

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 ARTIFICIALE “MADONNA DEL FRASSINO OVEST”
RELAZIONE TECNICA GENERALE**

IL PROGETTISTA INTEGRATORE



Tommaso Taranta
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23408 - Sez. A Settori: a) civile 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 | A | 1 | 1 | 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>V. AIELLO</i> | 01.07.14 | <i>DI NARDO</i> | 01.07.14 | <i>LAZZARI</i> | 01.07.14 | |
| | | | | | | | | | |

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc:IN0500DE2ROGA11000011



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1100001

Rev.
1

Foglio
2 di 29

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA | 6 |
| 2.1 INQUADRAMENTO GENERALE | 6 |
| 2.2 MORFOLOGIA | 9 |
| 2.3 ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI | 9 |
| 2.4 ASPETTI GEOTECNICI..... | 12 |
| 2.5 ASPETTI IDRAULICI..... | 13 |
| 2.6 ASPETTI LEGATI ALLA SICUREZZA | 13 |
| 2.7 GALLERIA ARTIFICIALE POLICENTRICA..... | 14 |
| 2.8 MODALITÀ COSTRUTTIVE E OPERE PROVVISORIALI | 18 |
| 2.9 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE | 24 |
| 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 27 |
| 4. ELENCO ELABORATI..... | 28 |

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1100001

Rev.
1

Foglio
3 di 29

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la descrizione dell'opera denominata Galleria Artificiale Frassino Ovest, posta nel territorio del Comune di Peschiera del Garda che ricade in zona sismica di 3^a categoria con riferimento alla nuova zonizzazione contenuta nell'ordinanza P.C.M. n°3274.

In tale galleria sono comprese le seguenti WBS :

- GA11 galleria artificiale posta tra le progressive 121+655.00 (AC BP) e 122+921.181 con uno sviluppo totale complessivo pari a 1266.715m.
- IN71 doppio sifone in corrispondenza del Rio Paulmano posto alla progressiva 122+221.604

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N

Progetto
IN05

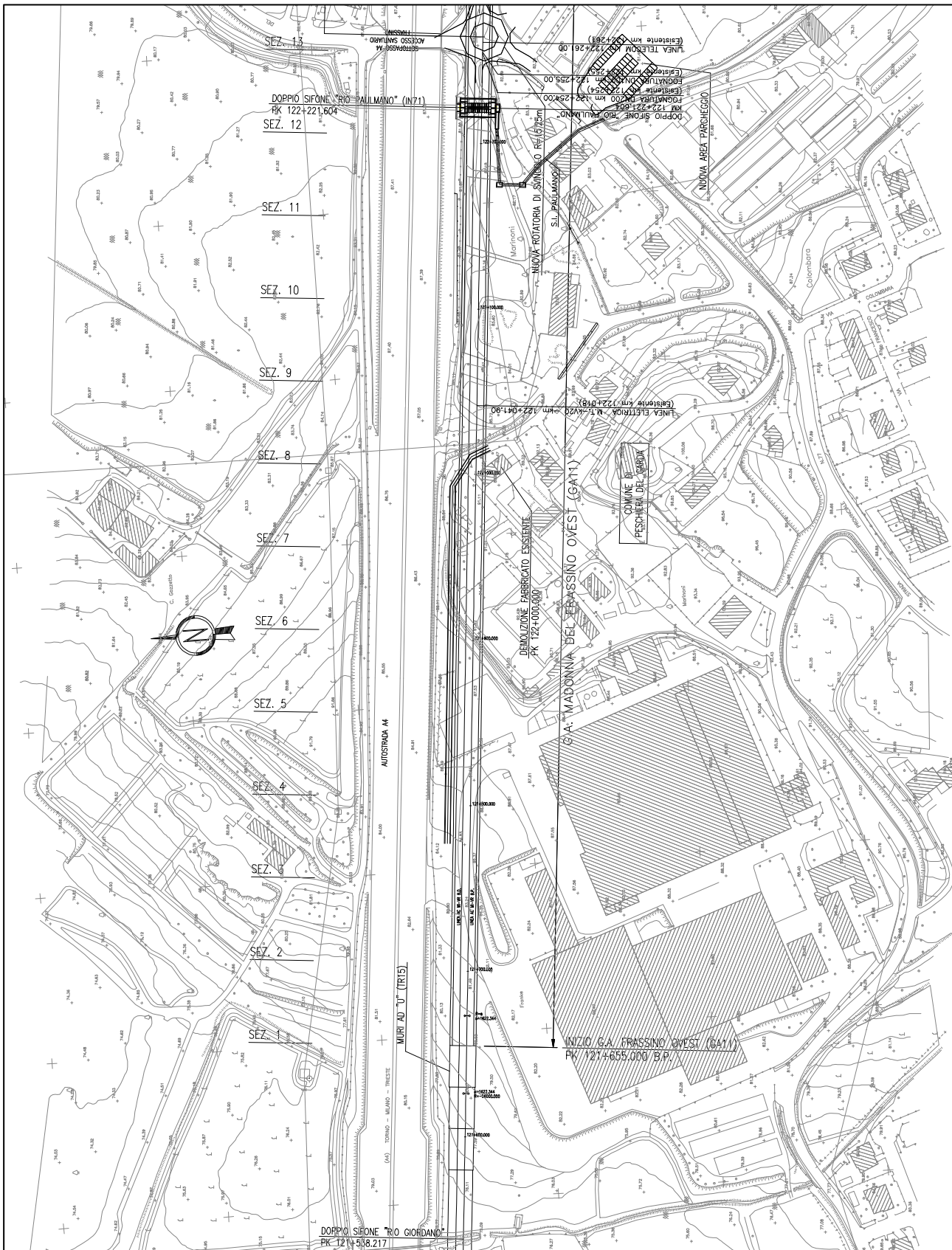
Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1100001

