</p> <p>Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</p>	<p>ARKE' INGEGNERIA S.r.l. Via Impresatore Trabiano n° 70126 Bari</p> <p>Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</p>	<p>DOTT. GEOL. DANILLO GALLO</p> <p>Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</p>

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO



Dott. Ing. Giuseppe Danilo MALGERI

INTEGRATORE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



Ing. Valerio BAJETTI

GEOLOGO



Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE



Ing. Gianluca CICIRIELLO

**I001**

**I - PROGETTO STRUTTURALE - MURI DI SOSTEGNO**

10 - ELABORATI GENERALI

RELAZIONE TECNICA

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.</p> <p><b>LO203</b>      <b>E</b>      <b>1801</b></p>		<p>NOME FILE</p> <p>I001-T00S00STRRE01_B.dwg</p>		<p>REVISIONE</p> <p><b>B</b></p>	<p>SCALA:</p> <p>-----</p>
<p>CODICE ELAB.</p> <p><b>T00OS00STRRE01</b></p>					
<b>C</b>					
<b>B</b>	EMISSIONE A SEGUITO DI RAPPORTO INTERMEDIO DI VERIFICA ITCF-C186001-14-ATF-RA-00001	FEBBRAIO 2019	ING. GIUSEPPE CRISÀ	ING. GAETANO RANIERI	ING. VALERIO BAJETTI
<b>A</b>	EMISSIONE	SETTEMBRE 2018	ING. GIUSEPPE CRISÀ	ING. GAETANO RANIERI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
3	UNITA' DI MISURA .....	2
4	MATERIALI .....	3
4.1	Calcestruzzo – Muri a “L” .....	3
4.1.1	Calcestruzzo per opere di sottofondazione .....	3
4.1.2	Calcestruzzo per le opere di fondazione .....	3
4.1.3	Calcestruzzo per le opere in elevazione .....	3
4.2	Acciaio .....	4
4.2.1	Acciaio per armatura lenta .....	4
5	TIPOLOGIA 1 - MURI DI SOTTOSCARPA A “L” .....	5
6	TIPOLOGIA 2 - MURI DI SOTTOSCARPA SU PALI DIRETTAMENTE POSIZIONATI SULL'ARGINELLO.....	6
7	TIPOLOGIA 3 - MURI A “U” .....	7
7.1	Muro ad “U” OS04 .....	7
7.2	Muro ad “U” OS05, OS06 E OS07 .....	8

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica generale riporta la descrizione e i principali criteri di progettazione adottati per il dimensionamento e le verifiche strutturali e geotecniche dei muri nell'ambito del progetto esecutivo "Lavori di collegamento tra la S.S. n.11 a Magenta e la tangenziale Ovest di Milano – Variante di Abbiategrasso ed adeguamento in sede del tratto Abbiategrasso-Vigevano fino al ponte sul fiume Ticino".

In via generale il presente progetto prevede al suo interno 3 tipologie essenziali di muri:

- Tipologia 1 - Muri di sottoscarpa a "L" (OS03);
- Tipologia 2 - Muri di sottoscarpa su pali direttamente posizionati sull'arginello (OS01);
- Tipologia 3 - Muri a "U" (OS04 - OS05 - OS06 - OS07).

A seguire tali tipologie sono descritte con maggior dettaglio.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è stato redatto in osservanza delle seguenti Normative Tecniche:

- **Legge 05/01/1971 n.1086** → Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- **Legge 02/02/1974 n. 64** → Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- **DM 17/01/2018** → Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- **UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2 – Parte 1)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Regole generali
- **UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2 – Parte 2)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Ponti
- **UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2015** → Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- **UNI EN 206-1:2016** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- **UNI 11104** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- **Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. Linee guida sul calcestruzzo strutturale**

## 3 UNITA' DI MISURA

Nei calcoli è stato fatto uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi:  $\text{kN/m}^2$ ,  $\text{kN/m}$ ,  $\text{kN}$
- per i momenti:  $\text{kNm}$
- per i tagli e sforzi normali:  $\text{kN}$
- per le tensioni:  $\text{N/mm}^2$
- per le accelerazioni:  $\text{m/sec}^2$

## 4 MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO – MURI A “L”

#### 4.1.1 CALCESTRUZZO PER OPERE DI SOTTOFONDAZIONE

Per le opere di sottofondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C12/15** e classe di esposizione **X0**.

