

# LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE  
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE  
SECTION COURANTE COTE ITALIE – SEZIONE CORRENTE LATO ITALIA  
EQUIPEMENTS GC ET DRAINAGE – IMPIANTI OOC E DRENAGGIO

RAPPORT TECHNIQUE – RELAZIONE TECNICA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	10/12/2012	Première diffusion / Prima emissione	C. SALOT (BG) E. GARIN (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	31/01/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
B	23/09/2016	Première émission PRV - Mise à jour des pentes et des venues d'eau / Prima emissione PRV - Aggiornamento delle pendenze e delle venute d'acqua	C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
C	15/01/2017	Révision suite aux commentaires de TELT et passage au statut AP / Revisione a seguito commenti TELT e passaggio allo stato AP	C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE Dott. Ing. FRANCESCO MAGNORFI n° 82314	L. CHANTRON A. MORDASINI

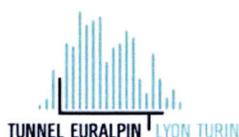


ODE DOC	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>3</b>	<b>A</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>C</b>
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

<b>A</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>T</b>
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	<b>C3A</b>	//	//	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>02</b>
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA
-



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"  
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)  
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952  
Propriété TELT Tous droits réservés – Propriété TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet  
est cofinancé par  
l'Union européenne  
(DG-TREN)



Questo progetto  
è cofinanziato  
dall'Unione europea  
(TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO .....	4
1. INTRODUZIONE .....	5
1.1 Obiettivo .....	5
1.2 Modifiche rispetto al PD2.....	5
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
2.1 Documenti di progetto .....	5
2.2 Normativa .....	6
3. DRENAGGIO DELLE ACQUE FREATICHE.....	6
3.1 Principio.....	6
3.2 Sistema di impermeabilizzazione .....	7
3.2.1 Generalità.....	7
3.2.2 Tipo 1/1a : "caso normale" per scavo tradizionale .....	7
3.2.3 Tipo 2/2a : acque aggressive per scavo tradizionale.....	8
3.2.4 Tipo 3 : Caso non drenato.....	9
3.2.5 Tipo 4/4a : caso "normale"per scavo con TBM aperta .....	11
3.2.6 Tipo 5/5a : acque aggressive per scavo con TBM aperta .....	12
3.2.7 Tipo 6 : Caso drenato con TBM scudata .....	13
3.3 Drenaggio delle acque .....	14
3.3.1 Scavo con TBM scudata .....	14
3.3.2 Scavo tradizionale e con TBM aperta.....	16
4. CAPTAZIONE DELLE ACQUE CALDE .....	19
4.1 Principio.....	19
4.2 Composizione .....	19
5. DRENAGGIO DEI LIQUIDI PERICOLOSI E DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA... 23	
5.1 Principio.....	23
5.2 Composizione .....	23
5.3 Operazione di riempimento dei sifoni .....	27
6. RETE ANTINCENDIO.....	28
7. IMPIANTI OC PER CAVIDOTTI.....	28
7.1 Principio.....	28
7.2 Composizione .....	28
8. SINTESI DEI POZZETTI DI ISPEZIONE E CAMERE DI TIRO .....	30

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b> – Impermeabilizzazione di tipo 1/1a per scavo tradizionale .....	8
<b>Figure 2</b> – Impermeabilizzazione di tipo 2/2a per scavo tradizionale.....	9
<b>Figura 3</b> – Impermeabilizzazione di tipo 3 per scavo tradizionale .....	10
<b>Figura 4</b> – Impermeabilizzazione di tipo 3 per scavo con TBM aperta .....	10
<b>Figure 5</b> – Impermeabilizzazione di tipo 3 per scavo con TBM scudata .....	11

