



# COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA  
DIR. MANUTENZIONE INFRASTRUTTURE E VERDE PUBBLICO  
SETTORE OPERE IDRAULICO-SANITARIE

PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA  
DEL RIO FEGINO - III° LOTTO  
(CODICE GULP 12367)

## PROGETTO ESECUTIVO

### SPECIFICHE TECNICHE PER INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRUTTURALI

Scala:

-

Data:

08/05/2020

Codice:

Il Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Stefano Pinasco

ATP:

- ING. DANIELE CANALE  
VIA CORSICA 2/1 - GENOVA  
  
- STUDIO MARCOLINI BARSOTTI  
VIA CORSICA 6 / 9 SCALA DX - GENOVA  
  
- DOTT. GEOL. STEFANO MONTALDO  
VIA CORSICA 2/1 - GENOVA

Approvato:

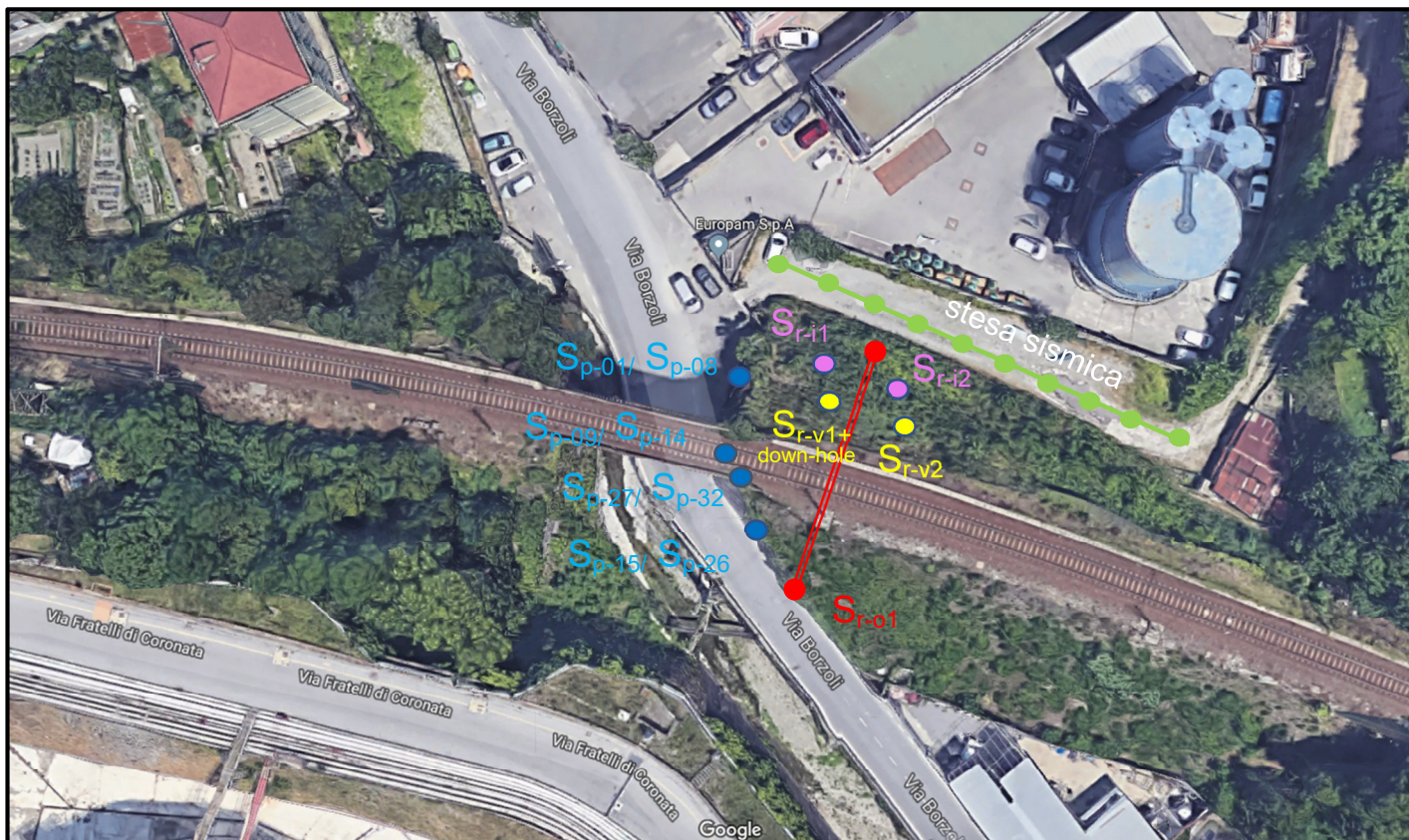
Revisione:

Oggetto:








ACCERTAMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI  
PER LA REALIZZAZIONE DI UN SOTTOPASSO  
FERROVIARIO IN VIA BORZOLI



Stralcio CTR: Elemento Rivarolo / n. 213151 - Ubicazione dell'area



Ubicazione dei fori di sondaggio

	Sondaggi verticali sul rilevato	$S_{r-v1}; S_{r-v2}$
	Sondaggio orizzontale sul rilevato	$S_{r-o1}$
	Sondaggi inclinati sul rilevato	$S_{r-i1}; S_{r-i2}$
	Sondaggi orizzontali lato A	$S_{p-01} \dots S_{p-08}$
	Sondaggi orizzontali lato B	$S_{p-09} \dots S_{p-14} / S_{p-27} \dots S_{p-32}$
	Sondaggi orizzontali lato C	$S_{p-15} \dots S_{p-26}$
	Stesa sismica	

## 1.0 – Cenni sulle caratteristiche del sito

L'intervento in esame prevede l'apertura di un ampio varco sottostante il tracciato ferroviario Ovada ÷ Genova finalizzato ad un miglioramento della viabilità di via Borzoli.

Trattasi nello specifico di un intervento che andrà ad interessare il corposo riempimento sopra il quale corre il binario, posto – in prossimità della sottostante Via Borzoli – in aderenza ad un ponte ad arco di circa 11.40 metri d'altezza che consente l'attraversamento ferroviario della sottostante strada e del rio Fegino.

Tale struttura rimane fondata nell'*ambito di interfaccia* tra la piana alluvionale dell'asta idrica e la fascia pedemontana del retrostante versante.

Tuttavia pare evidente come i terreni naturali siano stati integrati in superficie da cospicui spessori di materiale di riporto per la riprofilatura dell'area.

In definitiva, la campagna geognostica e strutturale di seguito proposta si pone come obiettivo la definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici/geomeccanici dei terreni a sedime oltre ad individuare la tipologia costruttiva e la geometria della pila che sorregge il suddetto tracciato ferroviario e il relativo spessore.