Tale calcestruzzo non ha valenza strutturale e quindi non se ne riportano le caratteristiche meccaniche.

#### 4.1.2 CALCESTRUZZO PER LE OPERE DI FONDAZIONE

Per le opere di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C28/35** e classe di esposizione **XC2**.

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018

Classe di resistenza del calcestruzzo	C28/35		
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	<b>35,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	<b>29,05</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	$f_{cm}$	<b>37,05</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	<b>16,46</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione	$f_{ctm}$	<b>2,83</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	<b>1,98</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	<b>1,32</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	<b>33.721,65</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico medio	$E_{cm}$	<b>31.670,36</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]

A favore di sicurezza nelle verifiche strutturali viene utilizzato un calcestruzzo di classe di resistenza inferiore: **C25/30**.

#### 4.1.3 CALCESTRUZZO PER LE OPERE IN ELEVAZIONE

Per le opere in elevazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** e classe di esposizione **XF2**.

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018

Classe di resistenza del calcestruzzo	C32/40		
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	<b>40,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	<b>33,20</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	$f_{cm}$	<b>41,20</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	<b>18,81</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione	$f_{ctm}$	<b>3,10</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	<b>2,17</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	<b>1,45</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	<b>36.049,97</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico medio	$E_{cm}$	<b>32.811,24</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]

Per le elevazioni dei muri sono state previste una classe di esposizione XF2 essendo elementi esposti direttamente e indirettamente agli agenti disgelanti.

Solo per le elevazioni del muro **OS04** è stata prevista una classe di esposizione ambientale **XF4** essendo la parte direttamente esposta agli spruzzi ed essendo la zona soggetta a innevamento frequente.

A favore di sicurezza nelle verifiche strutturali viene utilizzato un calcestruzzo di classe di resistenza inferiore: **C25/30**.

## 4.2 ACCIAIO

### 4.2.1 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

Per le armature lente è stato previsto un acciaio del tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

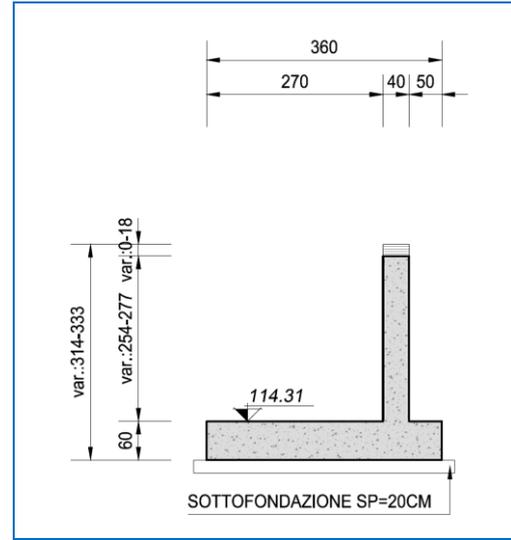
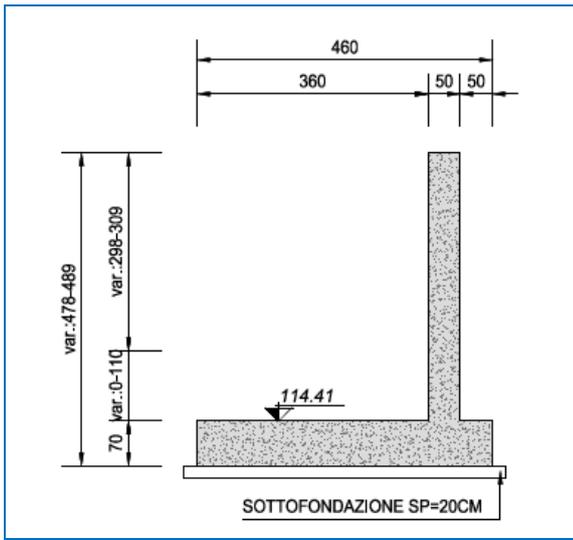
- $f_{t,k}$  = 540,00 N/mm<sup>2</sup> (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k}$  = 450,00 N/mm<sup>2</sup> (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d}$  = 391,30 N/mm<sup>2</sup> (tensione di snervamento di calcolo -  $\gamma_c=1,15$ )
- $E_s$  = 210.000,00 N/mm<sup>2</sup> (modulo elastico istantaneo)