<b>Figura 6</b> – Impermeabilizzazione di tipo 4/4a per scavo con TBM aperta .....	12
<b>Figure 7</b> – Impermeabilizzazione di tipo 5/5a per scavo con TBM aperta .....	13
<b>Figura 8</b> – Impermeabilizzazione di tipo 6 per scavo con TBM scudata.....	14
<b>Figure 9</b> – Sezione tipo del sistema di drenaggio delle acque freatiche per scavo con TBM scudata .....	15
<b>Figure 10</b> – Sezione tipo del drenaggio delle acque freatiche per scavo tradizionale.....	17
<b>Figure 11</b> – Sezione tipo del drenaggio delle acque freatiche per scavo con TBM aperta .....	18
<b>Figura 12</b> – Sistema di captazione delle acque calde potenzialmente potabili. Planimetria...	21
<b>Figura 13</b> – Sistema di captazione delle acque calde potenzialmente potabili. Sezione longitudinale della nicchia .....	22
<b>Figura 14</b> – Sistema di captazione delle acque calde potenzialmente potabili. Sezione trasversale della nicchia .....	22
<b>Figure 15</b> – Planimetria del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di rettilo e curva a destra.....	25
<b>Figure 16</b> – Sezione trasversale del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di rettilo e curva a destra.....	25
<b>Figure 17</b> – Planimetria del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di curva a sinistra .....	26
<b>Figure 18</b> – Sezione trasversale del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di curva a sinistra .....	26
<b>Figure 19</b> – Dettaglio dei sifoni tagliafuoco .....	27
<b>Figure 20</b> – Planimetria delle camere di tiro e della rete antincendio .....	29
<b>Figure 21</b> – Sezione trasversale A-A delle camere di tiro e della rete antincendio .....	29
<b>Figure 22</b> – Sezione trasversale B-B delle camere di tiro e della rete antincendio.....	30

## LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

<i>Tableau 1</i> – Valori di riferimento per la definizione del grado di aggressività “debole“ delle acque del tunnel (estratto dall'EN206-1) .....	8
---	---

## RESUME/RIASSUNTO

Le présent document définit le système de drainage des eaux phréatiques et eaux de plateforme du Tunnel de Base de la partie commune franco-italienne de la Nouvelle Liaison ferroviaire Lyon-Turin sur la base des études fonctionnelles (matières dangereuses) disponibles dans le PP2 et l'APR 2006.

Le système de drainage des eaux phréatiques est constitué d'un collecteur central et d'un tube de communication transversal ( $\varnothing 160$  mm) tous les 48 m, ainsi que des regards.

Les eaux chaudes et/ou potables sont captées par des forages spécifiques réalisés depuis des niches. Par un collecteur transversal, ces eaux sont envoyées dans le collecteur principal pour être acheminées jusqu'au portail.

Le système de drainage des matières dangereuses recueille les eaux de plateforme et est constitué de regards siphoniques situés tous les 50 m.

Le tube du réseau incendie est logé dans un caniveau continu fermé équipé de couvercles et de joints étanches résistants au feu selon la courbe REI 120.

Les réseaux secs regroupent la basse tension, la moyenne tension, la signalisation et les télécommunications. Les câbles sont logés dans des fourreaux en PVC avec des chambres de tirage tous les 30m. Une chambre de tirage commune est adoptée pour les fourreaux de la moyenne tension, de la signalisation et des télécommunications.

Au niveau des chambres de tirage et du caniveau du réseau incendie, les eaux qui pourraient stagner sont évacuées par un système adapté.

Il presente documento definisce il sistema di drenaggio delle acque freatiche e di piattaforma del Tunnel di Base della parte comune italo-francese della Nuova Linea ferroviaria Torino-Lione sulla base degli studi funzionali (materie pericolose) disponibili nel PP2 e nell'APR 2006.

Il sistema di drenaggio delle acque freatiche è costituito da un collettore centrale e da un tubo di comunicazione trasversale ( $\varnothing 150$  mm) ogni 50 m, così come i pozzetti.

Le acque calde e/o potabili sono captate tramite fori specifici realizzati all'interno di nicchie. Tramite un collettore trasversale, queste acque sono inviate al collettore principale per essere condotte fino al portale.

Il sistema di drenaggio delle sostanze pericolose raccoglie le acque di piattaforma ed è costituito da pozzetti sifonoidi situati ogni 50 m.

Il tubo della rete antincendio è alloggiato in una canaletta continua chiusa con coperchi e guarnizioni impermeabili resistenti al fuoco secondo la curva REI 120.

Le reti secche raggruppano la bassa tensione, la media tensione, la segnaletica e le telecomunicazioni. I cavi sono alloggiati in cavidotti in PVC con camere di tiro ogni 30 m. Una camera di tiro comune è adottata per i cavidotti della media tensione, della segnaletica e delle telecomunicazioni.

A livello delle camere di tiro e della canaletta della rete antincendio, le acque che potranno stagnare sono evacuate con un sistema adatto.

## 1. Introduzione

### 1.1 Obiettivo

Il capitolo 26-19 dei documenti di progetto comprende i documenti relativi alla tratta italiana del Tunnel di Base (TdB). Il capitolo 26-19-40 riguarda in particolare il drenaggio delle acque e dei liquidi pericolosi, e i cavidotti ubicati nei marciapiedi.