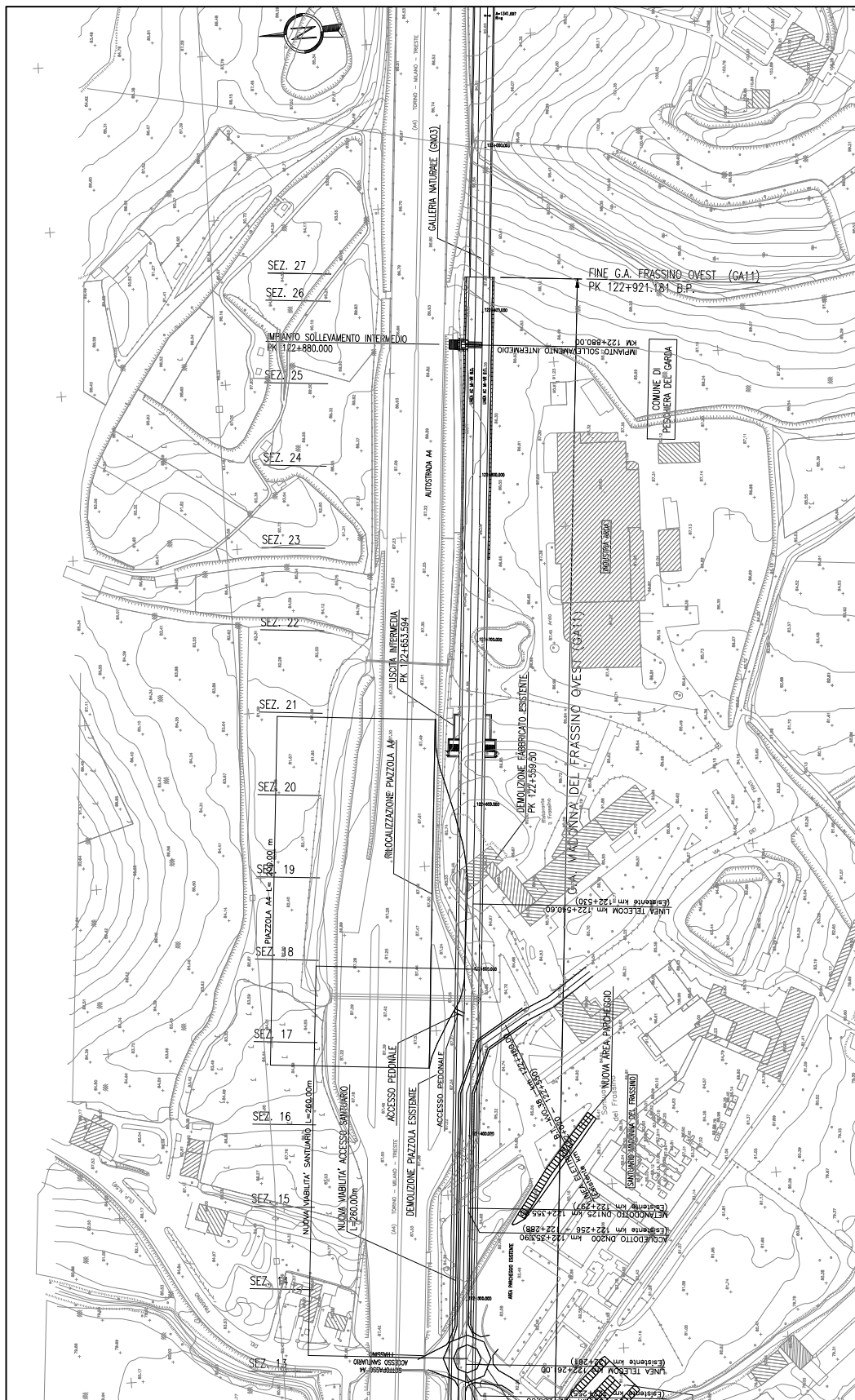
Rev.
1

Foglio
4 di 29

Planimetria – Stralcio 1



Planimetria – Stralcio 2





2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

2.1 Inquadramento generale

La galleria Frassino ovest è la seconda galleria del complesso di gallerie che è posto tra il chilometro 120+770 e 124+026. In tale opera sono presenti le problematiche più importanti dell'intero complesso.

In corrispondenza di queste progressive viene infatti attraversata una porzione di territorio particolarmente antropizzato nella quale sono presenti il complesso industriale della ditta Franke, il Santuario della Madonna del Frassino, Villa Baccotto, bellezza individuata ai sensi della legge 1437/99 (D.Lgs 490/99), ed un'area dove sono presenti alcune antiche corti rurali la più importante delle quali è denominata Mano di Ferro.

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 livelletta, 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 trasformato 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 di Villa Baccotto.

Con questi dati di base si è impostata la progettazione definitiva, che ha avuto come ulteriori informazioni la nuova cartografia scala 1:1000, 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 in scala 1:1000, si è dovuta rielaborare la livelletta di preliminare nel tratto che comprende le gallerie S.Cristina e Frassino ovest: si è riscontrata infatti una "puntuale" differenza di quota di circa un metro tra le cartografie 1:5000 e 1:1000 nella zona del sottovia all'autostrada A4 e dell'antistante piazzale di parcheggio del santuario.

Si è inoltre cercato di minimizzare l'approfondimento della livelletta 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.

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 nella precedente versione del P.D. (2004-2006) era di tipo scatolare a doppio binario a una canna, così come previsto per il tratto ovest, 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.

Nel P.D. 2004-2006, data la variabilità della quota del terreno dell'area attraversata, per limitare il ricoprimento sul solettone superiore erano previste tre tipologie di altezza interna, pari rispettivamente a 8.50m (7.20m da p.f. a intradosso solettone), 11.00m (8.70m da p.f. a intradosso solettone) e 15.00m (13.70m da p.f. a intradosso solettone). La sezione di altezza intermedia veniva utilizzata per la zona di ingresso alla naturale, analogamente al tratto ad est, per risolvere sia il problema del forte ricoprimento, sia il raccordo con la sezione policentrica della galleria naturale.

Per quanto riguarda le sezioni di altezza interna 8.50m e 11.00m, in sede di prima revisione del progetto definitivo (30/07/05) era stata modificata la tipologia costruttiva dei piedritti, non più interamente realizzati mediante getto in opera ma utilizzando doppie lastre prefabbricate con funzione in prima fase di cassero ed in seguito collaboranti con il getto di riempimento delle pareti. La tipologia con altezza interna 15.00m viene invece interamente gettata in opera, come previsto nel progetto definitivo 2004.

Nella presente revisione del Progetto Definitivo, si è mantenuta la soluzione di unica canna a doppio binario, ma è stata modificata la sagoma interna della sezione, adottando la sezione tipo policentrica in sostituzione della sezione tipo scatolare (per maggiori approfondimenti e dettagli tecnici si rimanda allo specifico paragrafo). In analogia alla precedente versione del P.D., si sono previste tre sezioni tipo da applicare a seconda dei differenti ricoprimenti: la sezione tipo avente gli spessori strutturali maggiori viene applicata al tratto da 121+822 a 122+047, dove sono previsti ricoprimenti nell'ordine di 8.0m; la seconda sezione tipo viene applicata al tratto di approccio alla Galleria Naturale "Colle Baccotto", da pk 122+546 a pk 122+921, dove i ricoprimenti sono nell'ordine di 4-5m; la terza sezione tipo, avente gli spessori minori, viene applicata nei rimanenti tratti, dove il ricoprimento massimo sulla calotta è pari a circa 2m.

La tipologia di scavo per la realizzazione della galleria non è in trincea aperta ma, dati i livelli di falda molto elevati, l'altezza degli scavi provvisori da sostenere e la vicinanza dell'autostrada A4, il sostegno degli scavi è stato affidato ad opere provvisorie che consentano lo scavo a parete verticale; nel progetto definitivo 2004 tali opere provvisorie erano costituite da diaframmi multitirantati posizionati agli imbocchi della galleria naturale "Colle Baccotto" e da palancolati metallici vibroinfissi sul resto della tratta.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1100001

Rev.
1

Foglio
8 di 29

Queste strutture di sostegno hanno subito diverse semplificazioni costruttive in sede di prima revisione del progetto definitivo, conseguenze sia di approfondimenti dello studio geologico-idrogeologico del sistema Frassino, sia di esigenze legate ad aspetti cantieristici e logistici, sia di aspetti legati alla particolare delicatezza dell'area antistante il Santuario del Frassino.

Per quanto riguarda il tratto dove è previsto il palancoleto metallico, le suddette modifiche hanno riguardato il posizionamento trasversale, in quanto è previsto che non fosse più adiacente alle pareti della galleria ma allargato di 1.20 m per consentire l'accessibilità tra piedritti ed opera di sostegno provvisorio, e quindi agevolare la posa delle impermeabilizzazioni, e l'eliminazione del tappo di fondo previsto nel PD edizione 2004, sostituendolo come funzione con pozzi drenanti.

Inoltre, nel tratto di palancoleto in prossimità dell'area antistante il Santuario del Frassino, per eliminare i possibili rischi di danneggiamenti ai fabbricati dovuti a vibrazioni da infissione si è previsto di intervenire con una sezione di scavo tra berlinesi tirantate di più rapida esecuzione, con previsione di aggotamento durante le fasi di scavo e getto della galleria, ed eliminando quindi di fatto il palancoleto metallico.

Per maggiori approfondimenti e dettagli tecnici si rimanda ai capitoli "Modalità costruttive e opere provvisoriale" e "Aspetti geologici e idrogeologici" della presente relazione.

Per quanto riguarda la viabilità locale, nel precedente P.D. 2004-2006, per rispettare le prescrizioni CIPE, era stata prevista la realizzazione di una rotatoria in prossimità del sottopasso all'autostrada A4, l'inserimento di due nuovi parcheggi, uno da 44 posti a servizio del Santuario Madonna del Frassino, ed uno da 32 posti a servizio del cimitero, ed era stato inoltre consentito l'accesso al parcheggio esistente del cimitero.

Nella presente revisione, tale viabilità è stata revisionata recependo lo stato attuale dei luoghi; in considerazione del fatto che in questo lasso di tempo sono stati realizzati dei nuovi parcheggi a servizio del Santuario del Frassino, sono stati eliminati i 44 posti previsti in precedenza, mentre è stato mantenuto il parcheggio da 32 posti; inoltre, in considerazione del fatto che l'area del parcheggio esistente è oggetto di lavori di ampliamento del cimitero, è stata di conseguenza modificata la viabilità per il loro accesso, eliminando la rotatoria minore posta a pk 122+534 circa.



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". Tutte le gallerie sono artificiali ad eccezione della galleria "Colle Baccotto" che è scavata a foro cieco. 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 risulta quindi 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.

La galleria artificiale Frassino ovest attraversa la parte più "sensibile" dell'area: sono infatti presenti a breve distanza il santuario con antistante un porticato, la viabilità ed i parcheggi ad esso afferenti compresi una piazzola di sosta dell'adiacente autostrada A4 dalla quale si accede direttamente all'area prospiciente il santuario.