In modo del tutto indicativo, si possono quindi ipotizzarsi le seguenti previsioni di carattere geolitologico/stratigrafico e strutturale.

\* \* \*

I materiali di riporto in superficie e naturali (coltri detritiche) al di sotto, saranno sciolti; maggiormente granulari e grossolani quelli di riporto e maggiormente coesivi (limo-argillosi) quelli naturali.

Il substrato roccioso è genericamente rappresentato dalla formazione geolitologica degli "*Argilloscisti di Murta*" ossia *argilloscisti filladici neri con intercalazioni di metasiltiti* (PUC - Carta Geologica - Riquadro 27); tale substrato, si presume ad una profondità intorno a 10.00/12.00 m dal piano campagna, inizialmente molto alterato e fratturato, localmente in condizioni tali da essere assimilabile ad un terreno sciolto granulare grossolano; via via più strutturato fino a risultare, *senso strictu*, un ammasso roccioso.

Visto l'ambito di piana alluvionale, alquanto "strizzata" fra i contrapposti fianchi vallivi ravvicinati, si ritiene probabile la presenza del livello piezometrico a pochi metri dalla superficie topografica.

In tal senso, non si possono escludere escursioni anche significative del livello idrico in sottosuolo a causa dei regimi di piena stagionali.

Più difficile pare esprimersi sulla composizione strutturale della pila in merito alla quale è a disposizione degli scriventi solo un elaborato grafico “storico” messo a disposizione da R.F.I. che fornisce prime ed indicative informazioni geometriche (vedi *Allegato 3*).

La composizione più attendibile pare quella con *blocchi (lapidei o in laterizi) e malta cementizia* per tutto lo spessore da attraversare; non sono da escludere possibili cavità all'interno o il reperimento di materiali differenti.

## 2.0 – Definizione dei sondaggi

Con riferimento alla planimetria e sezione in allegato (vedi *Allegato 1 e Allegato 2*), la campagna geognostica e strutturale dovrà prevedere (anche in ottemperanza al documento “manuale di progettazione delle opere civili – parte II sezione 2 – Ponti e strutture” codice *RFI DTC SI pS MA IFS 001 B* fornito da RFI):

- A.** - n. 5 sondaggi presso il rilevato atti alla definizione stratigrafica dei terreni;
- B.** - n. 32 sondaggi presso la pila atti alla valutazione della tipologia dei materiali e degli spessori della struttura;
  - n. 1 prova con martinetto doppio da eseguire su una spalla e mantenimento dello stesso in opera per il futuro impiego, a lavori in corso, quale strumentazione di monitoraggio (Mpd01);
  - n. 1 prova con martinetto piatto singolo da eseguire sull'arco e mantenimento dello stesso in opera per il futuro impiego, a lavori in corso, quale strumentazione di monitoraggio (Mps01).
  - n. 1 prova di caratterizzazione meccanica e classificazione chimico-fisica della malta e successivo ripristino.

**Punto A** - Tra i sondaggi svolti nei terreni, n. 2 (due) saranno a perforazione verticale, n. 2 (due) saranno a perforazione inclinata di circa 50°, mentre il quinto dovrà attraversare il rilevato per tutto il suo spessore secondo *un andamento orizzontale*; l'inizio foro di quest'ultimo potrà variare tra 1.50/2.00 m rispetto il piano della strada adiacente al rilevato. Per tutti i fori è previsto il ripristino finale con iniezione di boiaccia cementizia.

**Punto B** - Tutti i sondaggi entro la pila saranno perforati secondo un andamento *orizzontale, verticale e obliquo* per tutto lo spessore della struttura. Questi saranno distribuiti secondo lo schema riportato in allegato (vedi *Allegato 2* e *allegato 4*). Per tutti tali sondaggi è previsto esame endoscopico e ripristino finale.

Il diametro di perforazioni non sarà inferiore a 40 mm; per i sondaggi da Sp-01 a Sp-26 la lunghezza si può stimare in circa 4÷5 m e dovrà comunque essere sufficiente ad attraversare il manufatto e terminare con certezza nel terreno retrostante per consentire l'individuazione di tipologia e spessori di rinfiango e cappa.

Il sondaggio Sp-27 è da eseguire in corrispondenza del timpano e avrà profondità limitata (si stima circa 2÷3 m) a consentire l'individuazione dello spessore del timpano e la tipologia del materiale di riempimento.

Il sondaggio Sp-28 è da eseguirsi di profondità adeguata per individuare lo spessore dell'arco in chiave e la stratigrafia fino al piano di posa del ballast.

Il sondaggio obliquo Sp-29 è da eseguirsi di profondità adeguata per individuare lo spessore dell'arco in prossimità dell'imposta e la stratigrafia retrostante (tipologia e spessori di rinfiango e cappa).

I sondaggi sulle fondazioni Sp-30, Sp-31 e Sp-32 saranno di profondità adeguata per identificare la geometria della fondazione ed i relativi materiali.

Per la realizzazione dei **sondaggi dei punti A) e B)** sarà da prevedere la disposizione di un idoneo ponteggio necessario per l'operatività della sonda; la posizione esatta dei sondaggi in sito e le modalità operative saranno da concordare con la D.L. e con RFI.

Preventivamente e durante la realizzazione dei sondaggi geognostici sarà obbligo dell'affidatario l'indagine (superficiale e profonda) sulla presenza di ordigni bellici interrati in prossimità dell'area interessata dai lavori facendosi carico, oltre che degli oneri per l'acquisizione dei nulla osta necessari alla finalizzazione delle attività, anche dell'assistenza e di quanto occorrente alle varie fasi di individuazione di materiali ferrosi in sito.

Tutti i sondaggi che coinvolgono il rilevato ferroviario ed il sottostante terreno dovranno essere eseguiti previa assistenza da parte di specializzata *ditta B.C.M.* (Bonifica Campi Minati). Data la natura metallica del ponteggio, è da prevedere una prima passata superficiale per individuare materiale ferroso sufficientemente ampia da poter consentire, in caso di necessità, l'estensione geometrica del ponteggio oltre le sagome previste in

prima battuta per l'esecuzione dei sondaggi (la passata superficiale è prevista dal lato del rilevato ove verrà realizzato il ponteggio metallico e dal lato opposto dove ci si attende che sbucherà il sondaggio orizzontale). In caso di rilevamento si dovranno prontamente sospendere tutte le lavorazioni in atto e comunicare ad RFI ed al D.L. tale rinvenimento. In tale evenienza si prevede che le operazioni di indagine geognostica possano procedere eseguendo le perforazioni di sondaggio a debita distanza (circa 2.0 m) rispetto al punto di rinvenimento suddetto. Si potrà pertanto procedere con la realizzazione del ponteggio metallico a servizio della macchina perforatrice e si potranno iniziare le perforazioni dei sondaggi nelle posizioni previste o, eventualmente, nelle nuove posizioni concordate con la D.L.