Questa relazione ha per obiettivo di definire, da un punto di vista tecnico, le reti secche ed umide del Tunnel di Base. In particolare, si tratta delle reti seguenti :

- Sistema di drenaggio esterno per le acque freatiche di infiltrazione. Questo sistema drena le acque situate dietro il rivestimento e contribuisce a diminuire le pressioni idrostatiche. Questo sistema è messo in opera su tutto lo sviluppo del Tunnel di Base. Il sistema di drenaggio comprende l'impermeabilizzazione;
- Sistema di captazione delle acque calde potenzialmente potabili. Questo sistema è indipendente dal drenaggio longitudinale e permette la separazione delle acque potenzialmente potabili da quelle non potabili. Viene messo in opera puntualmente quando si incontrano venute d'acqua calde o potabili di quantità significative (per es. nelle zone di faglia);
- Sistema di drenaggio dei liquidi pericolosi. Questo sistema drena le acque di piattaforma derivanti dalla manutenzione o da un incidente (sversamento accidentale, acque del sistema antincendio nel caso di estinzione di incendi, ecc.);
- Rete antincendio;
- Cavidotto per cavi Bassa Tensione (BT) , Media Tensione (MT), segnalamento e telecomunicazione.

I sistemi di drenaggio e di captazione delle acque sono determinati sulla base delle condizioni idrogeologiche previste. La loro ripartizione lungo il Tunnel di Base è l'oggetto della relazione descrittiva n° 3952.

### 1.2 Modifiche rispetto al PD2

Le principali modifiche apportate rispetto al Progetto Definitivo 2 (PD2) riguardano:

- Lo spostamento dell'area di sicurezza di Clarea e le modifiche relative alla Variante Maddalena;
- L'integrazione del ritorno di esperienza del cunicolo esplorativo della Maddalena.

## 2. Documenti di riferimento

### 2.1 Documenti di progetto

Gli elaborati grafici associati alla presente relazione tecnica del capitolo 26-19-40 sono:

- PRV\_C3A\_3952\_26-19-40\_10-01\_Relazione descrittiva;
- PRV\_C3A\_3953\_26-19-40\_25-01\_Schema dei tubi di drenaggio e delle vasche;
- PD2\_C3A\_3957\_26-19-40\_10-03\_Dimensionamento idraulico tubi;
- PD2\_C3A\_3958\_26-19-40\_30-01\_Planimetria dei tubi e dei pozzetti;
- PD2\_C3A\_3959\_26-19-40\_40-01\_Drenaggio acque freatiche – Scavo tradizionale;

- PD2\_C3A\_3960\_26-19-40\_40-02\_Drenaggio acque freatiche – Scavo TBM aperta;
- PD2\_C3A\_3961\_26-19-40\_40-03\_Drenaggio acque freatiche – Scavo TBM scudata;
- PD2\_C3A\_3962\_26-19-40\_40-04\_Captazione delle acque potabile e calde;
- PD2\_C3A\_3963\_26-19-40\_40-05\_Evacuazione dei liquidi pericolosi e delle acque di piattaforma;
- PD2\_C3A\_3964\_26-19-40\_40-06\_Camere di tiro e rete antincendio;
- PD2\_C3A\_3966\_26-19-40\_30-06\_Planimetria dei tubi di drenaggio e dei pozzetti nel caso non drenato.

Le relazioni legate alla presente relazione di calcolo sono le seguenti :

- PRV\_C3A\_1200\_26-90-10\_10-01\_Relazione tecnica descrittiva dei rami, che presenta i rami ed i serbatoi di raccolta delle materie pericolose;
- PRV\_C3A\_0435\_26-19-00\_10-01\_Relazione-generale-TdB, che costituisce la relazione generale del Tunnel di Base.

I documenti di riferimento lato Francia (WBS 26-03-40) potrebbero fornire maggiori dettagli.

## 2.2 Normativa

Il quadro normativo di riferimento è trattato nell'allegato 4.1 del Dossier Preliminare della Sicurezza (documento PRV\_C1\_0003\_00-00-00\_10-03).

## 3. Drenaggio delle acque freatiche

### 3.1 Principio

Il sistema di drenaggio esterno delle acque freatiche è situato dietro il rivestimento definitivo delle opere in sotterraneo ed il più sovente fuori dalle zone a forte permeabilità tali le alluvioni della Val Cenischia. Questo sistema permette di diminuire le pressioni idrostatiche e conduce ad un'ottimizzazione economica delle sezioni tipo.

