

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
 LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
 LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
 Lotto Funzionale Brescia-Verona
 PROGETTO DEFINITIVO**

**GALLERIA NATURALE “COLLE BACCOTTO”
 RELAZIONE TECNICA GENERALE**

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23408 - Sez. A Settori: file e ambientale b) Industriale c) dell'informazione
 Tel. 02.52020537 - Fax 02.52020309
 C.F. e P.IVA 00825790157



ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	O	G	N	0	3	0	0	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	AIELLO	31.03.14	DI NARDO	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	
1	01.07.14	Revisione per CdS	<i>Vito Mello</i> AIELLO	01.07.14	<i>Vito Mello</i> DI NARDO	01.07.14	<i>Vito Mello</i> LAZZARI	01.07.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc.N:IN0500DE2ROGN03000011



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. IN0500DE2ROGN03000011.doc

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGN0300001

Rev.
1

Foglio
2 di 25

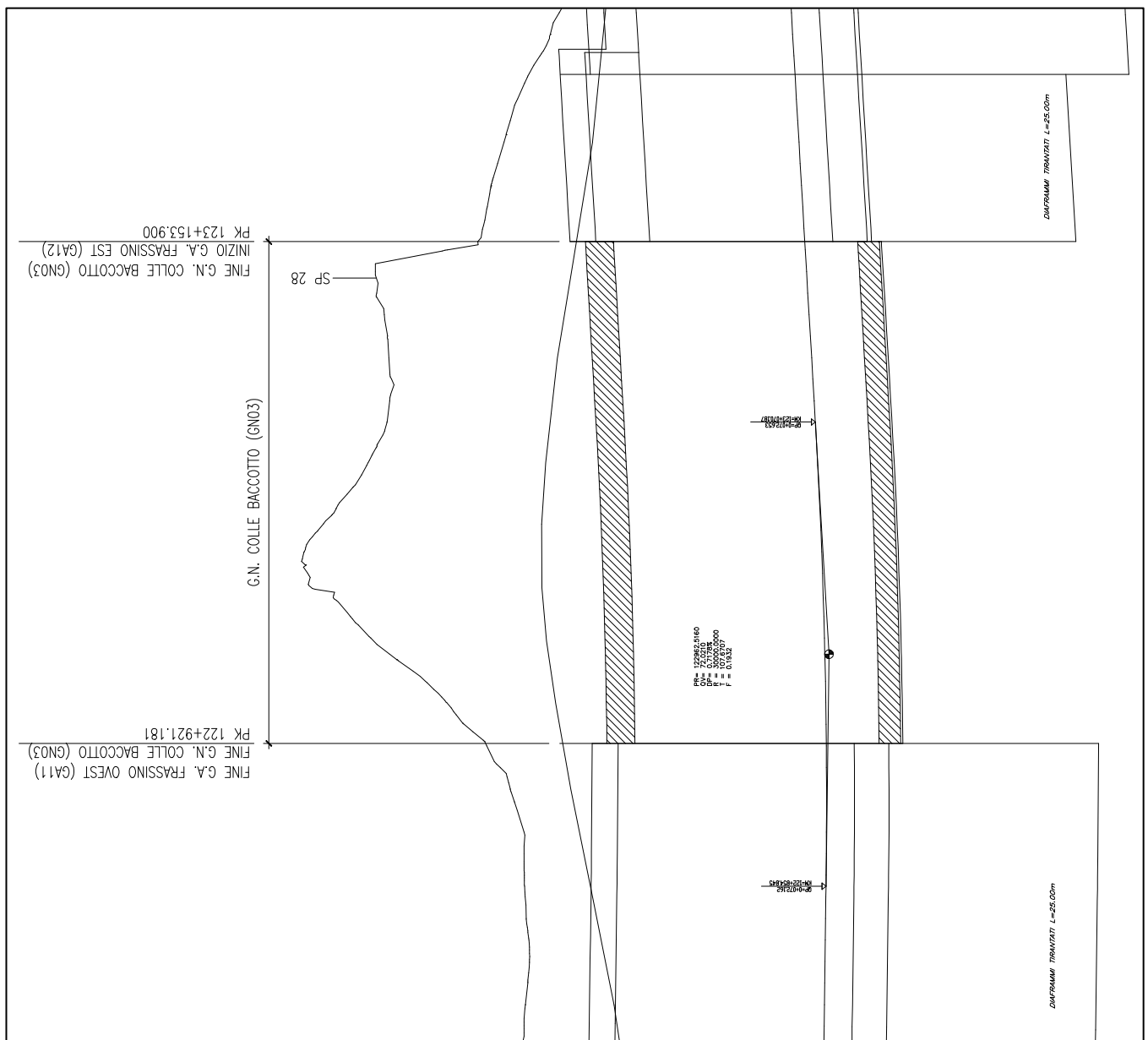
INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 INQUADRAMENTO GENERALE	4
2.2 MORFOLOGIA	5
2.3 ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI	5
2.4 ASPETTI GEOTECNICI.....	6
2.5 ASPETTI LEGATI ALLA SICUREZZA	6
2.6 MODALITÀ COSTRUTTIVE E OPERE PROVVISORIALI	8
2.7 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	18
2.8 PIANO DI MONITORAGGIO	21
2.8.1 Sezione tipo St1	21
2.8.2 Sezione tipo St2	22
2.8.3 Sezione tipo St3	22
2.8.4 Sezione tipo St4	22
2.8.5 Sezione tipo St5	23
2.8.6 Sezione tipo St6	23
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24
4. ELENCO ELABORATI.....	25

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la descrizione dell'opera denominata Galleria Naturale Baccotto, posta nel territorio del Comune di Peschiera del Garda. Tale galleria è posizionata tra la progressiva 122+921.181 e la progressiva 123+153.900, con uno sviluppo totale complessivo pari a 232.719m.

Profilo generale dell'opera





2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

2.1 Inquadramento generale

L'opera in esame, essendo posizionata in continuità delle GA Frassinò Ovest e Frassinò Est, risulta in posizione centrale rispetto al complesso di gallerie compreso tra il chilometro 120+662 e 124+026.

La galleria sottopassa il colle denominato Baccotto sul quale è posizionata l'omonima Villa, bellezza individuata ai sensi della legge 1437/99 (D.Lgs 490/99).

Tale zona, attraversata in posizione planimetrica analoga al P.E. del 1992, è stata oggetto negli anni di varie ottimizzazioni:

- Altimetriche, con un sostanziale abbassamento della livelleta, che hanno portato al completo interrimento della linea AC in questa porzione di territorio rispettando sempre con l'estradosso della galleria i piani viabili e di campagna esistenti;
- Planimetriche, di limitato impatto, che hanno avvicinato, per minimizzare la zona interclusa con A4, l'asse AC all'autostrada A4.

Nel corso della redazione del progetto preliminare, nel periodo 2002-2003, si è inoltre modificato un tratto di galleria artificiale in naturale. Per il tratto che sottopassa il colle denominato Baccotto, si è così evitato, anche in fase provvisoria, di dovere aprire scavi in corrispondenza della Villa omonima.