2.3 Aspetti geologici e idrogeologici

Dal punto di vista geologico e idrogeologico la campagna di indagini del 2004 ha evidenziato :

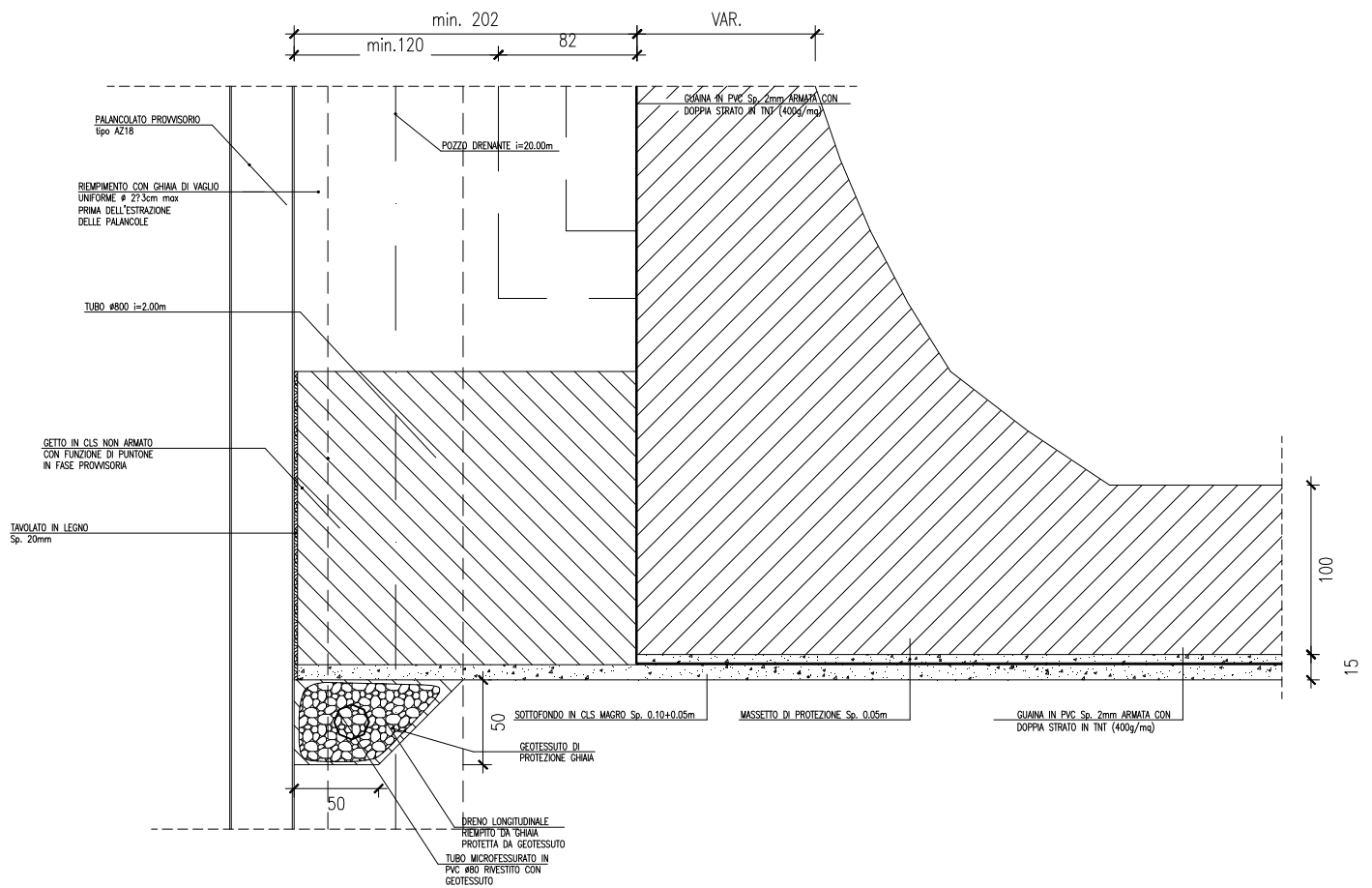
- un generale innalzamento del livello di falda rispetto ai livelli noti da P.E. del 1992;
- l'esistenza di un flusso sotterraneo, dei livelli di falda più superficiali, con orientamento sud-nord che sarebbero stati interrotti, con grave interferenza all'alimentazione del laghetto del Frassino, qualora si fosse perseguita la soluzione presentata nel preliminare di opere di sostegno provvisorie formate da diaframmi in c.a..

In alternativa a quanto presentato nel progetto preliminare si è reso quindi necessario ricercare e studiare una soluzione alternativa che consentisse la esecuzione di una paratia "trasparente" o rimovibile dopo avere svolto la sua funzione di sostegno provvisorio degli scavi. La soluzione di preliminare avrebbe infatti costituito una barriera continua e permanente dell'altezza di circa 25m che avrebbe interferito in modo "pesante" con l'idrologia sotterranea.

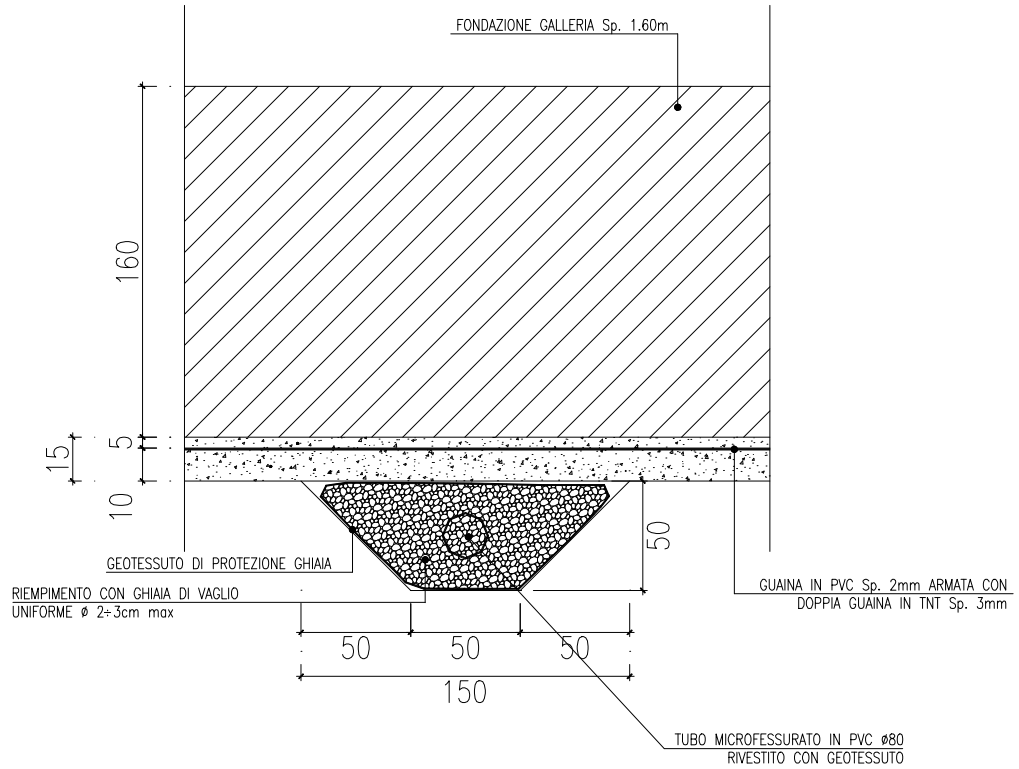
La soluzione indagata e presentata nel PD edizione 2004 è stata quindi quella di un palancolato metallico "pesante" che, svolta la sua funzione di sostegno provvisorio degli scavi, possa essere rimosso in modo da minimizzare l'interferenza con la falda sotterranea. In aggiunta a questo è stato previsto un sistema permanente di dreni costituito da una rete di trincee drenanti. Tali trincee, in senso longitudinale, sono continue e posizionate in corrispondenza ai due piedritti, al di sotto del solettone di fondo, mentre

trasversalmente alla galleria sono posizionate ogni 30m e verticalmente in corrispondenza dell'intercapedine di 1.20m tra il palancoato e la parete della galleria. In questo modo si viene a creare uno spessore di materiale più permeabile attorno alla galleria, nella sua configurazione finale, che favorisce il riequilibrio monte-valle dei livelli idrici e consente il naturale movimento sud-nord sopra descritto.