Questo sistema di drenaggio è messo in opera sull'insieme delle opere sotterranee connesse al Tunnel di Base. Per quanto riguarda il Tunnel di Base, le acque freatiche sono captate da ciascun lato delle due canne del Tunnel di Base (TdB) e dei rami di comunicazione (situati ogni 333 m massimo). Queste acque sono in seguito scaricate in un collettore principale situato sotto i binari del TdB.

La capacità dei collettori è determinata nella relazione di calcolo n° 3957.

Per il Tunnel di Base, il diametro dei collettori, le caratteristiche delle venute d'acqua e la loro disposizione lungo la tratta sono presentati nella relazione n° 3952 ed illustrati nell'elaborato n° 3953.

## 3.2 Sistema di impermeabilizzazione

### 3.2.1 Generalità

Un sistema di impermeabilizzazione viene applicato tra rivestimento definitivo e sostegno di prima fase. E' composto da:

- Membrana in PVC di spessore minimo 3 mm resistente agli agenti chimici e con resistenza alla rottura superiore a 20 kN/mm<sup>2</sup>;
- Geotessile o strato drenato equivalente avente funzione di protezione nei confronti dello strato di impermeabilizzazione sottostante e funzione di drenaggio delle eventuali acque di infiltrazione fino ai tubi di drenaggio laterale. Il geotessile ha una resistenza alla trazione superiore a 30 kN/m (in ogni direzione) e resiste agli agenti chimici.

Si distinguono tre sistemi/ configurazioni differenti :

- “Caso normale“ : tipo 1/1a per lo scavo in tradizionale, tipo 4/4a per lo scavo con TBM aperta e tipo 6 per lo scavo con TBM scudata (posa di conci prefabbricati);
- “Acque aggressive“ : tipo 2/2a per lo scavo in tradizionale, tipo 5/5a per lo scavo con TBM aperta e tipo 6 per lo scavo con TBM scudata (posa di conci prefabbricati);
- “Non drenata“ : tipo 3.

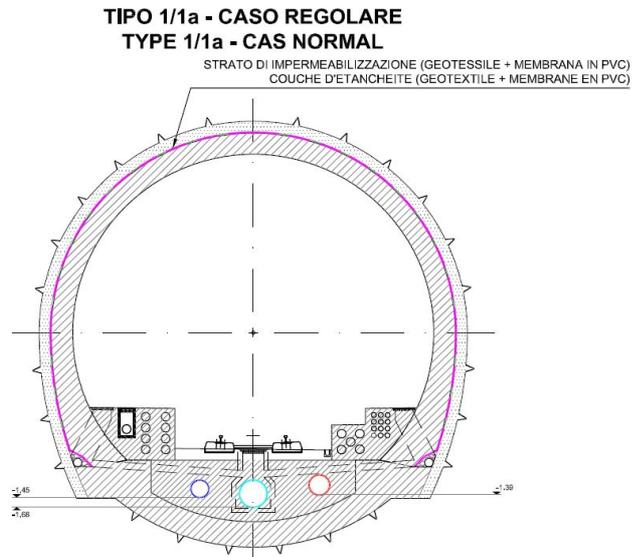
L'applicazione dei diversi tipi di impermeabilizzazione dipende da:

- La pressione idrostatica. Quando la pressione idrostatica è inferiore ai 10 bar, la galleria in linea non è drenata. Altrimenti, la galleria è drenata in modo da ridurre la pressione sulla struttura;
- L'intensità delle venute d'acqua. Nelle zone con localmente forti venute d'acqua (fratture o condotti di dissoluzione), il tipo di geotessile ha delle esigenze di permeabilità più elevate;
- L'aggressività delle acque nei confronti del rivestimento della struttura.

### 3.2.2 Tipo 1/1a : "caso normale" per scavo tradizionale

Il tipo 1/1a “caso normale” è di tipo drenato per scavo tradizionale. Il sistema di impermeabilizzazione si estende a livello dei tubi laterali all'esterno del rivestimento definitivo (vedere **Figura 1**). La scelta del geotessile dipende dalla portata d'acqua da drenare:

- Tipo 1 : Geotessile o strato drenante equivalente normale  
Il geotessile “normale“, con caratteristiche di permeabilità standard, è utilizzato nelle zone dove non si prevedono venute d'acqua localizzate. Il suo peso specifico è superiore o uguale a 500g/m<sup>2</sup>;
- Type 1a : Geotessile o strato drenante equivalente ad alta permeabilità  
Il geotessile è utilizzato nelle zone con venute d'acqua superiori a 50 l/s (zone di frattura o condotti di dissoluzione). Il geotessile è adottato per un minimo di 50 m. La sua permeabilità è superiore a 0.4 l/m.s.