Durante le perforazioni di ciascun sondaggio sarà sempre necessaria l'assistenza della summenzionata specializzata *ditta B.C.M.* per le operazioni di rilevamento in foro di presenza di materiale ferroso. Tali operazioni consisteranno negli step seguenti:

- Inizio della perforazione fino ad 1.0 m di profondità;
- Sospensione delle operazioni di perforazione per consentire alla ditta B.C.M. di eseguire ad 1.0 m di profondità la prima indagine profonda (raggio di azione circa 2.0 m);
- Ripresa delle operazioni di perforazione da 1.0 m a 3.0 m di profondità;
- Sospensione delle operazioni di perforazione per consentire alla ditta B.C.M. di eseguire a 3.0 m di profondità la seconda indagine profonda;
- Ripresa delle operazioni di perforazione da 3.0 m a 5.0 m di profondità;
- Sospensione delle operazioni di perforazione per consentire alla ditta B.C.M. di eseguire a 5.0 m di profondità la terza indagine profonda;
- Ripresa delle operazioni di perforazione da 5.0 m a 7.0 m di profondità;
- Sospensione delle operazioni di perforazione per consentire alla ditta B.C.M. di eseguire a 7.0 m di profondità la quarta ed ultima indagine profonda;
- Ripresa delle operazioni di perforazione da 7.0 m fino alla profondità di indagine prevista.

Nel caso in cui le indagini profonde sopra menzionate (4 indagini profonde per ciascun foro) dovessero evidenziare la presenza di materiale ferroso si richiede la sospensione del sondaggio geognostico in corso e la traslazione dello stesso, in accordo con la D.L., in altra posizione limitrofa, con conseguente nuovo inizio delle operazioni di perforazione nel rispetto degli step sopra elencati. Il sondaggio abbandonato dovrà essere richiuso mediante iniezione di boiaccia cementizia.

La Ditta esecutrice dovrà fornire unitamente ai report dei sondaggi anche tutte le informazioni geometriche (con precisione e restituzione grafica) e tecniche relative ad eventuali rinvenimenti di materiali ferrosi, possibili ordigni bellici. Questo per consentire nella futura fase di progettazione delle opere edili di tenere in debito conto le risultanze delle indagini svolte e programmare le eventuali bonifiche.

Sarà inoltre onere dell'affidatario l'ottenimento di tutte le autorizzazioni di legge previste per le lavorazioni in oggetto, anche e non solo in relazione alla vicinanza o al lavoro in "proiezione verticale" rispetto al letto del rio Fegino, nonché l'onere di progettazione ed esecuzione degli apprestamenti necessari all'esecuzione delle indagini (ad esempio la progettazione e l'esecuzione di ponteggi metallici, l'impiego di mezzi di sollevamento o che consentano il lavoro in quota, etc.).

Sarà, per tutte le fasi di lavoro, da prevedere l'eventuale regolamentazione del traffico veicolare adottando il *senso unico alternato* mediante sistema semaforico o quant'altro sarà richiesto dai preposti Uffici del Comune di Genova.

Si ricorda inoltre che in ottemperanza alle specifiche RFI il posizionamento e l'allontanamento dell'attrezzatura di perforazione, mediante gru, al di sopra delle piattaforme predisposte (ad esempio la piattaforma di cui all'*Allegato 2*) in corrispondenza del rilevato e del ponte ferroviario dovrà avvenire in interruzione di linea e con disalimentazione della linea di contatto, **prevedibilmente in orario notturno**. Tutte tali operazioni saranno da concordare con le Strutture dell'Unità Territoriale Genova Nodo sul cui asset ricade la responsabilità dell'opera in oggetto (a tal fine si indica il sig. Salsi Orlando quale referente operativo per RFI tel. 0102743158 – cell. 3138041171 – email: o.salsi@rfi.it).

Tutte le indagini svolte in accordo con le presenti specifiche tecniche dovranno essere restituite graficamente e con precisione topografica al Committente e dovranno contenere le informazioni tecniche che saranno concordate con la D.L. quali, a titolo di esempio, la posizione del punto di perforazione, il diametro di perforazione, l'inclinazione della perforazione, la profondità raggiunta e le informazioni su eventuali rinvenimenti di materiali ferrosi. Dovrà per ogni perforazione essere compilata apposita scheda contenente tutte le informazioni utili quali a titolo di esempio le stratigrafie rinvenute, la presenza di acqua etc.

### 3.0 – Caratteristiche dei sondaggi sul rilevato di cui al punto A)



I sondaggi verticali ed inclinati richiamati al Punto A - ( $S_{r-v1}$ ;  $S_{r-v2}$ ;  $S_{r-i1}$ ;  $S_{r-i2}$ ) - dovranno raggiungere il substrato roccioso sano, ossia con grado di fratturazione e alterazione ritenuto idoneo dalla D.L., per dar luogo agli approfondimenti geomeccanici sui campioni.

La profondità prevista dovrà essere di 30.00 ml.

\* \* \*

Il sondaggio orizzontale richiamato al precedente Punto A) ( $S_{r-01}$ ) dovrà attraversare interamente il rilevato o comunque arrivare fino al manufatto esistente (secondo le indicazioni della D.L.).

Lo sviluppo lineare del foro è previsto intorno a 25.00 ml.

Questo non intercetterà il substrato roccioso in quanto perforato all'interno del materiale di riporto; eventualmente potranno intercettarsi alcuni trovanti lapidei.

Data la tipologia del foro saranno da apprezzare anche i rivestimenti da inserire in fase di avanzamento per impedire la chiusura del foro stesso.

\* \* \*

Tutte le perforazioni, che saranno *a rotazione con prelievo continuo di campione* ("carotaggio continuo"), dovranno avere un diametro di arrivo delle corone non inferiore a  $\varnothing = 101$  mm e conseguire una percentuale di carotaggio non inferiore al 90%.

Si dovranno pertanto adottare tutti gli accorgimenti a conseguire la percentuale richiesta.

Le carote estratte da tutti i suddetti fori saranno sistemate a cura della *Ditta esecutrice* in apposite *cassette catalogatrici* sulle quali dovrà essere apportata la quota di inizio e fine di ciascuna manovra.