## 5 TIPOLOGIA 1 - MURI DI SOTTOSCARPA A "L"

Tra la progressiva 3+360 e la progressiva 3+240, per una lunghezza di 125,60 m, è presente un muri di contenimento della scarpata, con estradosso elevazione posto in corrispondenza della banca del rilevato dell'asse principale.

Il muro in esame presenta essenzialmente due tipologie costruttive:

- ciabatta di fondazione di larghezza pari a 460cm e spessore pari a 70cm ed elevazioni spessore pari a 50cm;
- ciabatta di fondazione di larghezza pari a 360cm e spessore pari a 60cm ed elevazioni spessore pari a 40cm.



A tergo del paramento è prevista la realizzazione di un drenaggio per evitare la formazione di sovra-pressione legate ad un non corretto smaltimento delle acque.

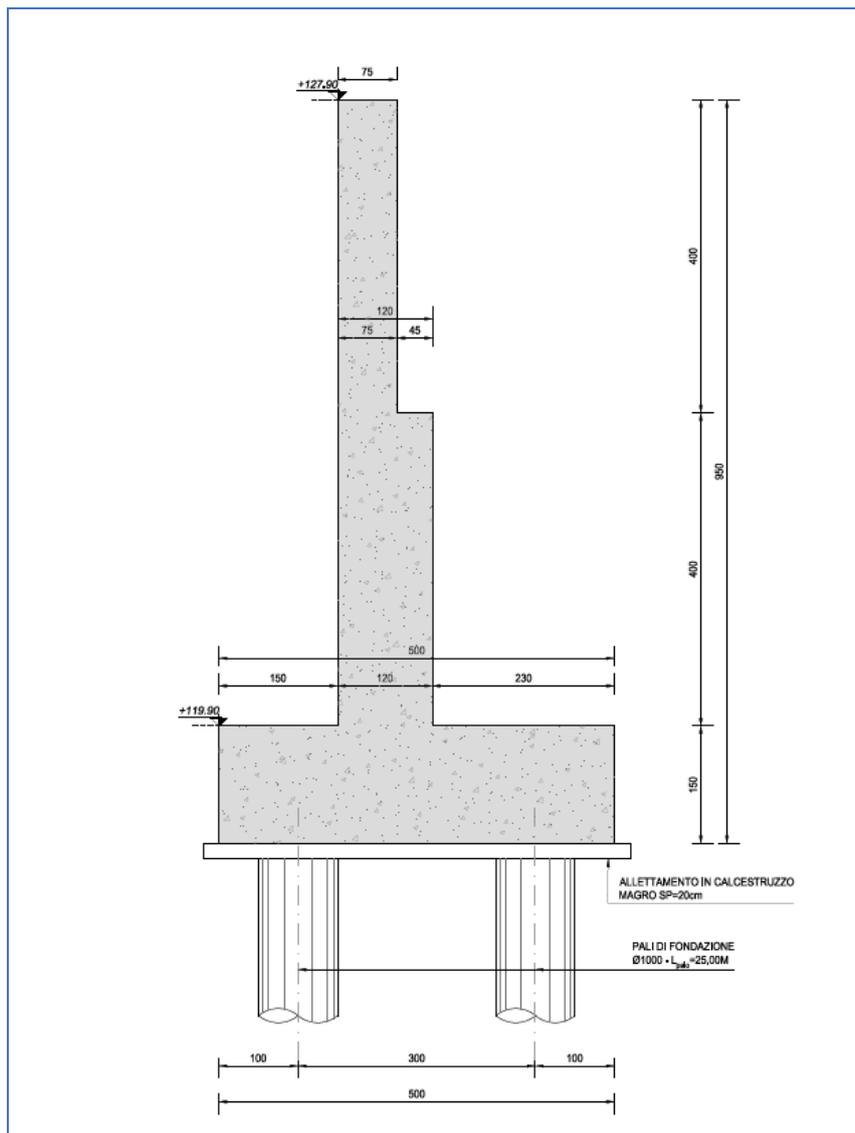
Il muro è stato opportunamente diviso in conci (di lunghezza mai superiore ai 30m) per evitare problemi di dilatazione termica e di ritiro.