*Figura 1 – Impermeabilizzazione di tipo 1/1a per scavo tradizionale*

### 3.2.3 Tipo 2/2a : acque aggressive per scavo tradizionale

Il tipo 2/2a “acque aggressive” è di tipo drenato per scavo tradizionale. Si applica nelle zone drenate dove si prevedono acque aggressive (secondo EN206-1) nei confronti del cls. Il sistema di impermeabilizzazione si estende attorno l’intera sezione (vedere **Figure 2**).

I valori che permettono di definire il grado di aggressività “debole” sul cls sono forniti nella tabella 1.

Caratteristiche chimiche	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)
Norma di riferimento	DIN ISO 4316	EN 196-2	ISO 7150-1/2	ISO 7980
Valore soglia	Da 6,5 a 5,5	da 200 a 600	da 15 a 30	da 300 a 1000

*Tableau 1 – Valori di riferimento per la definizione del grado di aggressività “debole” delle acque del tunnel (estratto dall'EN206-1)*

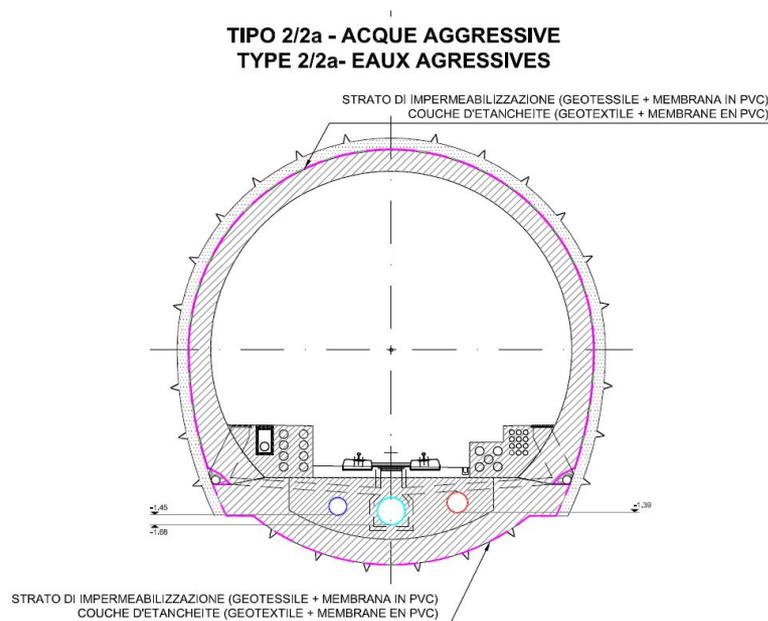
Per determinare l’aggressività dell’acqua, dei test di laboratorio saranno effettuati al momento dei lavori.

La scelta del geotessile dipende dalla portata d’acqua da drenare :

- Tipo 1 : Geotessile o strato drenante equivalente normale

Il geotessile “normale“, con caratteristiche di permeabilità standard, è utilizzato nelle zone dove non si prevedono venute d’acqua localizzate. Il suo peso specifico è superiore a 500g/m<sup>2</sup>;

- Tipo 1a : Geotessile o strato drenante equivalente ad alta permeabilità  
Il geotessile è utilizzato nelle zone con venute d’acqua superiori a 50 l/s (zone di frattura o condotto di dissoluzione). Il geotessile è adottato per un minimo di 50 m. La sua permeabilità è superiore a 0.4 l/m.s.