Con questi dati di base si è impostata la progettazione definitiva che ha avuto come ulteriori informazioni la nuova cartografia al 1000 e le risultanze in itinere della campagna geologica e degli studi geotecnici e idrologici svolti nel corso del 2004.

In fase di impostazione della planoaltimetria del progetto definitivo, eseguito quindi sulla cartografia al 1000, si è dovuta rielaborare la livelleta di preliminare: si è riscontrata infatti una "puntuale" differenza di quota di circa un metro tra le cartografie al 5000 ed al 1000 nella zona del sottovia all'autostrada A4 e dell'antistante piazzale di parcheggio del santuario.

Si è inoltre cercato di minimizzare l'approfondimento della livelleta che altrimenti avrebbe comportato l'aumento delle spinte idrauliche dovute alla falda, il conseguente aumento di tutte le lavorazioni connesse alla fase di scavo ed un impatto maggiorato sulla falda sotterranea.

La galleria Baccotto ha risentito in misura minima dell'approfondimento essendo variata solo la progressiva del vertice che è traslato avendo mantenuto inalterata la livelleta di risalita che governa l'attraversamento sul fiume Mincio.

Data la delicatezza dell'argomento e di altri correlati si è discusso di tali problematiche in via preliminare con Italferr nella riunione del 23/04/2004 a cui è seguito l'emissione del verbale di riunione IN05000IFRR200300102A del 28/06/2004



La sezione tipo adottata è policentrica a doppio binario a una canna nel rispetto delle sezioni tipo contenute nel PTP per gallerie naturali con velocità comprese tra 250 km/h e 300 km/h, in quanto l'adozione di una sezione a doppia canna avrebbe presupposto un interasse binari maggiore dei 4.50m previsti comportando un maggiore ingombro planimetrico con immediate conseguenze sulle molte interferenze nell'area interessate. Inoltre lo sdoppiamento delle canne, e quindi degli assi, avrebbe avuto una ripercussione sul vicino Viadotto Mincio comportando uno sdoppiamento degli impalcati.

2.2 Morfologia

Dal punto di vista morfologico la caratteristica di tale area è la variabilità delle quote del terreno naturale, succedendosi colline e/o semplici rialzi intercalati da depressioni.

Per seguire al meglio l'andamento del terreno, mitigando al massimo possibile l'impatto sul territorio, si susseguono le gallerie denominate S.Cristina, Frassino Ovest, Colle Baccotto, Frassino Est e Mano di Ferro separate da brevi tratti di trincea protetta lateralmente da muri ad "U".

Ogni galleria ha dignità di WBS propria ma le tre gallerie centrali costituiscono un'unica tratta interrata di lunghezza pari a 1950m con la nuova linea AC, che quindi risulta interrata da prima dell'industria Franke a dopo la collina su cui è posta Villa Baccotto, in prossimità della corte rurale denominata Mano di Ferro. Tutte le gallerie sono artificiali ad eccezione della galleria "Colle Baccotto" che è scavata a foro cieco e che interessa il rilievo più prominente, di natura morenica, che dalle quote medie della pianura, attorno agli 80-85 metri, raggiunge quote massime dell'ordine di 90-100 m s.l.m.

2.3 Aspetti geologici e idrogeologici

Dal punto di vista geologico e idrogeologico la campagna di indagini dl 2004 ha evidenziato un generale innalzamento del livello di falda rispetto ai livelli noti da P.E. del 1992 e l'esistenza di un flusso sotterraneo con orientamento sud-nord, dei livelli di falda più superficiali, con il colle Baccotto che costituisce il probabile spartiacque all'interno del quale sono state rilevate le quote piezometriche più elevate.

Tutta l'area è interessata da depositi glaciali e fluvioglaciali; da Ovest verso Est sono state individuate le facies glaciali, fluvioglaciali e glaciolacustri dell'Allogruppo di Lugana, il quale fa parte dei depositi morenici del Garda meridionale.

La morena wurmiana attraversata dalla galleria si presenta disomogenea dal punto di vista compositivo, anche se dai sondaggi geognostici sono stati individuati essenzialmente due tipi di



litologie: una fluvioglaciale, di natura principalmente sabbiosa con possibili ghiaie, ed una glaciale, costituita in massima parte da limi argilloso-sabbiosi.

2.4 Aspetti geotecnici

Le campagne geognostiche hanno mostrato una distribuzione dei terreni di natura diversa molto complessa e articolata, tipica dei depositi di origine glaciale.

Dall'esame delle stratigrafie e delle prove di laboratorio disponibili possono essere definiti tre tipi di materiali:

- Sabbie e ghiaie: negli strati costituiti da tali materiali la percentuale di ghiaia può variare tra il 30% ed il 50%; la percentuale di fine (limi e argille) è in genere inferiore al 20%;
- Limi sabbioso-argillosi con ghiaia: negli strati costituiti da tale materiale la percentuale di fine (limi e argille) può variare tra il 50% ed l'80%; la percentuale di argilla è in genere inferiore al 30%; la percentuale di ghiaia è in genere inferiore al 20%;
- Limi argillosi.

Questi materiali sono distribuiti in modo disordinato sia in direzione verticale che in direzione orizzontale, rendendo difficile una ricostruzione per strati regolari ed omogenei.

Si è comunque stabilita, nel tratto in galleria naturale, una suddivisione a grande scala in cui si hanno terreni tendenzialmente a composizione sabbioso-ghiaiosa ad Ovest e terreni principalmente argillo-limosi ad Est, così come si desume dal profilo geotecnico fornito in allegato al presente documento. I raggruppamenti si riferiscono all'origine "glaciale" o "fluvioglaciale". I parametri geotecnici scelti per le due litologie sono stati ottenuti dall'analisi dei dati granulometrici e dalle prove in sito, oltre che da risultati ottenuti su terreni simili in zone limitrofe alle stesse condizioni di contorno.

2.5 Aspetti legati alla sicurezza

La sicurezza della galleria va esaminata in un'ottica di "insieme di gallerie", essendo infatti da considerare il complesso delle cinque gallerie che vanno da S.Cristina a Mano di Ferro come un sistema che contiene al suo interno dei tratti di trincea profonda protetti, per esigenze di falda, da muri ad U.

In quest'ottica, al termine della galleria Frassino Est e poco oltre la scarpata del cavalcavia posto sul colle Baccotto, è presente un tratto con uno sviluppo di circa 50 m in cui verrà realizzato una zona di allargò a cielo aperto della sezione trasversale (con livelletta ancora al di sotto del piano campagna). Tale accesso può essere funzionale ad aspetti di sicurezza per l'intero sistema di gallerie formato da

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. IN0500DE2ROGN03000011.doc

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGN0300001

Rev.
1

Foglio
7 di 25

Frassino ovest (GA11), Colle Baccotto (GN03) e Frassino Est (GA12), consentendo l'accesso, tramite una rampa realizzata direttamente dal piano campagna, all'imbocco della galleria stessa.

Al fine di mitigare ulteriormente il rischio di incendio e/o dei fumi verrà inoltre realizzato un accesso pedonale intermedio, posizionato all'interno della galleria Frassino Ovest. L'ubicazione di tale uscita, che si trova a circa un chilometro dall'imbocco ovest, risulta quindi in posizione baricentrica all'intero complesso di gallerie. In tale zona inoltre il piano campagna si trova poco sopra alla quota di estradosso della calotta della galleria e quindi le rampe pedonali di uscita hanno lo sviluppo minore possibile.