## 6 TIPOLOGIA 2 - MURI DI SOTTOSCARPA SU PALI DIRETTAMENTE POSIZIONATI SULL'ARGINELLO

In approccio all'opera VI01 sono previsti, prima delle spalle, dei muri di contenimento del rilevato in c.a. di altezza elevata fondati direttamente su pali Ø1000 del tipo rappresentato nella figura sottostante.

In questo caso si è scelto di minimizzare la larghezza della ciabatta verso il terrapieno per contenere le masse sismiche (ancorché nella zona l'azione sismica sia comunque molto contenuto).

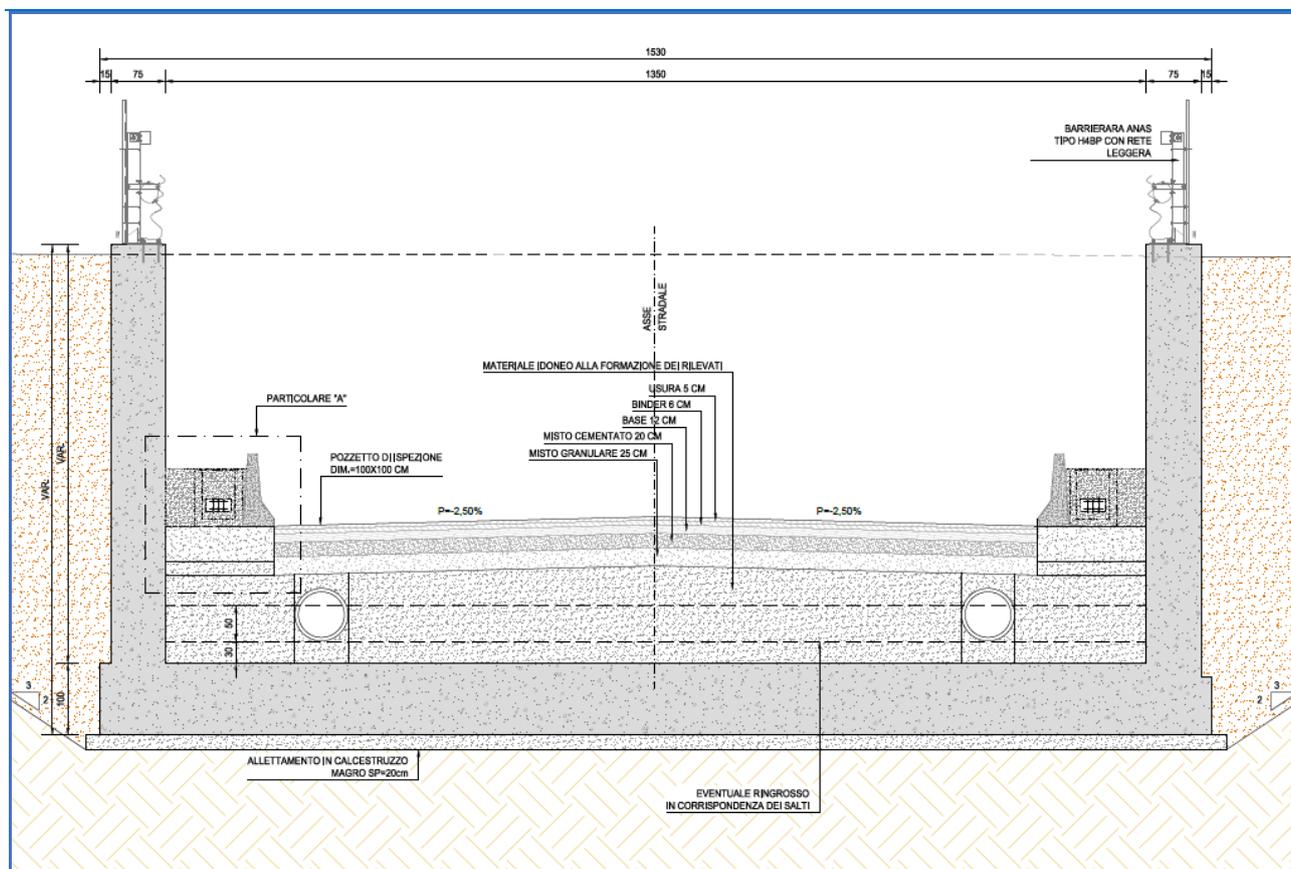
Sono realizzate con questo tipologico di muro anche le opere di sostegno delle rampe che si innestano direttamente sulla GA02