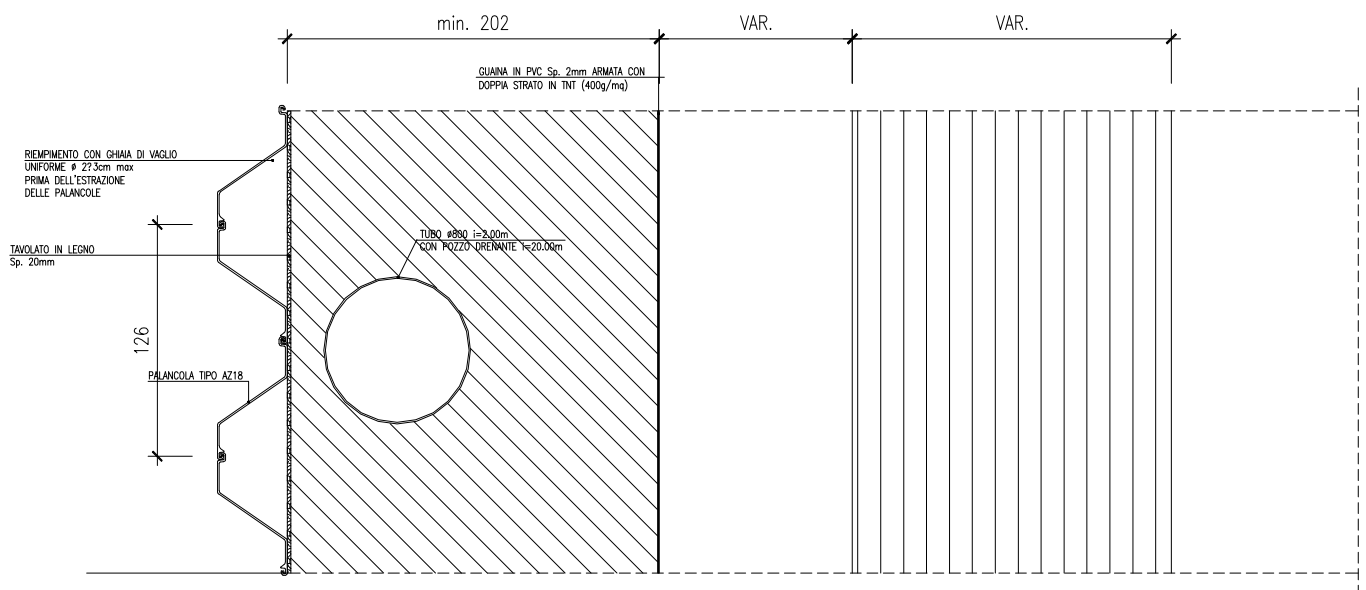
Dreni longitudinali



Dreni trasversali



Dreni verticali





Nel tratto antistante l'area del Santuario del Frassino, come già enunciato in precedenza, si è previsto di intervenire con una sezione di scavo tra berlinesi tirantate, con previsione di aggotamento durante le fasi di scavo e getto della galleria: si è resa possibile l'introduzione di tale tipologia grazie alla revisione dell'andamento della falda (che ha un punto di minimo e che risale in maniera meno pronunciata verso Colle Baccotto), effettuata nel corso del 2005, che consente di realizzare un prescavo più profondo. Tale tipologia di opera di sostegno non pregiudica comunque la "trasparenza" idrogeologica.

Anche in corrispondenza di tale tratto si prevede la realizzazione dei dreni longitudinali, trasversali e verticali sopra descritti.

La soluzione dei diaframmi multitirantati in corrispondenza del tratto di approccio alla galleria naturale, presentata nel PD edizione 2004, si era resa necessaria visto sia l'aumento dell'altezza di scavo rispetto al tratto precedente, sia il livello di falda posizionato circa alla quota di prescavo. Nella prima revisione del PD si è reso possibile, grazie all'aggiornamento dell'andamento della falda, un aumento del prescavo con conseguente diminuzione dell'altezza della paratia e del numero dei tiranti.

Le simulazioni svolte e contenute nell'elaborato "Studi geologico-Idrogeologico di dettaglio Gallerie Santa Cristina Madonna del Frassino, Mano di ferro - IN0500DE2RGGE0001003" dimostrano che la soluzione proposta e gli accorgimenti previsti svolgono la funzione di minimizzare gli impatti.

2.4 Aspetti geotecnici

Il profilo stratigrafico lungo l'asse del tracciato ferroviario risulta molto complesso ed articolato; ciò è tipico di depositi di origine glaciale.

Fondamentalmente, dall'esame delle stratigrafie e delle prove di laboratorio disponibili, possono essere rinvenuti tre tipi di materiali:

- Sabbie e ghiaie (materiale tipo C); 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 (materiale tipo A-2); 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 (materiale tipo A-1)

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



2.5 Aspetti idraulici

Viene intercettato dalla galleria, alla progressiva di 122+221.604, un corso d'acqua denominato Rio Paulmano che sottopassa l'autostrada A4. Tale rio, come è desumibile dalle relazioni idrauliche generali, è uno dei corsi d'acqua che alimentano il laghetto del Frassino ed è regolato a monte dai laghetti posti dietro al Santuario. La livelletta ferroviaria non consente di dare continuità a tale corso d'acqua e quindi si propone la realizzazione di un sifone. Di tale opera si è discusso preliminarmente con l'ente gestore, il "Consorzio di bonifica Adige-Garda", il quale ha dato l'assenso di massima.

Nel sifone, inglobato nella struttura in c.a. della galleria, si è inserita una doppia tubazione $\phi 2000$ in acciaio prevedendo in questo modo la possibilità di partizionare il funzionamento idraulico del sifone per consentire le operazioni di manutenzione e pulizia all'impianto.

2.6 Aspetti legati alla sicurezza

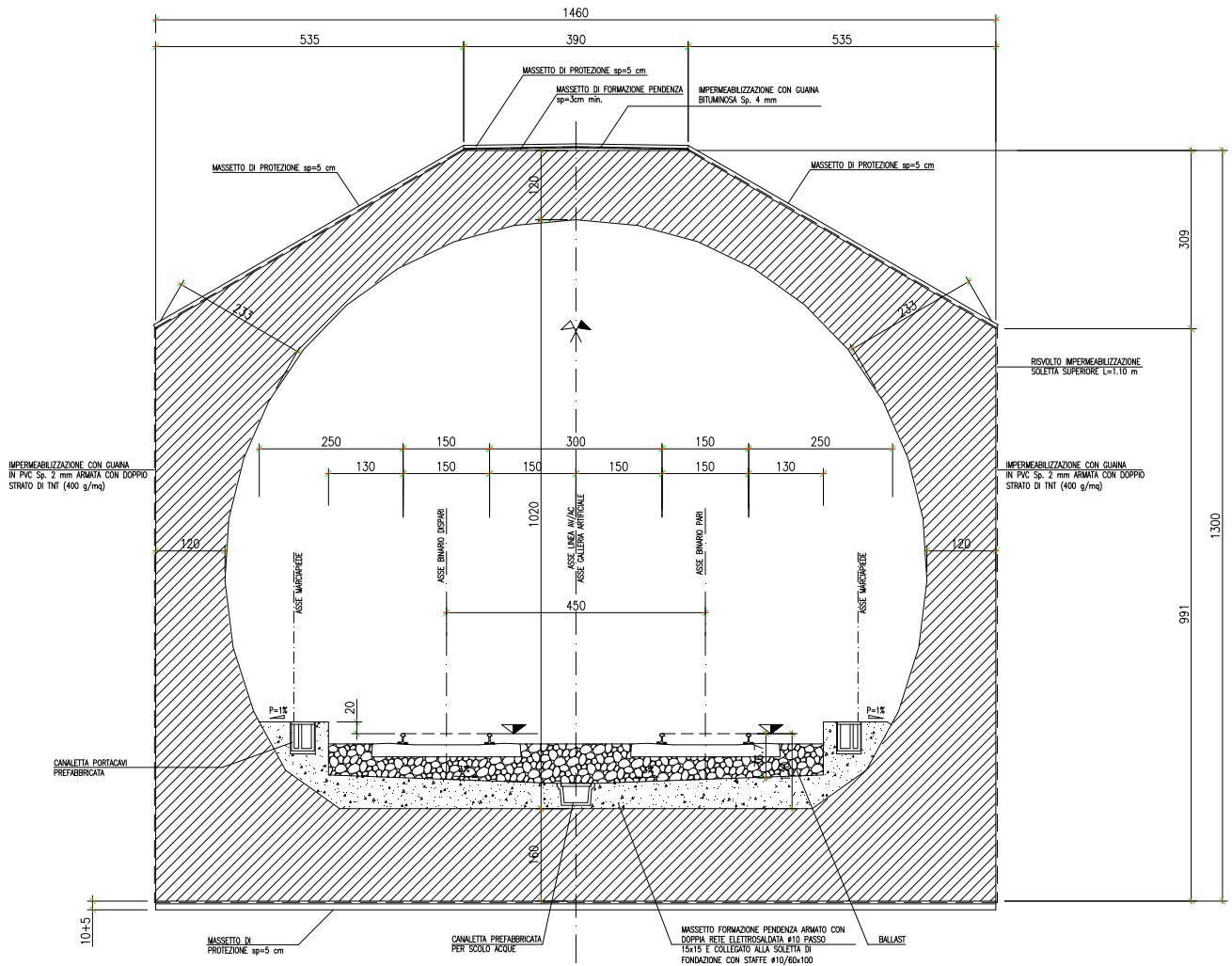
Al termine della galleria nel suo tratto denominato "Est", poco oltre la scarpata del cavalcavia posto sul colle Baccotto, è presente un tratto con uno sviluppo di circa 50 m nel quale, dato che la livelletta è ancora al di sotto del piano campagna, verrà realizzato una zona di allargo a cielo aperto della sezione trasversale, con l'ausilio di diaframmi eseguiti in corrispondenza del ciglio autostradale.