Le cassette resteranno a disposizione della D.L. presso l'area di cantiere.

Il geologo incaricato come D.L. alla campagna geognostica si riserva comunque la possibilità di variare le profondità indicate, così come potrà variare in misura limitata la prevista ubicazione dei sondaggi, sempre restando nell'area interessata, in funzione di eventuali problemi di accessibilità, logistica di cantiere o rinvenimento masse ferrose.

### 3.1 – Prove in corso di perforazione

### 3.1.1 – Prove SPT in foro

In entrambi i *sondaggi verticali* di cui al **punto A** ( $S_{r-v1}$ ;  $S_{r-v2}$ ) verranno eseguite alcune *prove SPT in foro* (7 prove in ciascun foro).

Nello specifico, per tutti i fori di sondaggio, le profondità a cui eseguire le prove saranno le seguenti:

- ✓ 1° prova; - 1.50 m dal piano campagna
- ✓ 2° prova; - 3.00 m dal piano campagna
- ✓ 3° prova; - 4.50 m dal piano campagna
- ✓ 4° prova; - 6.00 m dal piano campagna
- ✓ 5° prova; - 7.50 m dal piano campagna
- ✓ 6° prova; - 9.00 m dal piano campagna
- ✓ 7° prova; - 10.50 m dal piano campagna

In tal modo, saranno caratterizzati i primi 10.50 m (qualora possibile) del terreno soprastante la roccia di fondo per verificare il *grado di densità, consistenza e resistenza del materiale*.

Anche in tal caso le profondità potranno subire lievi modifiche in funzione del materiale riscontrato durante il campionamento.

### 3.1.2 – Prove Pressiometriche in foro

In uno dei *sondaggi verticali* ( $S_{r-v1}$  o  $S_{r-v2}$ ), in quello *orizzontale* ( $S_{r-o1}$ ) e in uno di quelli *inclinati* ( $S_{r-i1}$  o  $S_{r-i2}$ ) di cui al **punto A** verranno eseguite alcune *prove pressiometriche in foro*. La scelta dei fori in cui eseguire le prove pressiometriche sarà concordata con la D.L.

Saranno da prevedere complessivamente *sette prove* di cui *tre nel sondaggio verticale, due in quello orizzontale e due in quello inclinato*.

Le prove verranno eseguite:

- Nel *foro verticale*, 2 (*due*) all'interno dei *terreni sciolti di copertura (riporto o naturali)* 1 (*uno*) entro il substrato roccioso alterato e fratturato.
- Nel *foro inclinato* 1 (*uno*) nei terreni sciolti ed 1 (*uno*) nella roccia più alterata.
- Nel *foro orizzontale* 2 (*due*) entro i terreni di riporto.

Le profondità di ciascuna prova saranno concordate con la D.L. durante la fase esecutiva in funzione delle caratteristiche riscontrate nei materiali.

Le prove dovranno restituire i risultati graficamente, riportando i valori numerici dei parametri essenziali per la progettazione.

## 3.2 – Prelievo campioni indisturbati

In ragione delle caratteristiche dei materiali presunti a substrato, si ritiene difficile il recupero di *campioni indisturbati* tramite infissione della fustella paraffinata. In tal caso è necessario procedere come indicato al successivo paragrafo 3.3.

Nell'ipotesi, invece, in cui risulti fattibile il prelievo di campioni indisturbati andranno eseguite le seguenti prove:

- *Prelievo di n°2 campioni indisturbati (sia nei due sondaggi verticali che nei due sondaggi inclinati, per un totale di n°8 campioni) per ciascun carotaggio con campionatore a pareti sottili su cui eseguire:*
  - Determinazione della massa volumica apparente (peso volume);
  - Determinazione della massa volumica reale;
  - Determinazione del contenuto naturale in acqua;
  - Determinazione dei limiti di Atterberg (liquidità e plasticità);
  - Analisi granulometrica meccanica eseguita mediante 10 setacci;
  - Analisi granulometrica per sedimentazione;
  - n°1 prova di taglio diretto consolidata-drenata Casagrande lenta (solo per campioni indisturbati classe Q5);
  - n°1 prova triassiale consolidata-non drenata CU (solo per campioni indisturbati di classe Q5).

Complessivamente saranno da prezzare:

*n. 8 campioni* per le analisi e prove precedentemente previste.

## 3.3 – Prelievo campioni semi-indisturbati

A seguito delle caratteristiche dei materiali incontrati in fase di perforazione verranno recuperati alcuni *campioni sia allo stato semi-indisturbato che lapidei* sui quali eseguire *prove e analisi in laboratorio*.

Più precisamente;

- *n. 4 campioni di materiale sciolto e n. 2 campioni lapidei* (sia in quelli *verticali* che in quelli *inclinati*) per ciascun carotaggio
- *n. 2 campioni di materiale sciolto* su quello orizzontale

- 1) Sui campioni di materiale sciolto:
  - Curva granulometrica con aerometria (completa di tutti i grafici con i *fusi* rappresentativi dei campi in cui possa verificarsi la liquefazione dei terreni) con restituzione di
    - Percentuali di sabbia ghiaia e fine (P200);
    - Contenuto d'acqua;
  - Limiti di Atterberg;
  - Densità e Peso Volume ( $Y_n$   $Y_s$   $Y_d$ );
  - Prove di taglio diretto (laddove possibile) con restituzione dei parametri geotecnici.
  
- 2) Sui campioni di materiale lapideo:
  - Caratterizzazione meccanica completa dell'A.R. con restituzione, in particolare, dei seguenti parametri:
    - Peso Volume, resistenza alla compressione uniassiale, modulo di elasticità, coefficiente di rugosità.

Complessivamente saranno da apprezzare:

Per il punto 1)

*n. 18 campioni sciolti* per le analisi e prove precedentemente previste.

Per il punto 2)

*n. 8 campioni lapidei* precedentemente previsti.

### 3.4 – Misurazione della falda

Per valutare il ruolo svolto dalla circolazione idrica in sottosuolo, ogni mattina, prima della ripresa delle perforazioni dovrà essere misurato il livello dell'acqua nei fori di sondaggi ancora aperti, indicando anche, su apposita tabella, l'entità dell'avanzamento e quella dell'eventuale rivestimento.

A fine perforazione verrà sistemato un *tubo piezometrico microfessurato* in almeno un foro di *sondaggio verticale* (quello ritenuto più significativo a giudizio della D.L.) per il monitoraggio della piezometrica nel tempo.