2.6 Modalità costruttive e opere provvisionali

La galleria naturale viene costruita con scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m e campi di avanzamento di massimo 9.0m. Si sono studiate tre sezioni tipo (A, B e C) che si adattano ai seguenti due litotipi:

Litotipo 'A' - Morenico Incoerente

Litotipo 'B' - Limi argillosi – sabbiosi

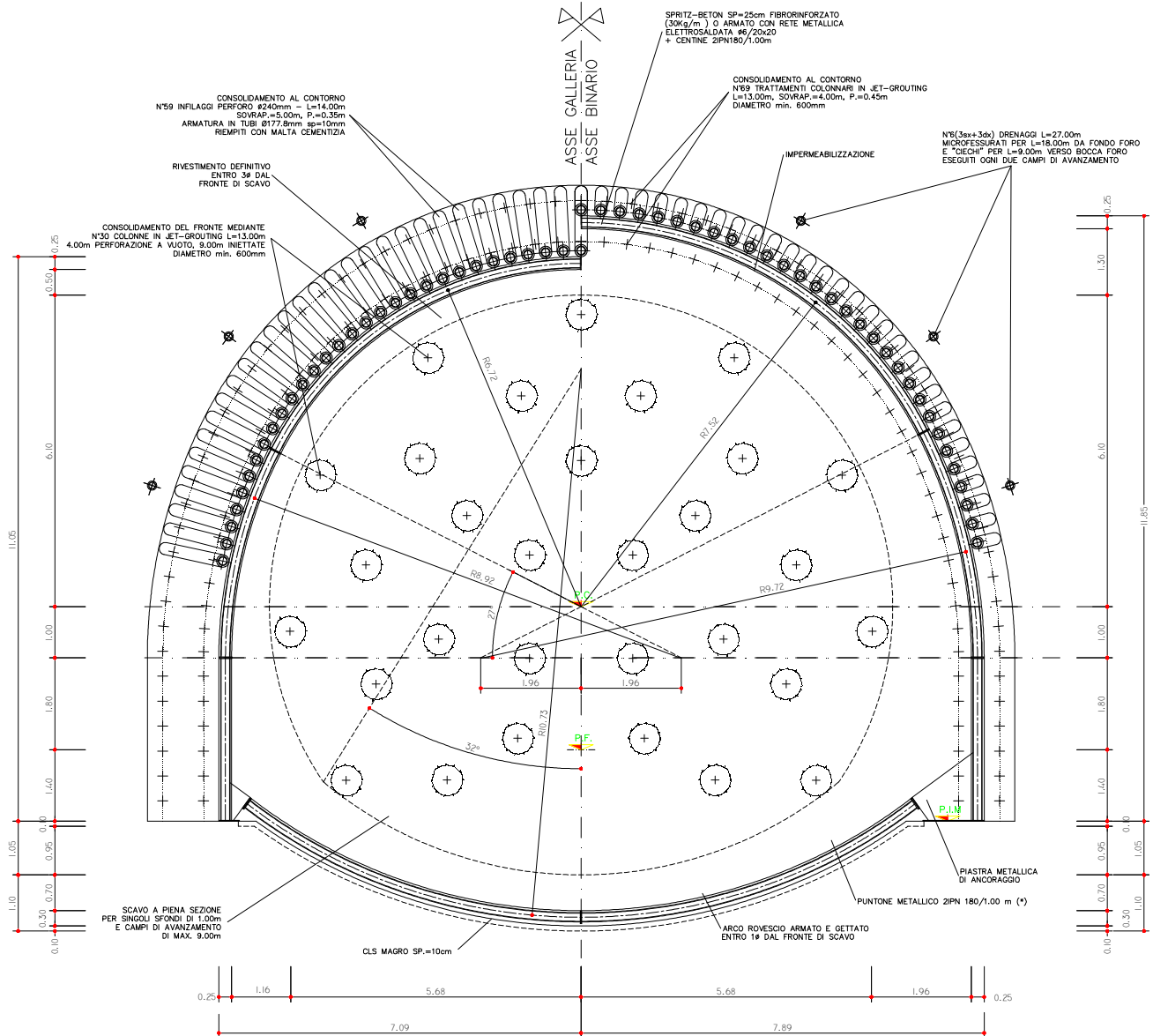
Le tre sezioni tipo adottate sono caratterizzabili come segue :

Sezione tipo A

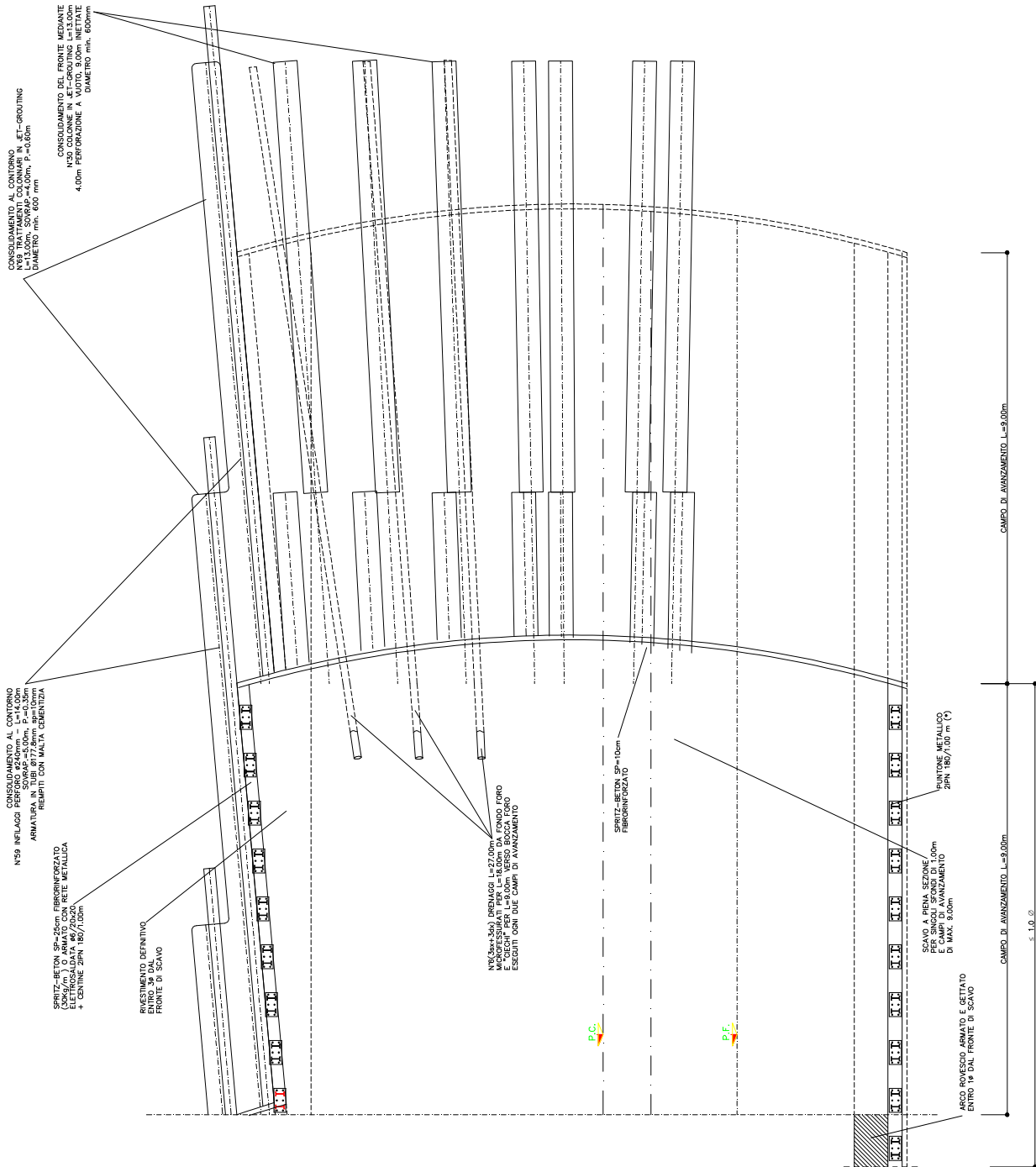
Sezione per scavo in materiali incoerenti ed in condizioni di basse venute d'acqua (in contrapposizione della sezione tipo C che prevede elevate portate) ed è quindi applicata nelle parti marginali del litotipo 1, dove le permeabilità sono medio-basse. Le pressioni di falda vengono comunque abbattute con i dreni prima del passaggio del fronte di scavo:

- 3+3 drenaggi in avanzamento, lunghezza 27 m sovrapp. 9.00 m, microfessurati per 18.00 m da fondo foro e ciechi per 9.00 m verso bocca foro, eseguiti ogni due campi di avanzamento (eventuali in presenza di acqua);
- 59 infilaggi in tubi $\phi 177.8\text{mm}$ s=10.0mm preforo $\phi 240\text{mm}$ riempiti con malta cementizia;
- 69 trattamenti jet-grouting al contorno, L=13÷14 m sovr. 4.0÷5.0 m, interasse 0.45 m, Dmin 60cm;
- consolidamento del fronte con 30 colonne in jet-grouting, L=13m, 4.0m di perforazione a vuoto e 9.0m iniettati;
- Centine metalliche 2IPN180/1.00m inglobate in uno strato di spritz-beton al contorno, sp. 25 cm fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata;
- Puntone fondo scavo composto da centine metalliche 2IPN180/1.00m inglobate in uno strato di spritz-beton al contorno, sp. 25 cm fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata; la necessità di disporre il puntone metallico di chiusura delle centine dovrà risultare dalle condizioni di stabilità del terreno al fronte di scavo ed alle misure pregresse degli spostamenti subiti dallo scavo, e in ogni caso la decisione dovrà essere presa in accordo alle disposizioni della D.L.
- Spritz-beton al fronte fibrorinforzato, sp. 0.10 m;
- Arco rovescio sp. 0.7 m gettato a $1\emptyset$ dal fronte;
- Impermeabilizzazione in geotessile a filo continuo 400gr/m² e guaina in PVC s=2mm
- Rivestimento definitivo di calotta , sp. min 0.50 m max 1.30 m, gettato ad una distanza dal fronte pari a $3\emptyset$ dal fronte.

Sezione trasversale



Profilo longitudinale



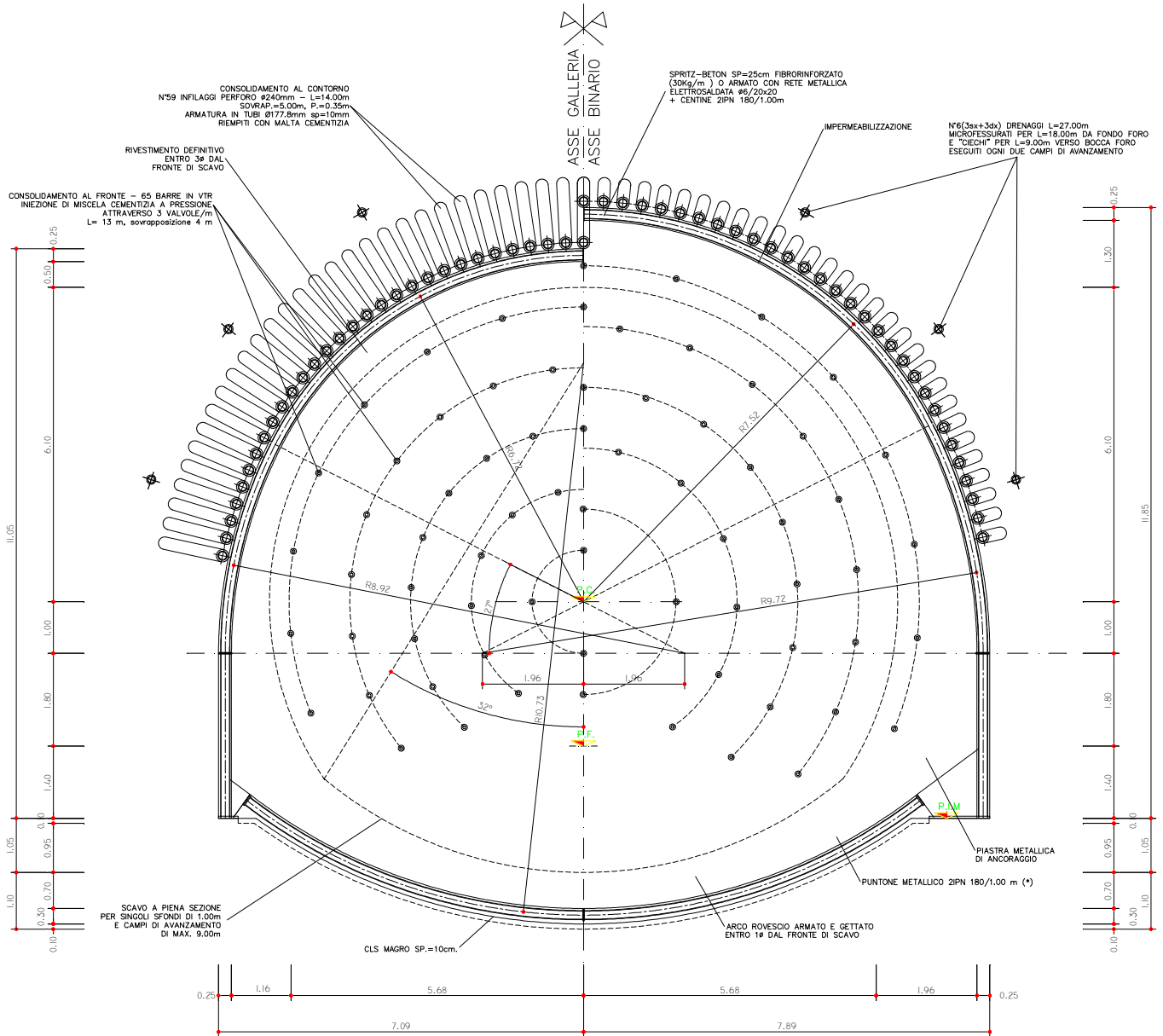


Sezione tipo B

Sezione per scavo in materiali coesivi e formata dalla esecuzione di :