Tale accesso può essere funzionale ad aspetti di sicurezza consentendo l'accesso, tramite una rampa realizzata direttamente dal piano campagna, all'imbocco della galleria stessa.

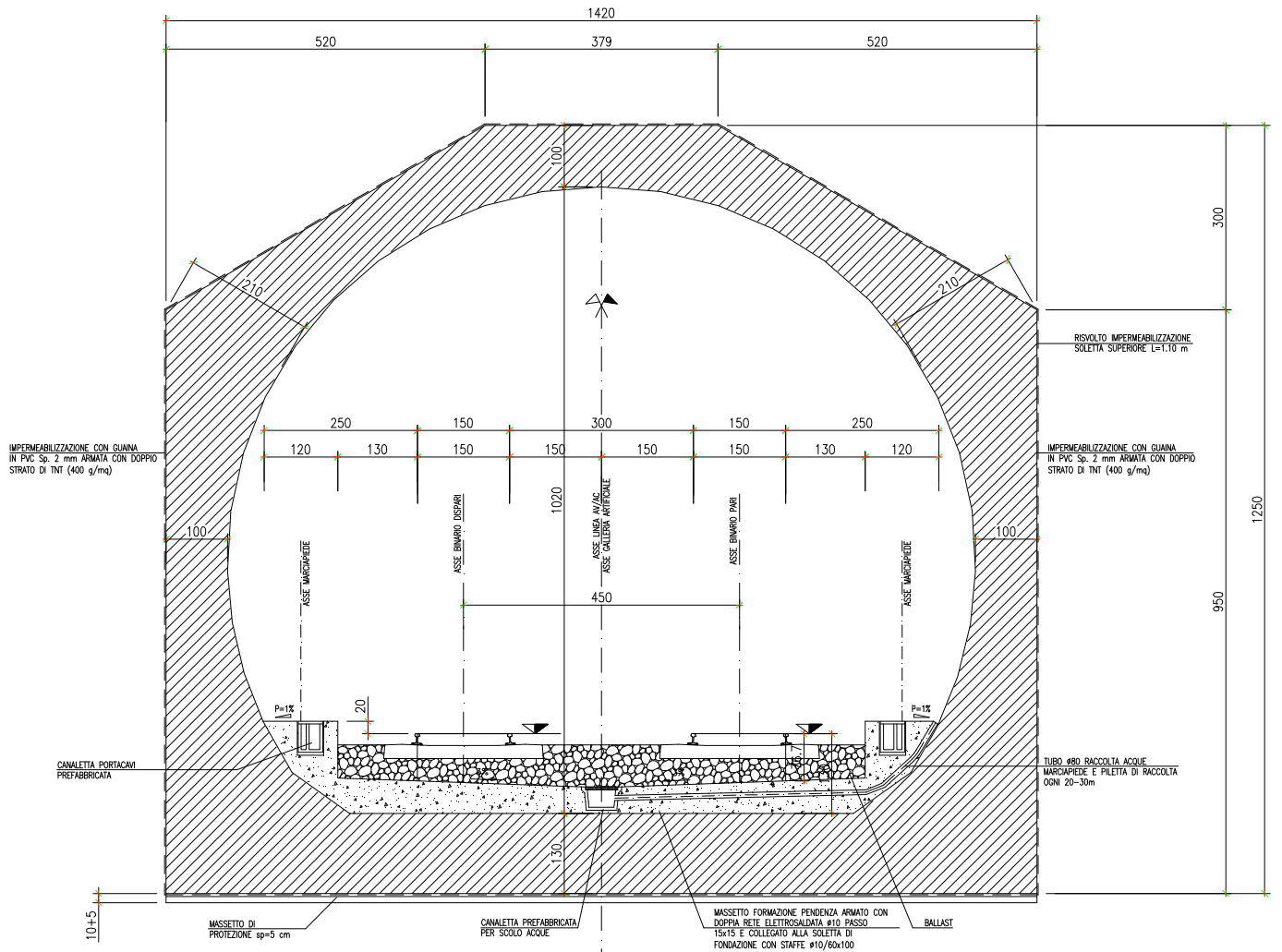
Al fine di mitigare ulteriormente il rischio di incendio e/o dei fumi verrà realizzato anche un accesso pedonale intermedio, posizionato all'interno della galleria Frassino ovest, nella zona posta a tergo del ristorante del Frassino e a ridosso della nuova posizione della piazzola autostradale, che consenta l'accesso pedonale dall'autostrada al santuario alla progressiva circa pari a 122+653.594 e all'area adiacente al parcheggio del Santuario alla progressiva pari a circa 122+300. L'ubicazione di tale uscita, che si trova a circa un chilometro dall'imbocco ovest, è quindi in posizione baricentrica all'intera galleria formata da Frassino ovest (GA11), Colle Baccotto (GN03) e Frassino Est (GA12). 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.

2.7 Galleria artificiale policentrica

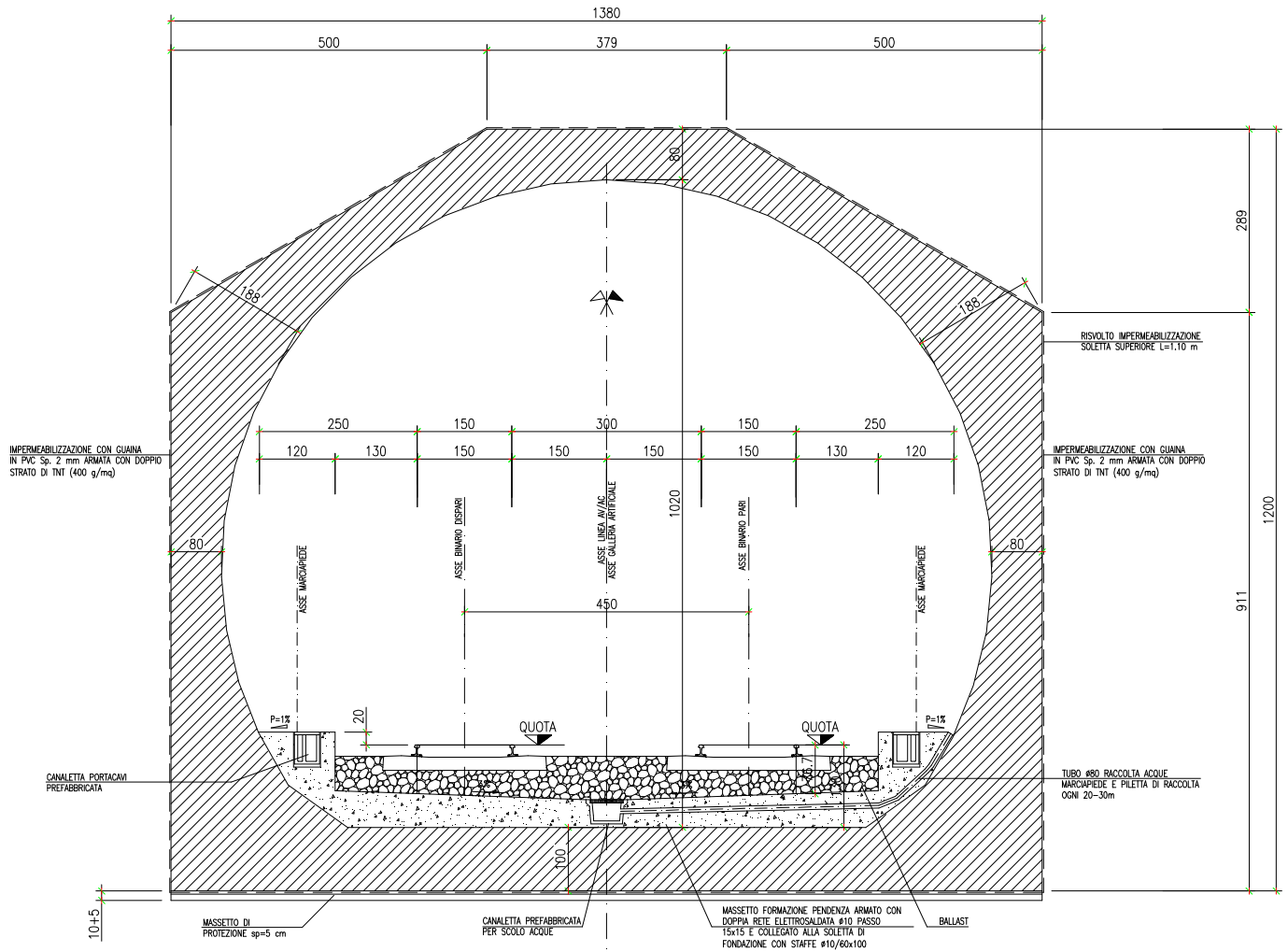
Sezione tipo galleria artificiale – Tratto da pk 121+822 a pk 122+047