## 7 TIPOLOGIA 3 - MURI A "U"

Il progetto in esame prevede l'esecuzione di una serie di muri ad "U" (OS04 - OS05 - OS06 - OS07).

### 7.1 MURO AD "U" OS04



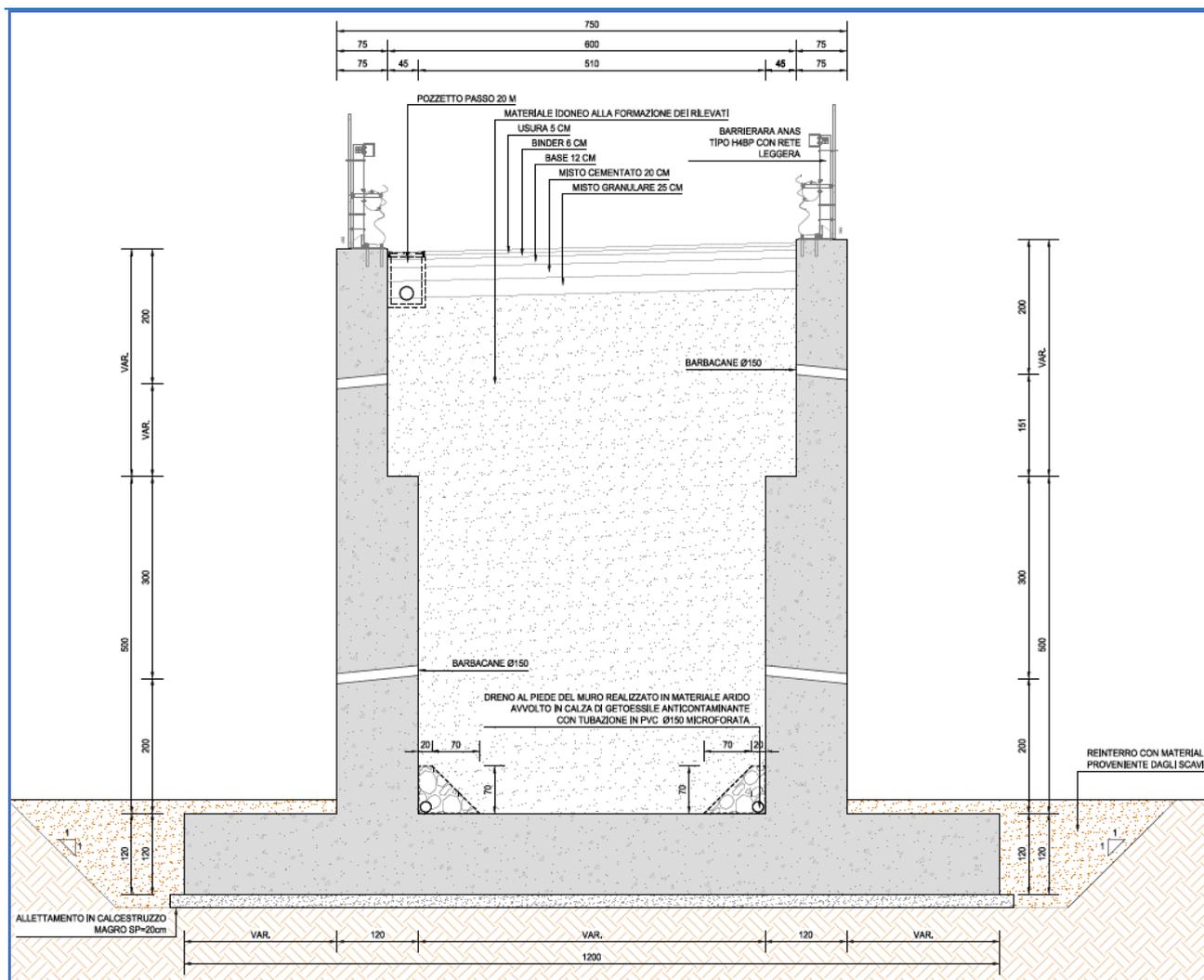
Il muro in oggetto prevede una ciabatta di fondazione di spessore elevato (variabile dagli 80cm ai 120cm) la quale sborda, rispetto alle elevazioni, di massimo 50cm.