### 4.0 – Caratteristiche dei sondaggi sulla pila di cui al punto B)

Tenuto conto della difficoltà di perforazione su ponteggio e con possibilità di manovra ridotta, per questa tipologia di carotaggi potrà essere impiegata una sonda di dimensioni minori con diametro di arrivo della corona inferiore rispetto quello per i precedenti sondaggi ma non minore di  $\varnothing = 40$  mm.

Sarà tuttavia indispensabile che la sonda sia dotata di una coppia massima in grado di attraversare l'intero spessore del manufatto.

I *sondaggi orizzontali, verticali e obliqui* di cui al precedente **punto B)** ( $S_{p-01} \dots S_{p-32}$ ) andranno eseguiti secondo le seguenti modalità (previa rimozione e successivo riposizionamento, a carico dell'esecutore, dei cartelloni pubblicitari n°3453 e n°3989):

- perforazione a carotaggio continuo ad andamento orizzontale secondo le indicazioni della DL, da eseguirsi come nello schema allegato alla presente, fino al completo attraversamento della muratura (foro passante), con l'utilizzo di idonei carotieri e di corona diamantata ed eventuale tratto di rivestimento in acciaio ove risultasse necessario;
- misura carota;
- ispezione mediante telecamera (endoscopia) in foro con lo scopo di definire le principali caratteristiche interne della muratura, compresa la restituzione su supporto informatico delle riprese effettuate con la telecamera in foro, compresi schemi illustrativi planimetrici e in sezione tesi a descrivere l'esatta posizione della perforazione in rapporto alla muratura attraversata con foro passante, e a definire lo spessore del muro;
- successivo ripristino mediante riempimento del foro con malta cementizia a ritiro compensato con resistenza a compressione non inferiore a 20MPa.

## 5.0 – Indagine sismica

Per concludere, la campagna geognostica sarà completata da un'*indagine Geofisica*.

Questa consisterà in una *stesa sismica in superficie* e in un'*indagine Down Hole in foro*.

### 5.1 – Stesa sismica in superficie

Con la stesa sismica in superficie verrà determinata la stratigrafia sismica  $V_p$  e  $V_s$  tramite tomografia a *Rifrazione* e tramite *MASW* verrà definito il  $V_s$  *equivalente* come richiesto dalla “Nuove Norme tecniche per le costruzioni” – D.M. 17 Gennaio 2018.

Questa non potrà avere uno sviluppo lineare inferiore a 48.00/50.00 ml e sarà disposta lungo la stradina privata a nord del rilevato che corre parallelamente al tracciato ferroviario come riportato nell'*Allegato 1*.

## 5.2 – Indagine Sismica Down-Hole

L'indagine Down-Hole sarà svolta indifferentemente in uno dei due fori verticali da concordarsi con la Ditta esecutrice delle indagini.

I campi di applicazione delle indagini down-hole risultano simili a quelli della *sismica in superficie* ma consentono un maggior dettaglio dei parametri elastici indagati e soprattutto un confronto tra i risultati emersi dalle due prove.

Infatti verrà ancora determinata la stratigrafia sismica ( $V_p$  e  $V_s$ ) e dei moduli elastici dinamici tramite energizzazione in superficie ma con misura dei tempi di arrivo delle onde P e S effettuata in foro fornendo quindi risultati puntuali sul rilevato oggetto di intervento (29 punti di misura).

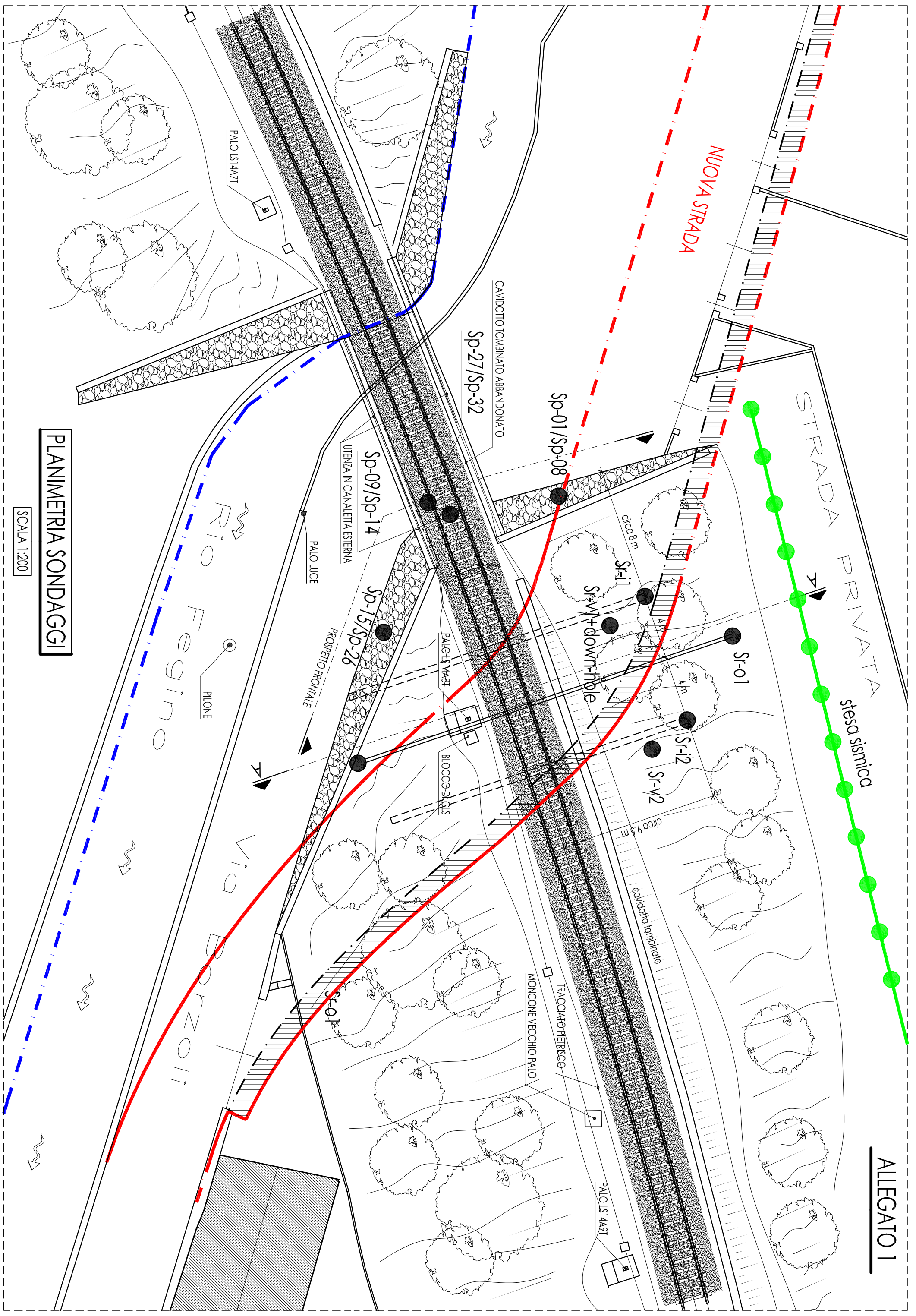
In particolare potranno individuarsi:

- *Modulo di Poisson dinamico*
- *Modulo di Taglio dinamico*
- *Modulo di Young dinamico*

In ordine cronologico tale prova andrà eseguita a conclusione di ogni altra prova eseguita in foro.