Sezione tipo galleria artificiale – Tratto da pk 122+546 a pk 122+921



Sezione tipo galleria artificiale – Tratto da pk 121+655 a pk 121+822 / da pk 122+047 a pk 122+546



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1100001

Rev.
1

Foglio
17 di 29

Agli imbocchi della galleria artificiale sono previsti dei timpani di chiusura, di spessore pari a 0.50m e larghezza pari al concio di muro ad U adiacente, che consentono la transizione tra i muri delle trincee ed il tratto di galleria.



2.8 Modalità costruttive e opere provvisionali

Come già anticipato nei paragrafi precedenti, la metodologia di sostegno provvisoria degli scavi è un aspetto fondamentale del progetto.

Il sostegno provvisorio degli scavi è stato affidato essenzialmente ad un doppio palancoleto metallico "pesante" puntonato dell'altezza di 25m nel tratto iniziale, ad una berlinese multitirantata nel tratto centrale ed a diaframmi in c.a. multitirantati in un tratto limitato a ridosso della galleria naturale.

Il tratto di palancole è compreso tra le progressive 121+655.00 (AC BP), in corrispondenza dell'inizio della Galleria artificiale Frassino Ovest, e 122+215.00 (AC BP), in corrispondenza del doppio sifone "Rio Paulmano", per uno sviluppo in lunghezza pari a 560m; il tratto di berlinese è compreso tra la progressiva 122+215.00 (AC BP) e 122+750.00 (AC BP), per uno sviluppo di 535m, mentre il tratto di diaframmi è compreso tra le progressive 122+750.00 (AC BP) e 122+921.181 (AC BP), in corrispondenza della galleria naturale "Colle Baccotto", con uno sviluppo totale complessivo pari a 171.18m.

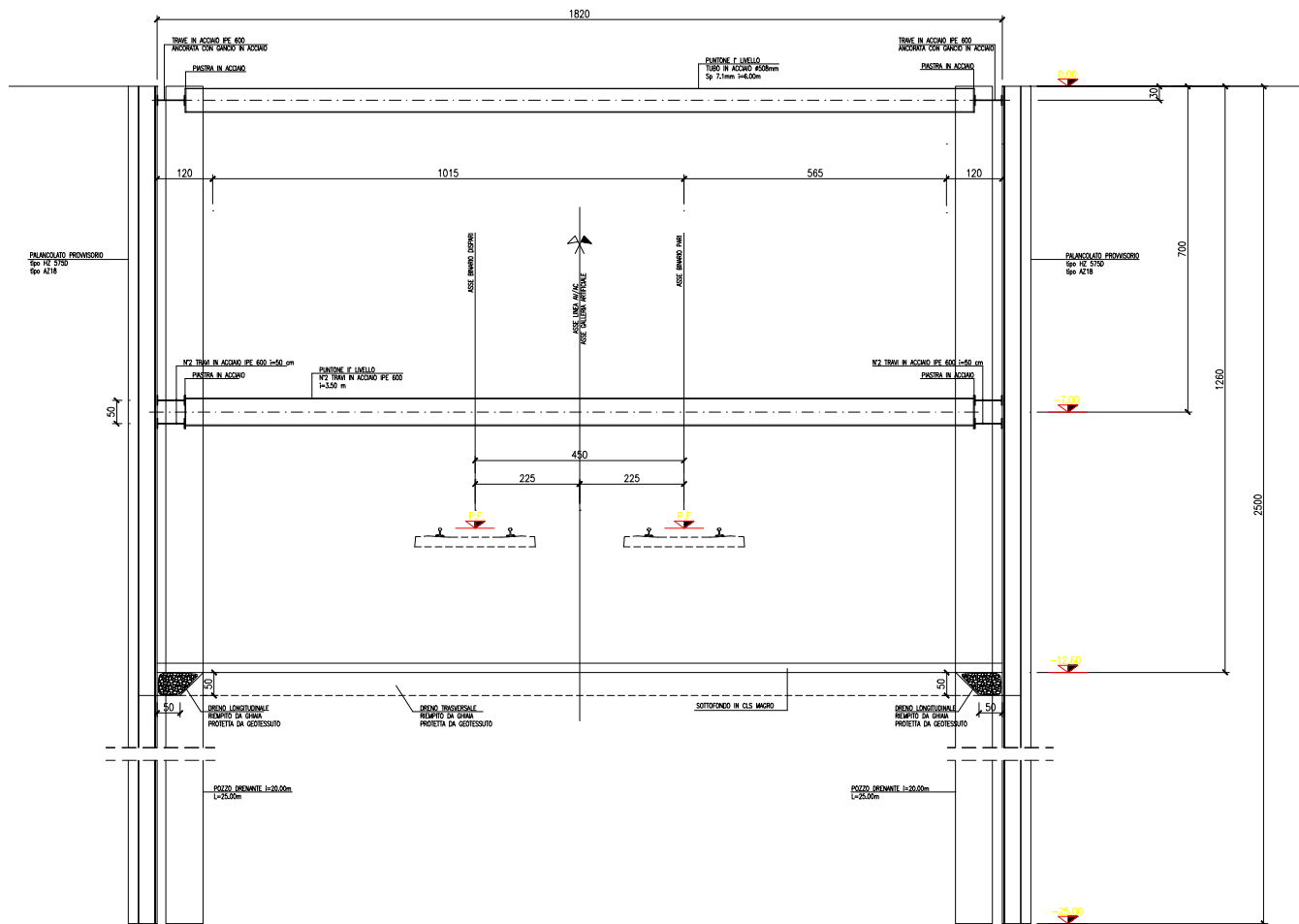
Per quanto riguarda il tratto di palancoleto metallico e diaframmi, nella revisione precedente si è deciso, nell'ottica di introdurre una semplificazione costruttiva, di eliminare il tappo di fondo, proposto nel PD 2004, sostituendolo come "funzione" con la esecuzione di pozzi drenanti eseguiti all'interno dello scavo nello spazio posto a ridosso dell'opera provvisoria dello scavo ed i piedritti della galleria, ad eccezione del tratto in prossimità della galleria naturale "Colle Baccotto".

In corrispondenza del tratto di diaframmi da pk 122+750 a 122+921.181, adiacente all'imbocco della GN03, si prevede infatti, in ausilio al sistema di pozzi drenanti, l'esecuzione di un tappo di fondo tra palancole costituito da colonne in jet-grouting compenstrate di altezza 3m, per tenere conto dell'elevato livello di falda e per evitare una dipendenza temporale con le operazioni di scavo della GN03.