- 3+3 drenaggi in avanzamento, lunghezza 27 m sovrapp. 9.00 m, microfessurati per 18.00 m da fondo foro e ciechi per 9.00 m verso bocca foro, eseguiti ogni due campi di avanzamento (eventuali in presenza di acqua);
- 59 infilaggi in tubi $\phi 177.8\text{mm}$ $s=10.0\text{mm}$ preforo $\phi 240\text{mm}$ riempiti con malta cementizia con n°2 valvole/m;
- consolidamento del fronte con 65 barre in vetroresina con iniezione di miscela cementizia a pressione attraverso n°3 valvole/m $L=13\text{m}$;
- Centine metalliche 2IPN180/1.00 m inglobate in uno strato di spritz-beton al contorno, sp. 25 cm fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata;
- Puntone fondo scavo composto da centine metalliche 2IPN180/1.00 m inglobate in uno strato di spritz-beton al contorno, sp. 25 cm fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata; la necessità di disporre il puntone metallico di chiusura delle centine dovrà risultare dalle condizioni di stabilità del terreno al fronte di scavo ed alle misure pregresse degli spostamenti subiti dallo scavo, e in ogni caso la decisione dovrà essere presa in accordo alle disposizioni della D.L.
- Spritz-beton al fronte fibrorinforzato, sp. 0.10 m;
- Arco rovescio sp. 0.7 m gettato a 1ϕ dal fronte;
- Impermeabilizzazione in geotessile a filo continuo 400gr/m² e guaina in PVC $s=2\text{mm}$
- Rivestimento definitivo di calotta , sp. min 0.50 m max 1.30 m, gettato ad una distanza dal fronte pari a 3ϕ .