Il foro sarà attrezzato con tubo in PVC da 3” e con cementazione dell'interspazio tubo parete del foro mediante malta di acqua e cemento, preparata in modo che la densità approssimi quella del materiale.

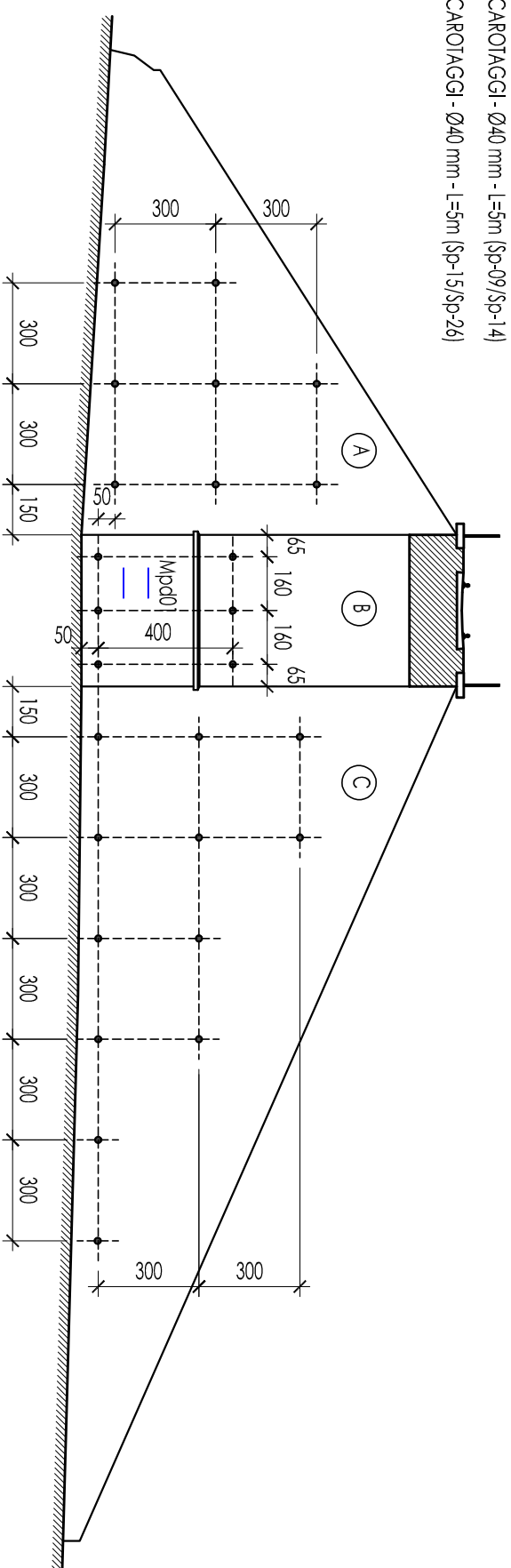
In tal modo, sarà garantita la totale chiusura di ogni eventuale cavità lungo le pareti del foro per non disturbare la propagazione delle onde in fase di indagine.



PLANIMETRIA SONDAGGI

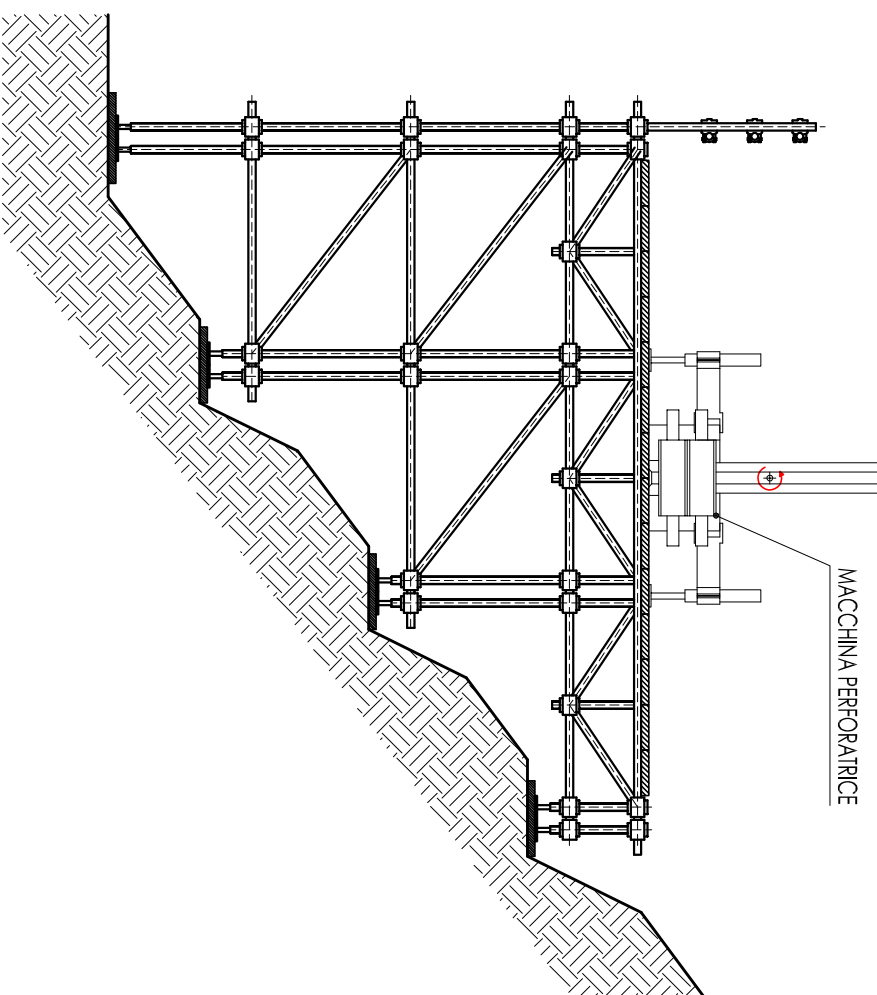
SCALA 1:200

- LATO (A) 8 CAROTIAGGI - Ø40 mm - L=5m (Sp-01/Sp-08)
- LATO (B) 6 CAROTIAGGI - Ø40 mm - L=5m (Sp-09/Sp-14)
- LATO (C) 12 CAROTIAGGI - Ø40 mm - L=5m (Sp-15/Sp-26)