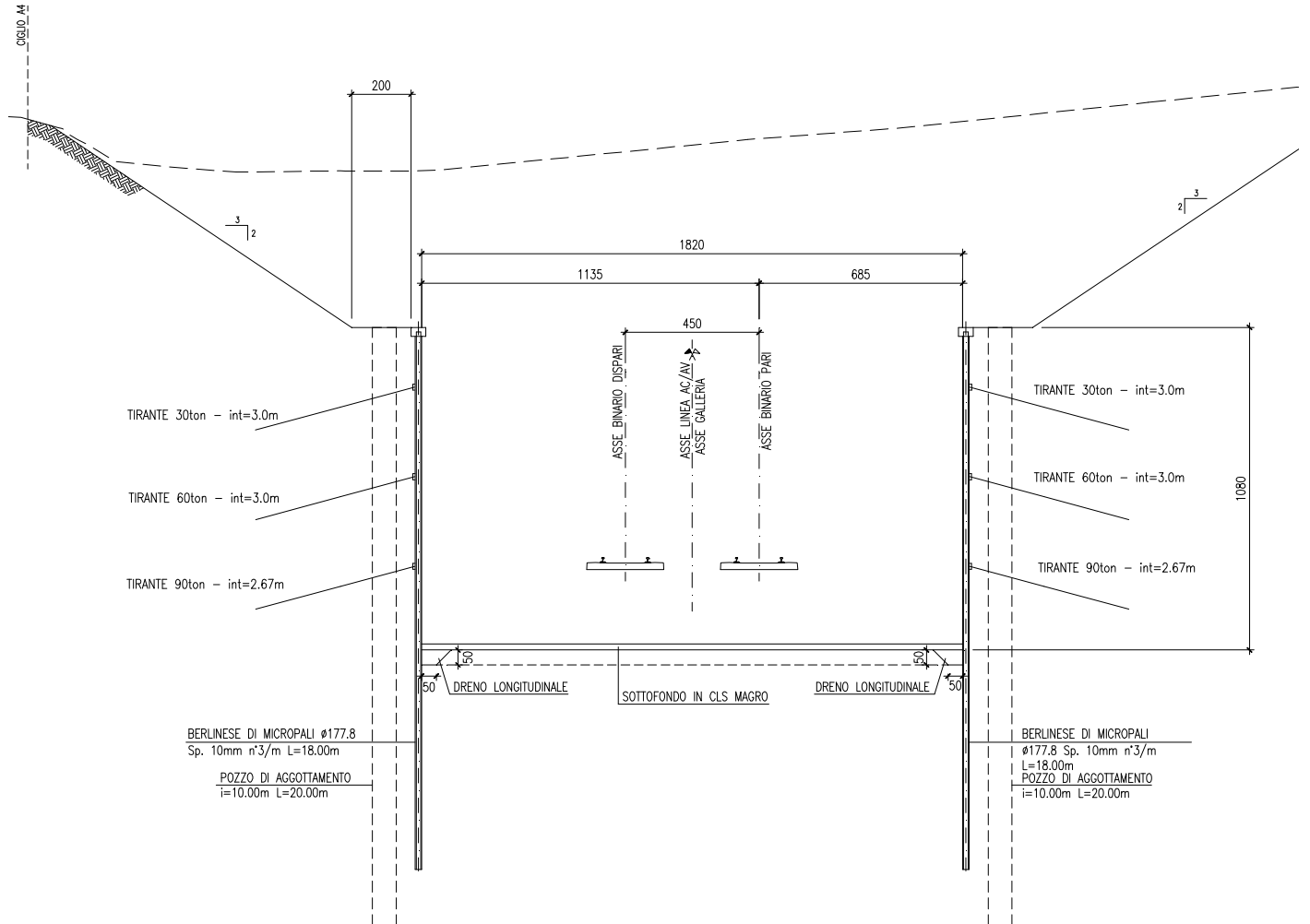
Per quanto riguarda invece il tratto di berlinese, dove è previsto l'aggottamento della falda, si posizionano due file di pozzi all'esterno dello scavo, realizzati in modo tale da permettere l'alloggiamento delle pompe.



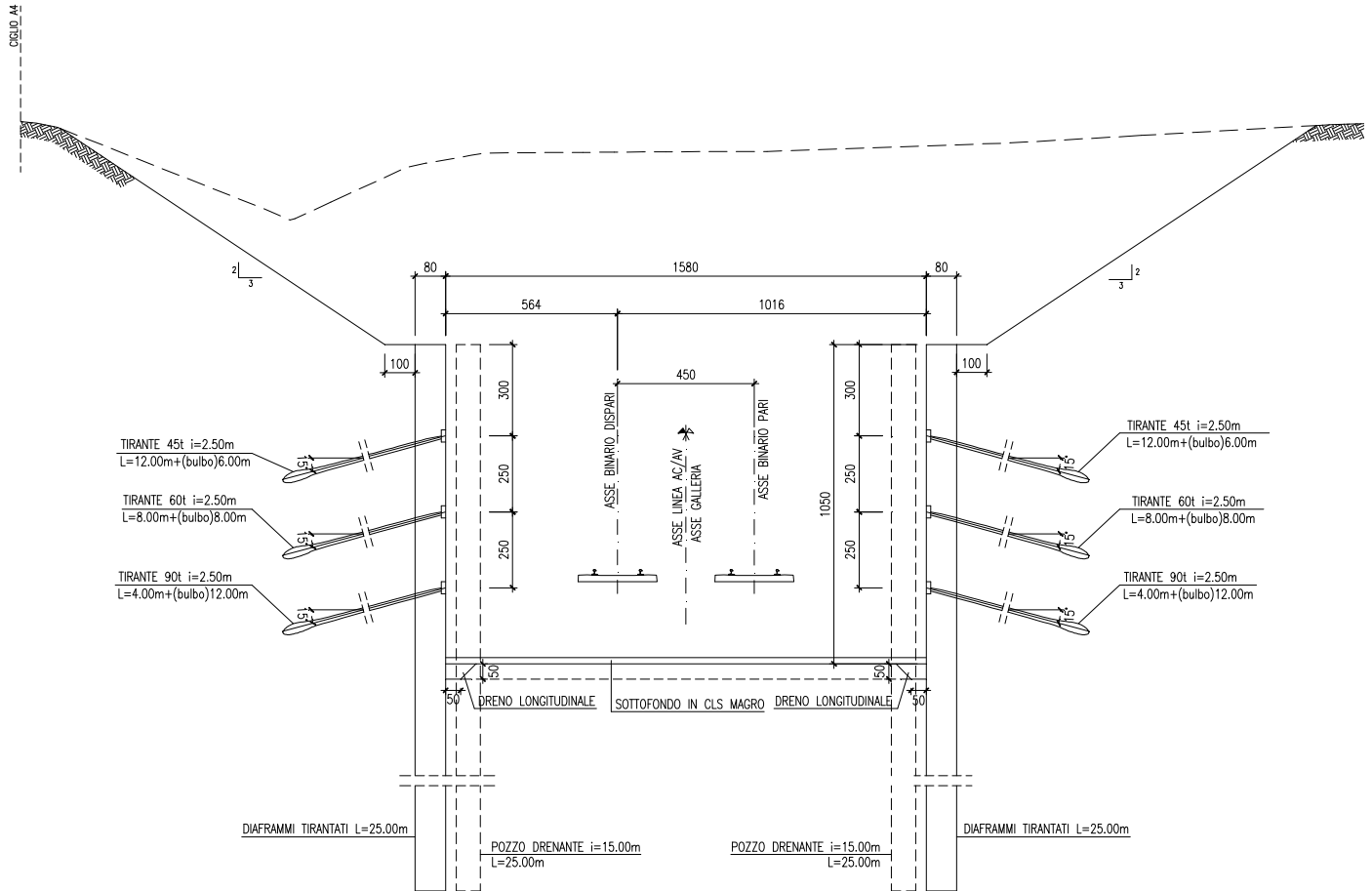
Palancole



Berlinesi multitirantate



Diaframmi multirantati





Per quanto riguarda il tratto in cui si prevede l'utilizzo di palancole, la struttura è realizzata mediante la infissione, da un piano di prescavo uniforme (realizzato dove necessario con l'ausilio di paratie di micropali) di una doppia paratia ai due lati della galleria artificiale.

Sono previste le seguenti macrofasi con l'ottica di industrializzare la soluzione:

- Realizzazione di un piano di prescavo uniforme per tutto il tratto e realizzato in qualche punto con l'ausilio di berlinesi
- Infissione di palancolati metallici
- Per evitare venute d'acqua importanti, data la variabilità stratigrafica e dei coefficienti di permeabilità, e per garantire la stabilità del fondo scavo, inserimento di una doppia fila di pozzi all'interno delle paratie con interasse dell'ordine di 15.00 m, la cui lunghezza è pari ad 25.00m e realizzati in modo tale da consentire, se necessario, l'alloggiamento di pompe;
- posa del primo puntone a quota -0.30m dalla sommità delle palancole;
- scavo alla quota di -7.30m e posa del secondo puntone a quota -7.00m dal piano di prescavo;
- scavo alla quota -12.60m (quota di fondo scavo);
- posa dei tubi $\phi 800\text{mm}$ interassati di 2.0m su ognuno dei lati della galleria per garantire il riequilibrio idrogeologico;
- esecuzione del magrone e del solettone di fondo compresi i due tratti laterali a contrasto delle palancole che inglobano i tubi posati precedentemente;
- possibile rimozione del puntone intermedio a seguito della maturazione del cls del solettone di fondo;
- completamento dell'esecuzione della galleria;
- estrazione delle palancole

Tale metodologia di lavoro andrà ripetuta più volte creando un cantiere in senso longitudinale così come illustrato nell'elaborato "Fasi costruttive - IN0500DE2PZGA11000011".