Sezione trasversale



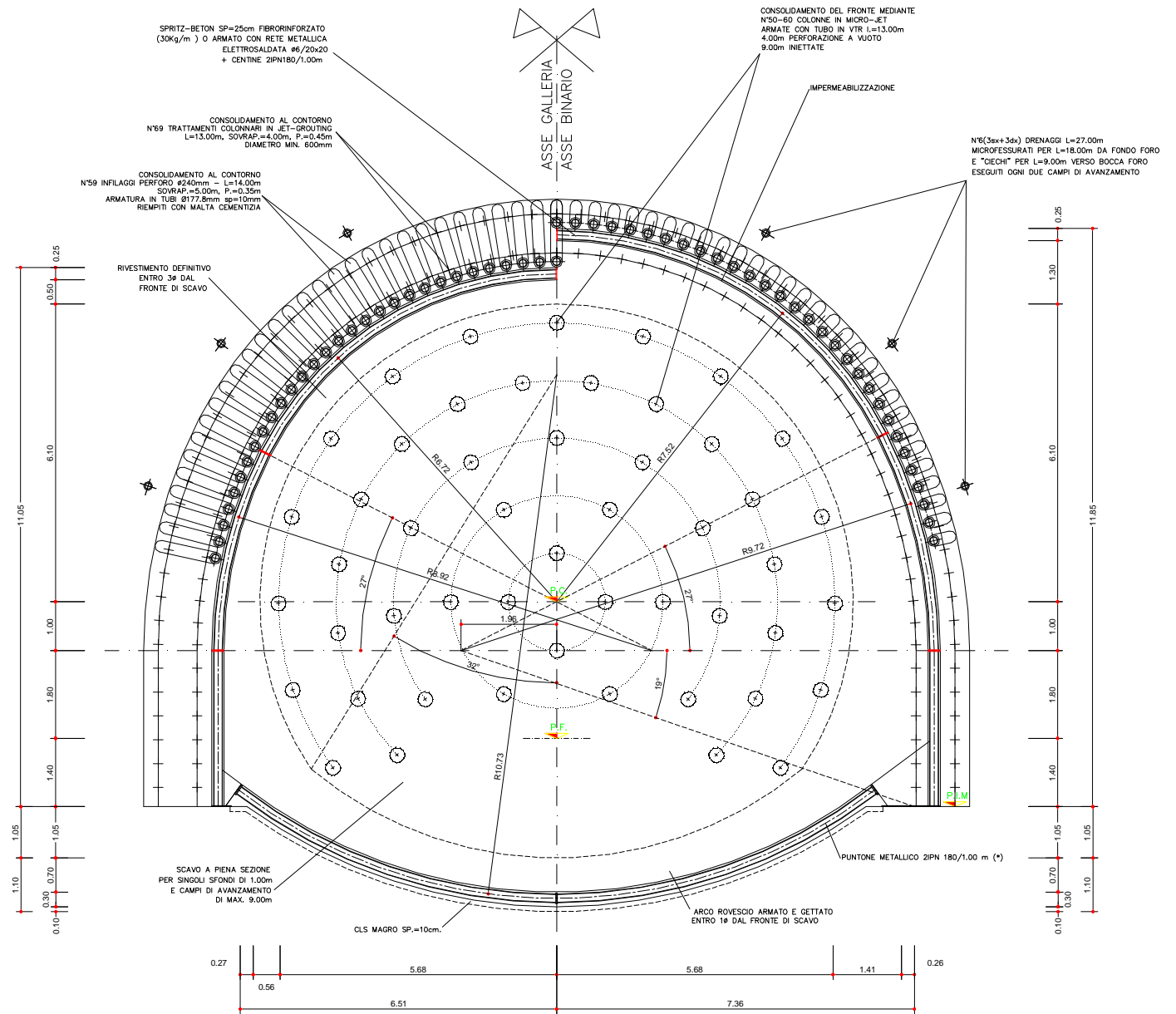


Sezione tipo C

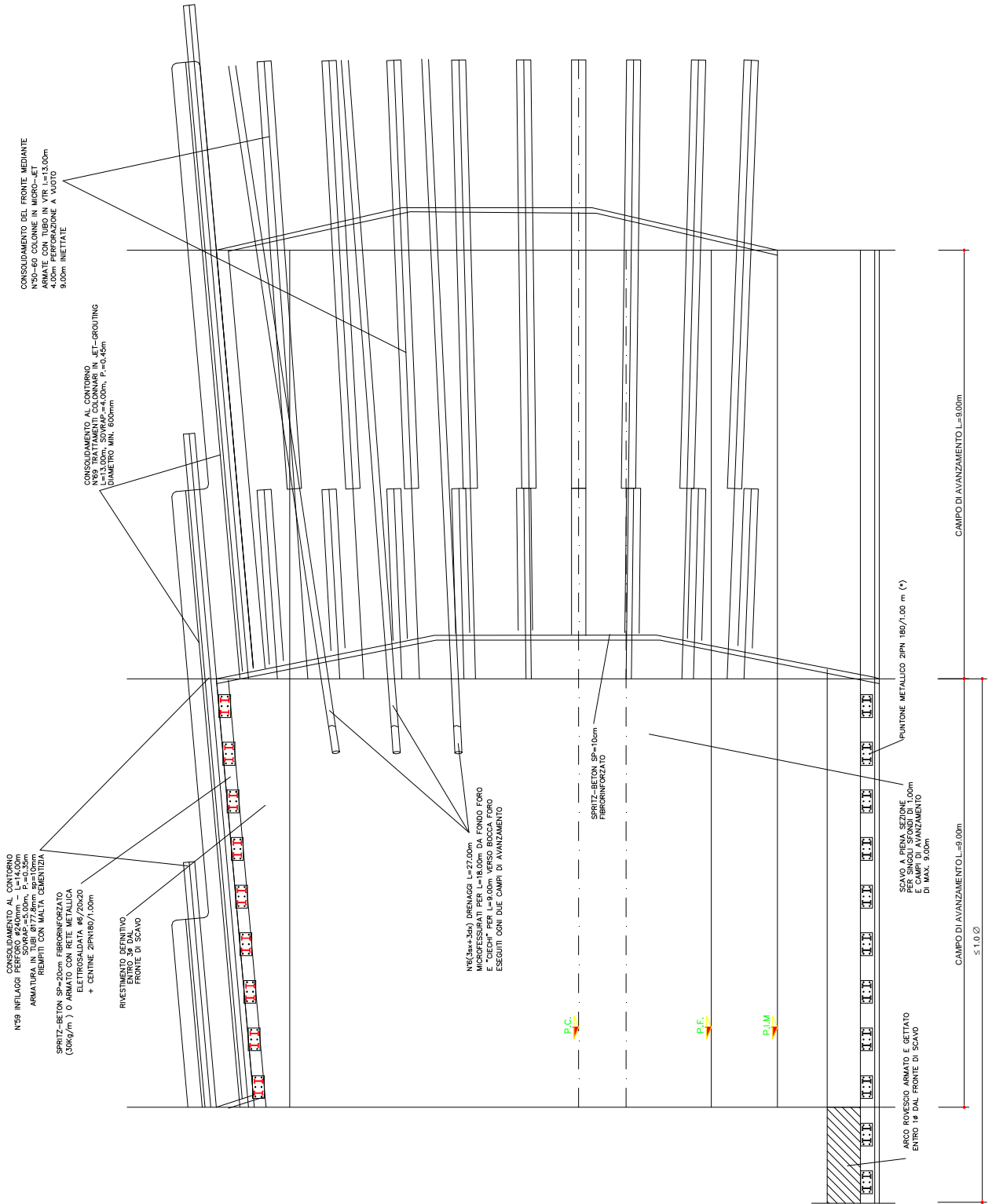
Sezione per scavo con alternanza di strati incoerenti e coesivi al fronte, è inoltre adeguata per lo scavo in materiali incoerenti con forti venute d'acqua ed è formata dall'esecuzione di :

- 3+3 drenaggi in avanzamento, lunghezza 27 m sovrapp. 9.00 m, microfessurati per 18.00 m da fondo foro e ciechi per 9.00 m verso bocca foro, eseguiti ogni due campi di avanzamento (eventuali in presenza di acqua);
- 59 infilaggi in tubi $\phi 177.8\text{mm}$ $s=10.0\text{mm}$ preforo $\phi 240\text{mm}$ riempiti con malta cementizia;
- 69 trattamenti jet-grouting al contorno, $L=13\div 14$ m sovr. $4.0\div 5.0$ m, interasse 0.45 m, $D_{\text{min}} 60\text{cm}$;
- consolidamento del fronte con 50/60 colonne in micro-jet armate con tubo in vetroresina, $L=13$ m 4.0m di perforazione a vuoto e 9.0m iniettati;
- Centine metalliche 2IPN180/1.00 m inglobate in uno strato di spritz-beton al contorno, sp. 25 cm fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata;
- Puntone fondo scavo composto da centine metalliche 2IPN180/1.00 m inglobate in uno strato di spritz-beton al contorno, sp. 25 cm fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata; la necessità di disporre il puntone metallico di chiusura delle centine dovrà risultare dalle condizioni di stabilità del terreno al fronte di scavo ed alle misure pregresse degli spostamenti subiti dallo scavo, e in ogni caso la decisione dovrà essere presa in accordo alle disposizioni della D.L.
- Spritz-beton al fronte fibrorinforzato, sp. 0.10 m;
- Arco rovescio sp. 0.7 m gettato a 1ϕ dal fronte;
- Impermeabilizzazione in geotessile a filo continuo $400\text{gr}/\text{m}^2$ e guaina in PVC $s=2\text{mm}$
- Rivestimento definitivo di calotta , sp. min 0.50 m max 1.30 m, gettato ad una distanza dal fronte pari a 3ϕ dal fronte.

Sezione trasversale



Profilo longitudinale





Le fasi esecutive principali sono le seguenti:

- Esecuzione spritz-beton sul fronte
- Esecuzione drenaggi in avanzamento
- Esecuzione del preconsolidamento al fronte
- Esecuzione del consolidamento al contorno;
- Esecuzione infilaggi al contorno con riperforazione del jet-grouting
- Esecuzione degli sfondi di 1.0 m, sagomando il fronte a forma concava;
- Posa in opera di centine e spritz-beton;
- Getto di murette ed arco rovescio in cls
- Posa dell'impermeabilizzazione
- Getto dei piedritti e calotta in cls

Le aree di scavo sono analoghe per tutte e tre le sezioni tipo e sono pari a:

Area minima:	133.62 m2
Area max:	158.62 m2
Area di seconda fase (scasso):	19.42 m2
Area media:	165.6 m2

Gli imbocchi vengono realizzati mediante una berlinese di micropali realizzata solo ortogonalmente all'asse; la presenza dei diaframmi in c.a. multirantati, che vengono realizzati nell'ambito dello scavo provvisoriale sia della GA Frassino Ovest che della GA Frassino est, consente infatti la minimizzazione delle opere di imbocco tipiche nelle gallerie naturali.



2.7 Smaltimento acque meteoriche

La livelletta ferroviaria presenta una “corda molla” all’interno della galleria del Frassino ovest con un vertice altimetrico alla progressiva 122+962.5160, e con i due tratti di livelletta in entrata ed uscita che “pendono” verso il vertice. Il punto di “minimo”, posto in corrispondenza della tangente altimetrica lato ovest, a progressiva 122+854.845 ha un piano del ferro posto a 71.162.

L’intero tratto del sistema di gallerie quindi è tale per cui le acque, dall’imbocco ovest di S.Cristina all’imbocco est di Mano di Ferro, comprendendo anche la rampa di emergenza, confluirebbero all’interno della galleria.