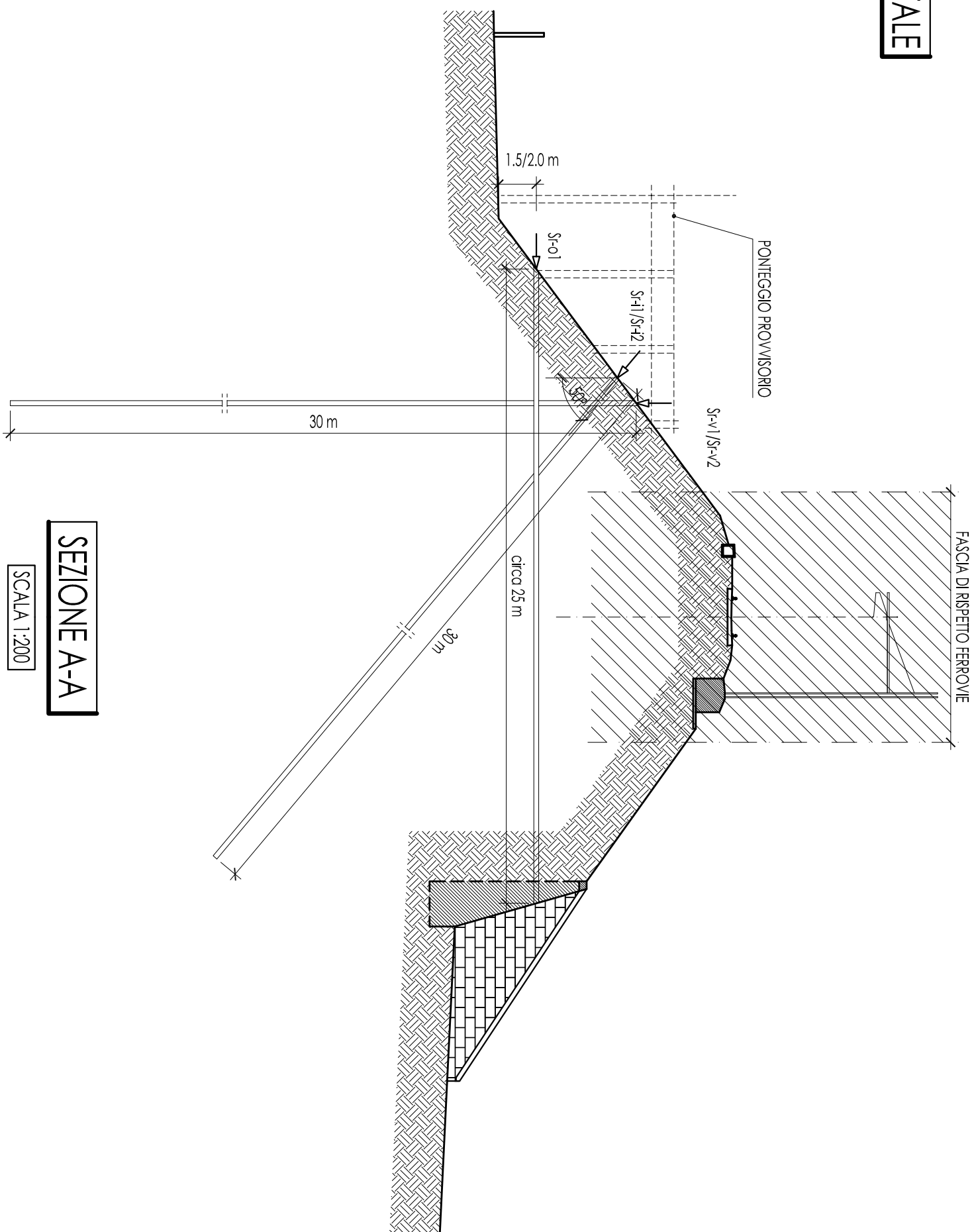
**PROSPETTO FRONTALE**

SCALA 1:200



**SCHEMA TIPO PONTEGGIO PROVVISORIO**

SCALA 1:100



**SEZIONE A-A**

SCALA 1:200

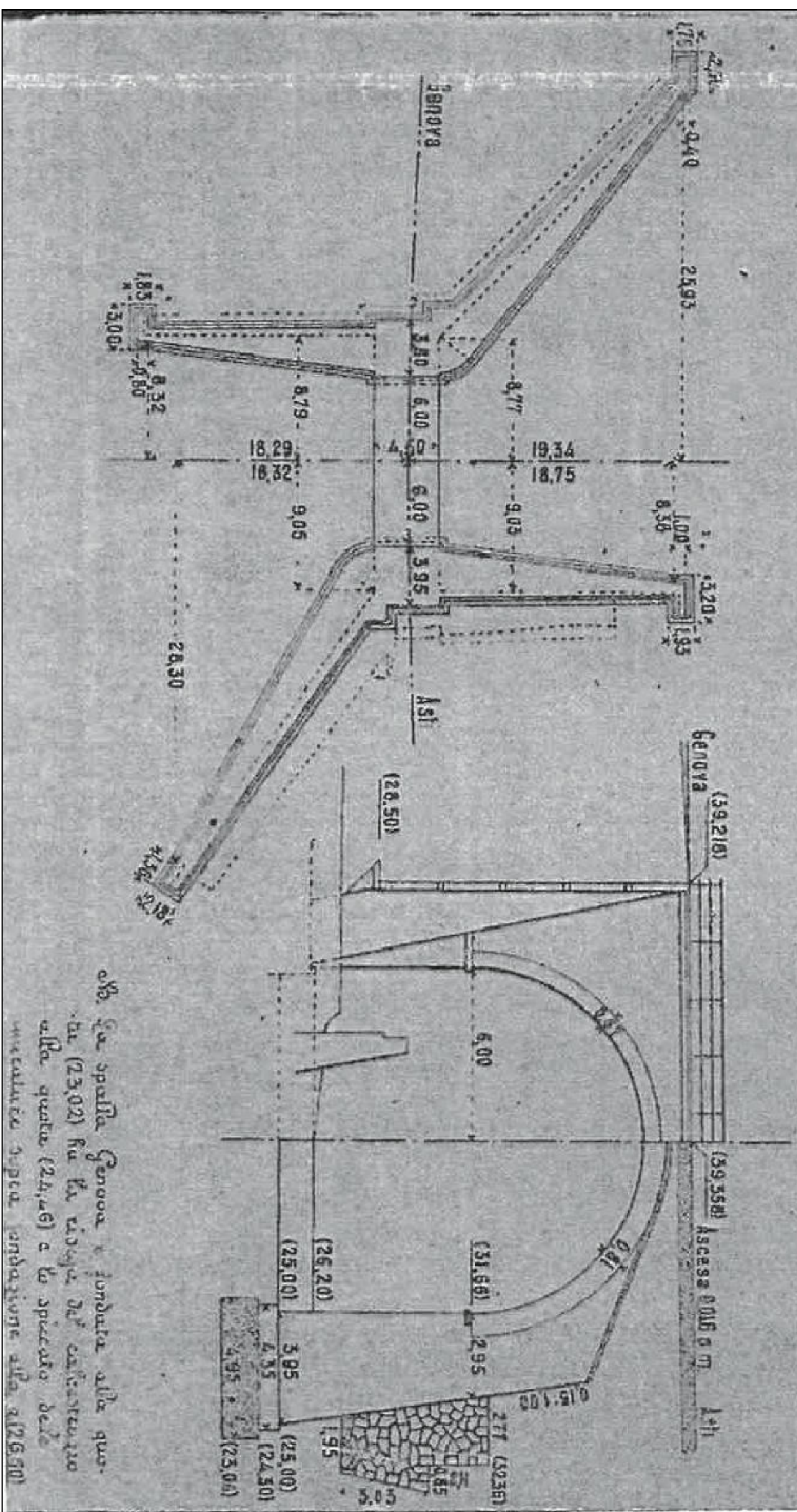


(3)

*Ponte sottopassaggio di luce m. 12,00 - Progr. 6280,63.*

Pianità in fondazione  
Scala 1:500

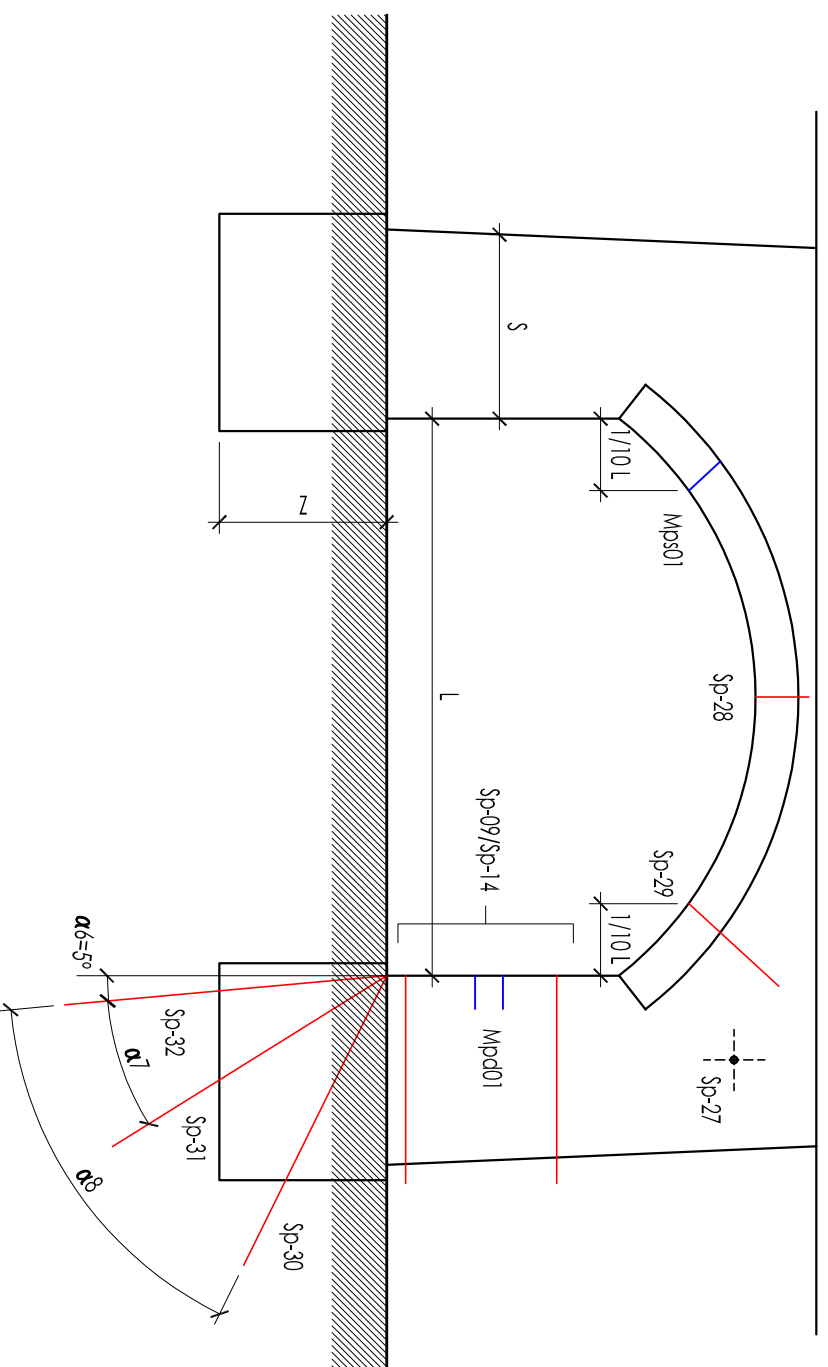
Prospetto a monte  
Sezione longitudinale  
Scala 1:250



Alto. Su spalla Genova è fondata alla quota (23,02) su la viadotta del calcitrario alla quota (24,46) e lo spiccato delle murelle sopra ambrogione alla q.(26,50)

DOCUMENTO "STORICO" RFI

fuori scala



**PROSPETTO LATERALE ARCO IN MURATURA**

SCALA 1:200

PER L'ESECUZIONE DEI CAROTAGGI Sp-30 e Sp31 E' NECESSARIO AVER ESEGUITO PREVENTIVAMENTE I CAROTAGGI Sp-32 e Sp-09/Sp-14

- ANGOLO INCLINAZIONE CAROTAGGIO Sp-32 -  $\alpha_6=5^\circ$
- ANGOLO INCLINAZIONE CAROTAGGIO Sp-31 -  $\alpha_7=\theta/2$  dove  $\theta$ =arcTan (S/Z)
- ANGOLO INCLINAZIONE CAROTAGGIO Sp-30 -  $\alpha_8=\theta+15^\circ$