Nel PD 2004 le palancole venivano posizionate a diretto contatto con la galleria artificiale, in quanto si ipotizzava che la struttura venisse realizzata mediante un getto in opera utilizzando la paratia stessa come controparete, posizionando un doppio strato di tavolati all'interfaccia tra il palancolato metallico e la struttura in c.a. della galleria per evitare:

- il contatto puntuale dovuto anche ai naturali errori di verticalità di infissione del palancolato;
- in fase di estrazione delle palancole sia il possibile danneggiamento della impermeabilizzazione (peraltro eseguita con doppio strato di pvc armato da doppio strato di geotessuto) sia i possibili attriti dovuti al contatto diretto tra palancolato metallico e struttura in c.a.

Nella prima revisione del progetto definitivo si è ritenuto che tale lavorazione fosse poco industrializzabile: le palancole sono state quindi posizionate ad una distanza di 1.20m dai piedritti, allo scopo di consentire l'accessibilità tra piedritti ed opera di sostegno provvisorio ed agevolare la posa delle impermeabilizzazioni ed il posizionamento dei pozzi drenanti.



Nella presente revisione del P.D., inoltre, a seguito della sostituzione della galleria scatolare con la galleria policentrica, e del conseguente aumento di altezza totale della sezione, è stata innalzata la quota di sommità delle palancole e del puntone superiore rispetto al prescavo, al fine di consentire la realizzazione dell'intera struttura senza interferire con il puntone superiore.

La berlinese di micropali viene realizzata con 3 tubi al metro in acciaio $\phi 177.80$ di spessore 10.00mm e lunghezza 18.00m, e con l'impiego di 3 ordini di tiranti ad interasse 3.0/2.67m (1 ordine da 30ton, 1 ordine da 60ton, 1 ordine da 90ton). Si prevede l'esecuzione di un prescavo di profondità tale da comportare un'altezza di scavo di 10.80m circa.

Per quanto riguarda il tratto di diaframmi multitirantati, in seguito all'abbassamento del livello di falda, è possibile aumentare la profondità del prescavo rispetto a quanto previsto dal PD 2004. Questo consente di ridurre l'altezza di scavo, pari a 10.50m, e conseguentemente le dimensioni geometriche ed i tiranti dei diaframmi: lo spessore di tali diaframmi è quindi pari ad 1.00m, la lunghezza 25.00m e si prevede l'impiego di 3 ordini di tiranti ad interasse 2.50m (1 ordine da 45ton, 1 ordine da 60ton, 1 ordine da 90ton). I pozzi drenanti, analogamente a quanto previsto per il tratto di palancole, sono posizionati internamente allo scavo ad un interasse dell'ordine di 15.00m, hanno una lunghezza pari a 25.00m e sono realizzati in modo tale da consentire, se necessario, l'alloggiamento di pompe.

Per quanto riguarda le modalità realizzative della galleria, si prevedono invece le seguenti fasi:

- getto del magrone e posa dell'impermeabilizzazione
- realizzazione del massetto di protezione della guaina in PVC
- casseratura, armatura e getto della soletta di fondazione
- casseratura, armatura e getto delle murette e della calotta
- posa dell'impermeabilizzazione sulla calotta
- realizzazione del massetto di protezione dell'impermeabilizzazione sulla calotta
- esecuzione reinterro sino a ripristinare la quota del piano campagna

Si è previsto, così come richiesto dalle prescrizioni CIPE, il mantenimento in esercizio della viabilità sottopassante l'autostrada A4 e che consente l'accesso all'area del Santuario ed ai parcheggi, anche durante la fase provvisoria di scavo. Si è prevista quindi la installazione di un impalcato provvisorio in acciaio che si appoggi ai palancole metallici e che consenta lo scavalco della zona di scavo eventualmente riposizionandolo a seconda della fasistica di esecuzione.



2.9 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 discusso 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

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1100001

Rev.
1

Foglio
26 di 29

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.



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



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROGA1100001Rev.
1Foglio
28 di 29

4. ELENCO ELABORATI

| Titolo elaborato | Codice Italferr |
|---|----------------------|
| GA FRASSINO O Relazione tecnica generale | IN0500DE2ROGA1100001 |
| GA FRASSINO O Planimetria di ubicazione dell'opera | IN0500DE2P7GA1100001 |
| GA FRASSINO O Profilo generale dell'opera | IN0500DE2F6GA1100001 |
| GA FRASSINO O Sezioni trasversali tav.1 | IN0500DE2W9GA1100001 |
| GA FRASSINO O Sezioni trasversali tav.2 | IN0500DE2W9GA1100002 |
| GA FRASSINO O Sezioni trasversali tav.3 | IN0500DE2W9GA1100003 |
| GA FRASSINO O Relazione di calcolo | IN0500DE2CLGA1100001 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.1 | IN0500DE2BAGA1100001 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.2 | IN0500DE2BAGA1100002 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.3 | IN0500DE2BAGA1100003 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.4 | IN0500DE2BAGA1100004 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.5 | IN0500DE2BAGA1100005 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.6 | IN0500DE2BAGA1100006 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.7 | IN0500DE2BAGA1100007 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.8 | IN0500DE2BAGA1100008 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.9 | IN0500DE2BAGA1100009 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.10 | IN0500DE2BAGA1100010 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.11 | IN0500DE2BAGA1100011 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.12 | IN0500DE2BAGA1100012 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.13 | IN0500DE2BAGA1100013 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.14 | IN0500DE2BAGA1100014 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.15 | IN0500DE2BAGA1100015 |
| GA FRASSINO O Uscita pedonale intermedia | IN0500DE2BAGA1100021 |
| GA FRASSINO O Impianto di sollevamento intermedio | IN0500DE2BBGA1100003 |
| GA FRASSINO O Pianta scavi | IN0500DE2P8GA1102001 |
| GA FRASSINO O Relazioni idraulica | IN0500DE2RIGA1100001 |
| GA FRASSINO O Sezioni tipo galleria artificiale | IN0500DE2BBGA1100001 |
| GA FRASSINO O Opere di sostegno degli scavi – Particolari costruttivi | IN0500DE2PKGA1102001 |
| GA FRASSINO O Fasi costruttive | IN0500DE2PZGA1100001 |
| GA FRASSINO O Sezioni tipo - Armatura | IN0500DE2BBGA1100002 |
| GA FRASSINO O Opere di sostegno degli scavi - Relazione di calcolo | IN0500DE2CLGA1100002 |
| GA FRASSINO O Opere di sostegno degli scavi - Plan trac prog | IN0500DE2P8GA1102002 |
| GA FRASSINO O Opere di sostegno degli scavi - Sezione e pianta tipo | IN0500DE2WBGA1102001 |
| GA FRASSINO O Doppio sifone "Rio Paulmano" Carpenteria tav1 | IN0500DE2BBIN4700001 |
| GA FRASSINO O Nuova viabilità santuario - Plan sez tipo e part | IN0500DE2P7GA1109001 |

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1100001

Rev.
1

Foglio
29 di 29

| | |
|---|----------------------|
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.16 | IN0500DE2BAGA1100018 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.17 | IN0500DE2BAGA1100019 |
| GA FRASSINO O Pianta Sezione longitudinale tav.18 | IN0500DE2BAGA1100020 |
| GA FRASSINO O Doppio sifone "Rio Paulmano" Carpenteria tav2 | IN0500DE2BBIN4700002 |
| GA FRASSINO O Tipologico posa cassette idranti e tubazioni | IN0500DE2PZGA1100001 |
| GA FRASSINO O Opere di sostegno degli scavi – Sezione trasversale tav.1 | IN0500DE2W9GA1102001 |
| GA FRASSINO O Opere di sostegno degli scavi - Sezione trasversale tav.2 | IN0500DE2W9GA1102002 |
| GA FRASSINO O Opere di sostegno degli scavi - Sezione trasversale tav.3 | IN0500DE2W9GA1102003 |
| GALLERIE ARTIFICIALI – Sezioni tipo galleria artificiale policentrica | IN0500DE2WBGA0000005 |
| GALLERIE ARTIFICIALI – Tipologico galleria artificiale policentrica | IN0500DE2WBGA0000006 |
| GALLERIE ARTIFICIALI – Particolari galleria artificiale policentrica | IN0500DE2WBGA0000007 |