Per risolvere tale problematica si sono analizzate due possibili alternative :

- Una soluzione è quella di realizzare una condotta, da eseguire in corrispondenza del punto di “minimo” della livelletta, che recapiti a gravità le acque nel fiume Mincio, con una lunghezza della tubazione pari a circa 1500m e con una pendenza longitudinale massima dello 0.2% (valore oltre il quale non sarebbe possibile scaricare nel fiume Mincio). La problematica costruttiva di tale condotta è notevole, data la profondità della quota di scorrimento del tubo rispetto al piano campagna variabile fino ad un massimo di circa 15m e con tutto un tratto vicino a corte mano di Ferro con profondità pari a circa 10m rispetto al piano campagna. Inoltre la tubazione andrebbe realizzata in contropendenza rispetto all’andamento del piano del ferro con una differenza di quota tra il piano del ferro e la quota di scorrimento variabile tra 1.50m e circa 12m alla fine della Galleria Mano di ferro. Tale tubazione si ritiene realizzabile solo con un sistema tipo “microtunneling” e sarebbe da realizzare in assoluta impermeabilità per evitare che tale tubazione diventi di fatto il dreno della falda verso il fiume Mincio sconvolgendo il regime idraulico dell’area. Questa soluzione è di una certa difficoltà tecnica e di una certa valenza economica.
- Una soluzione alternativa per lo smaltimento non a gravità delle acque è quella di realizzare un “sistema” di stazioni di sollevamento che garantiscano anche mediante delle vasche volano la possibilità di accumulare e poi di smaltire mediante elettropompe l’acqua meteorica che viene recapitata.

Anche di questo argomento data la delicatezza delle tematiche coinvolte si è parlato con Italferr nella riunione del 23/04/2004 a cui è seguito l’emissione del verbale di riunione IN05000IFRR200300102A del 28/06/2004 dal quale si è ricevuto un assenso di massima sulla seconda soluzione.

Si è sviluppato il sistema di impianti di sollevamento secondo una logica di sicurezza per cui si sono posizionati due impianti, uno in corrispondenza di ogni imbocco, ed un terzo impianto in corrispondenza del punto di minimo altimetrico, anche in considerazione del fatto che la falda è costantemente al di sopra del piano del ferro.

Non si è ritenuto opportuno infatti convogliare le acque provenienti dagli imbocchi e dalle trincee in unico impianto posizionato in corrispondenza del punto di minimo.



Si è preferita una soluzione con più stazioni di sollevamento, anche se a fronte di un costo di costruzione e di esercizio maggiore, poiché frazionando i volumi da recapitare si hanno i seguenti vantaggi :

- maggiore affidabilità di esercizio
- minori dimensioni dei manufatti relativi alle vasche
- maggiore elasticità di esercizio

aumentando quindi di fatto il coefficiente di sicurezza dell'impianto stesso.

Si sono quindi predisposti tre impianti posizionati come segue :

- Impianto di sollevamento ovest 121+523.213 in corrispondenza del tratto di muri ad U tra la galleria S.Cristina e Frassino ovest a ridosso del sifone Rio Giordano nel quale scarica le acque sollevate;
- Impianto di sollevamento intermedio 122+880 posto in corrispondenza del termine della galleria Frassino ovest
- Impianto di sollevamento lato est 123+599.750 posto al termine della galleria Frassino est

con i due impianti di estremità che hanno la funzione di intercettare le acque provenienti dagli imbocchi e dalle trincee intercluse garantendo con la dimensione delle loro vasche volano anche il non funzionamento per qualsiasi motivo del gruppo pompe, ed in questo modo evitando l'entrata in galleria del Frassino da entrambi gli imbocchi di acqua meteorica.

In buona sostanza ad un gruppo pompe ridondante, perché composto da due unità di cui una di riserva, si aggiunge la sicurezza di avere una vasca volano in grado di assorbire una quantità d'acqua pari ad un malfunzionamento del gruppo pompe.

Diverso ragionamento è stato fatto per l'impianto lato est per il quale è stato fatto un dimensionamento geometrico di vasca comunque lasciando un volume molto più ampio anche in considerazione di fatto che tale impianto corrisponde all'entrata-uscita di emergenza.

L'impianto intermedio ha unicamente quindi funzione di sicurezza. Infatti a livello teorico in esso non dovrebbe essere convogliato alcun volume di acqua essendo la galleria totalmente impermeabilizzata ed avendo intercettato le acque in prossimità degli imbocchi. A scopo cautelativo e come ulteriore sicurezza questo impianto avrà un volume utile tale da garantire un adeguato intervallo di tempo tra due attacchi successivi delle pompe: dovendo infatti funzionare solo in caso di emergenza si ritiene corretto installare pompe di portata pari a quella dell'impianto di maggiori dimensioni, così da garantire l'evacuazione della portata convogliata nella peggiore eventualità di malfunzionamento dell'impianto lato ovest.

Inoltre, considerando l'eventualità di una sospensione dell'erogazione di corrente elettrica, si sono verificati i tempi di riempimento delle vasche secondo le ipotesi di progetto, con l'idea che si riempia prima la vasca posta ad est e, una volta piena, l'acqua esca e vada a riempire la vasca intermedia tramite la canaletta posta sottoballast.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. IN0500DE2ROGN03000011.doc

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGN0300001

Rev.
1

Foglio
20 di 25

Nell'ipotesi di un funzionamento indipendente delle vasche si ha quindi una autonomia dell'impianto lato est di 53 minuti con una portata calcolata per un tempo di ritorno di 100anni a cui vanno sommati 4 minuti dell'impianto centrale con un totale di 57 minuti del sistema.

E' ovviamente da segnalare che si sta ipotizzando un evento estremamente poco probabile visto che si ipotizza che non funzionino né la pompa n°1 dell'impianto est né la pompa n°2 dello stesso e contemporaneamente neanche le due pompe della vasca n°3, che invece è stata inserita proprio con questa funzione di sicurezza.

Il volume dell'impianto lato ovest è dato più da necessità di carpenteria che dal semplice dimensionamento idraulico. Le sue dimensioni garantiscono infatti ampio margine di tempo in caso di interruzione della erogazione di alimentazione elettrica.



2.8 Piano di monitoraggio

Il controllo in sottterraneo sarà operato in stazioni strumentate per la misura degli spostamenti lungo il profilo di scavo, delle tensioni indotte negli elementi strutturali di prerivestimento, degli spostamenti al contorno dello scavo, del livello di falda e delle tensioni indotte negli elementi strutturali del rivestimento definitivo.

A questo scopo si sono predisposte sei sezioni tipologiche, illustrate nell'elaborato allegato al progetto, attrezzate con:

- mire ottiche su chiodi solidali alle strutture di prerivestimento, siano esse le centine metalliche o lo strato di calcestruzzo proiettato, per il controllo degli spostamenti di convergenza;
- celle di carico per il controllo delle pressioni agenti alle basi delle centine metalliche di prerivestimento;
- coppie di barrette estensimetriche per il controllo delle deformazioni lungo le centine metalliche di prerivestimento;
- Estrusimetro incrementale tipo “ sliding micrometer “ di lunghezza pari a 20.0 metri con ancoraggi anulari posti ogni metro;
- Piezometro elettrico per la misura del livello di falda;
- coppie di barrette estensimetriche per il controllo dello stato tensionale del rivestimento definitivo.

2.8.1 Sezione tipo St1

La sezione tipologica **ST1** comprende 5 chiodi attrezzati con mire ottiche per la lettura delle deformazioni di convergenza.

La sezione ST1 è predisposta per il controllo sistematico dello scavo in sottterraneo per cui sarà posta in opera con interasse longitudinale non superiore a 36.00 m e, comunque, nelle zone di imbocco, in cui sono previsti interventi conservativi destinati al presostegno/preconsolidamento dell'ammasso, con interasse non superiore ad 9.00 m.