Al di sotto della ciabatta di fondazione è sempre presente un allettamento in calcestruzzo magro di spessore pari a 20cm;

In particolare l'opera OS04 è stata progettata per resistere alle spinte del terreno poste esternamente al muro a U ed è stata completamente impermeabilizzata per assicurare, anche in caso di forti escursioni della falda (come previsto in relazione geologica), l'assenza di venute d'acqua.

Il muro è stato opportunamente diviso in conci (di lunghezza mai superiore ai 30m) per evitare problemi di dilatazione termica e di ritiro. Considerando che l'opera può essere soggetta a battente d'acqua tutti i giunti sono stati previsti di tipo "water-stop"

## 7.2 MURO AD "U" OS05, OS06 E OS07

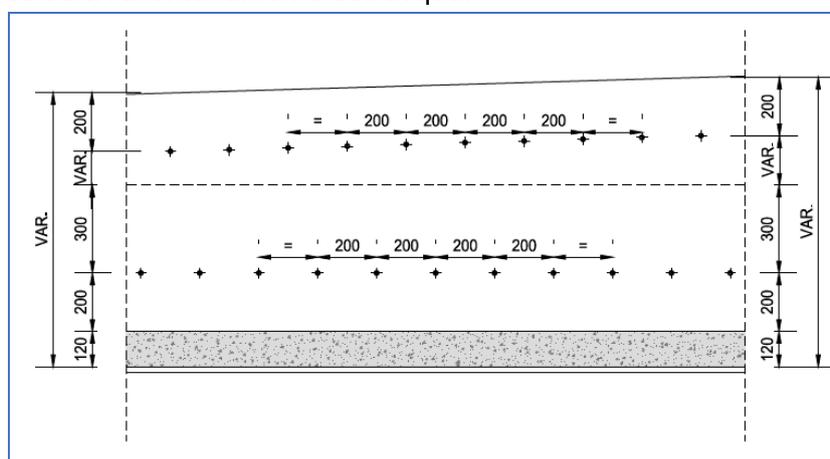


Il muro in oggetto prevedono una ciabatta di fondazione di spessore elevato pari a 120cm la quale sborda rispetto alle elevazioni.

Al di sotto della ciabatta di fondazione è sempre presente un allettamento in calcestruzzo magro di spessore pari a 20cm;

In particolare tali opera sono state progettate per resistere ai carichi stradali, posti in sommità del muro, e alle spinte del terreno poste internamente al muro a U.

Inoltre è stato previsto un sistema di drenaggio lungo le elevazioni e sull'estradosso della zattera di fondazione che assicura l'allontanamento dell'acqua.



Il muro è stato opportunamente diviso in conci per evitare problemi di dilatazione termica e di ritiro.