Le letture saranno eseguite con la seguente frequenza:

- la lettura iniziale (lettura zero) sarà eseguita prima che il fronte di scavo sia avanzato di 2.00 m;
- fino a quando la distanza tra il il fronte di scavo e la stazione strumentata è inferiore ad 9.00 m si eseguiranno misure quotidiane;
- fino a quando la distanza tra il fronte di scavo e la stazione strumentata è inferiore a 18.00 m si eseguirà una misura ogni due giorni;
- fino a quando la distanza tra il fronte di scavo e la stazione strumentata è inferiore a 72.00 m si eseguirà una misura ogni tre giorni;



- fino a quando sarà realizzata l'impermeabilizzazione dello scavo ed eseguito il getto del rivestimento definitivo si eseguiranno misure settimanali.

2.8.2 Sezione tipo St2

La sezione tipologica **ST2** comprende 1 estrusimetro incrementale tipo "Sliding Micrometer" di lunghezza pari a 20.0 metri con ancoraggi anulari ogni metro.

La sezione ST2 sarà posta in opera in prossimità degli imbocchi e comunque con interasse longitudinale non superiore a 120.00 m.

Le letture saranno eseguite con la seguente frequenza:

- la lettura iniziale (lettura zero) sarà eseguita al fronte di scavo fermo, le letture successive ad ogni avanzamento del fronte di scavo.

2.8.3 Sezione tipo St3

La sezione tipologica **ST3** comprende 3 coppie di barrette estensimetriche da applicare alla centina metallica per la lettura degli stati tensionali interni, 2 celle di carico da disporre al piede della centina per la lettura delle sollecitazioni.

La sezione ST3 sarà posta in opera con interasse longitudinale non superiore a 120.00 m ed anche quando la convergenza del cavo, misurata sulla stazione di tipo ST1 che precede, tende al superamento dei valori di soglia di attenzione.

Le letture saranno eseguite con la seguente frequenza:

- la lettura iniziale (lettura zero) sarà eseguita prima che il fronte di scavo sia avanzato di 3.00 m;
- fino a quando la distanza tra il il fronte di scavo e la stazione strumentata è inferiore ad 9.00 m si eseguiranno misure quotidiane;
- fino a quando la distanza tra il fronte di scavo e la stazione strumentata è inferiore a 18.00 m si eseguirà una misura ogni due giorni;
- fino a quando la distanza tra il fronte di scavo e la stazione strumentata è inferiore a 72.00 m si eseguirà una misura ogni tre giorni;
- fino a quando sarà realizzata l'impermeabilizzazione dello scavo ed eseguito il getto del rivestimento definitivo si eseguiranno misure settimanali.

2.8.4 Sezione tipo St4

La sezione tipologica **ST4** comprende 1 Piezometro elettrico di lunghezza pari a 20.0 metri.

La sezione ST4 sarà posta in opera con interasse longitudinale non superiore a 72.00 m .

La lettura del livello di falda deve essere effettuata quotidianamente;

2.8.5 Sezione tipo St5

La sezione tipologica **ST5** comprende 3 chiodi attrezzati con mire ottiche per la lettura delle deformazioni di convergenza, 5 coppie di barrette estensimetriche da applicare alla centina metallica per la lettura degli stati tensionali interni, 5 celle di pressione da applicare tra il prerivestimento ed il rivestimento definitivo per la lettura delle pressioni, 2 celle di carico da disporre al piede della centina per la lettura delle sollecitazioni,.

- La stazione ST5 sarà posta in opera in corrispondenza della sezione con massima copertura;
- Le letture saranno eseguite con frequenza decisa dall' Ente committente;
- La lettura di zero sarà eseguita a maturazione del getto.

2.8.6 Sezione tipo St6

La sezione tipologica **ST6** comprende 3 coppie di barrette estensimetriche da applicare all'interno del rivestimento definitivo per la lettura degli stati tensionali interni,

- La sezione ST6 sarà posta in opera in corrispondenza degli imbocchi;
- Le letture saranno eseguite con frequenza decisa dall'Ente committente;
- La lettura di zero sarà eseguita a maturazione del getto.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si fa riferimento alla legislazione vigente con particolare riferimento alle seguenti normative:

- a) D.M. 09.01.96: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- b) D.M. 11.03.1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- c) Istruzioni F.S. 44 b: "Istruzioni Tecniche per manufatti sottobinario da costruire in zona sismica" - *14 Novembre 1996.*
- d) ITALFERR SiS T.A.V.: Prescrizioni tecniche per la progettazione Rev.A 2/01/04
- e) Ferrovie dello Stato: "Sovraccarichi per il calcolo dei Ponti Ferroviari - Istruzioni per la Progettazione, l'esecuzione e il Collaudo" - *13 Gennaio 1997.*
- f) D.M. 16.01.1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, e dei carichi e sovraccarichi"
- g) D.M. 16.01.96: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- h) D.M. 04.05.90: "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali".
- i) Ordinanza P.C.M. 20/03/2003 n.3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" – (Solo per quanto riguarda la nuova classificazione sismica dei territori attraversati dalla tratta)

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. IN0500DE2ROGN03000011.doc

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROGN0300001Rev.
1Foglio
25 di 25

4. ELENCO ELABORATI

GN COLLE BACCOTTO Relazione tecnica generale	IN0500DE2ROGN0300001
GN COLLE BACCOTTO Planimetria di ubicazione dell'opera	IN0500DE2P7GN0300001
GN COLLE BACCOTTO Profilo generale dell'opera	IN0500DE2F6GN0300001
GN COLLE BACCOTTO Profilo geomeccanico	IN0500DE2F6GN0300002
GN COLLE BACCOTTO Relazione di calcolo	IN0500DE2CLGN0300001
GN COLLE BACCOTTO Opere consolidamento fasi costr sez tipo A	IN0500DE2BBGN0300001
GN COLLE BACCOTTO Opere consolidamento fasi costr sez tipo B	IN0500DE2BBGN0300002
GN COLLE BACCOTTO Opere consolidamento fasi costr sez tipo C	IN0500DE2BBGN0300003
GN COLLE BACCOTTO Naturale - Carpenteria e particolari sez tipo A	IN0500DE2BCGN0300001
GN COLLE BACCOTTO Naturale - Carpenteria e particolari sez tipo B	IN0500DE2BCGN0300002
GN COLLE BACCOTTO Naturale - Carpenteria e particolari sez tipo C	IN0500DE2BCGN0300003
GN COLLE BACCOTTO Naturale - Monitoraggio - Sezioni trasversali	IN0500DE2WAGN0300001
GN COLLE BACCOTTO Relazione geotecnica	IN0500DE2RBGN0300001
GN COLLE BACCOTTO Relazione di calcolo berlinesi imbocchi	IN0500DE2CLGN0300002
GN COLLE BACCOTTO Berlinesi imbocco est-ovest Piante e Sezioni	IN0500DE2PAGN0300001
GN COLLE BACCOTTO Berlinesi imbocco est-ovest Sez long. Part costr	IN0500DE2PZGN0300002
SEZIONI TIPO (SCAVO IN TRADIZIONALE)-GN A DOPPIO BINARIO	IN0500DE2WBGN0000001