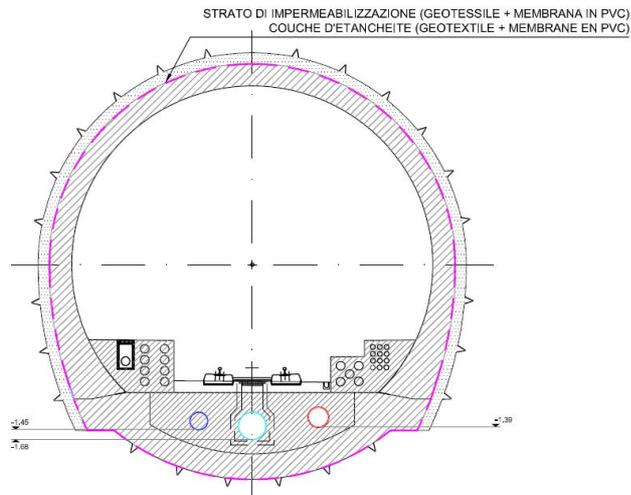
*Figure 2 – Impermeabilizzazione di tipo 2/2a per scavo tradizionale*

### 3.2.4 Tipo 3 : Caso non drenato

Il tipo 3 non drenato si applica alle zone dove il carico idrostatico è inferiore a 10 bars. Di conseguenza, si applica alle zone di portale e nel sottoattraversamento della Val Cenischia. Si tratta di un'impermeabilizzazione totale (full-round).

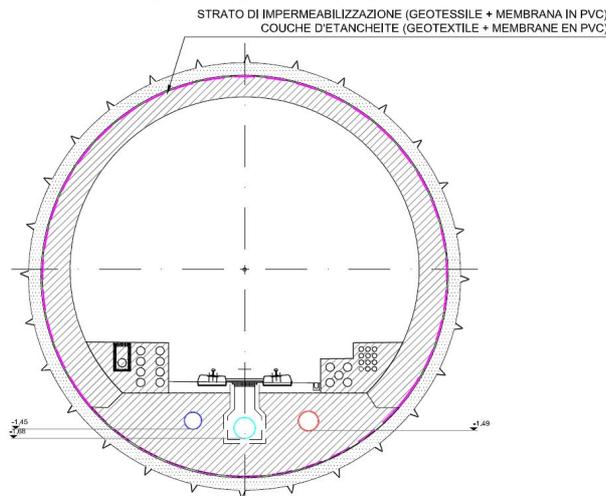
Nel caso degli anelli dei conci, le guarnizioni impermeabili tra i conci assicurano l'impermeabilizzazione totale (vedere **Figure 5**). L'impermeabilizzazione è composta da giunti elastomerici. I sistemi di guarnizione sono previsti per lavorare alle pressioni di progetto di almeno 10 bar (dimensionati per 16 bar). Il vuoto anulare sarà riempito interamente con malta cementizia.

**TIPO 3 - IMPERMEABILIZZAZIONE FULL-ROUND**  
**TYPE 3 - ETANCHEITE TOTALE**

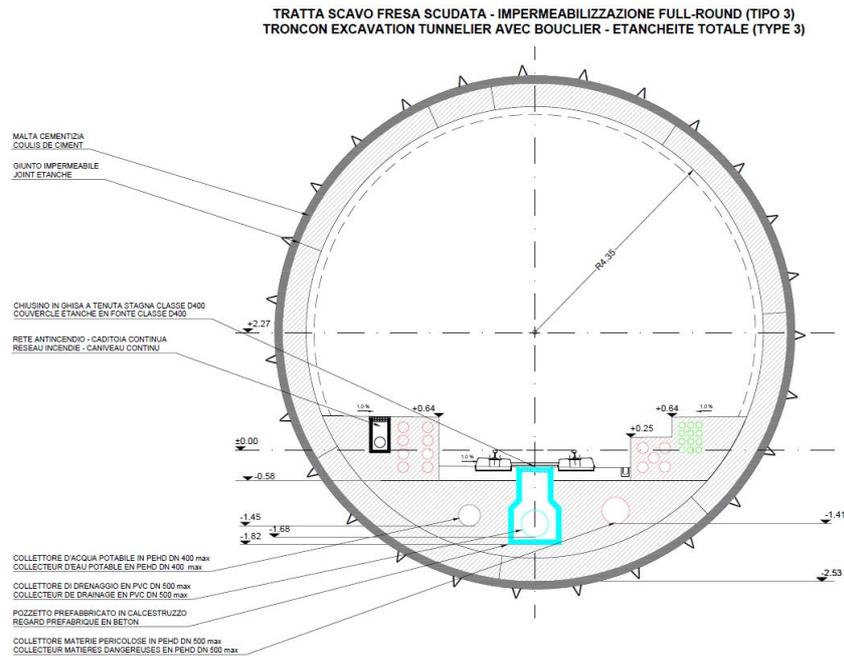


*Figura 3 – Impermeabilizzazione di tipo 3 per scavo tradizionale*

**TIPO 3 - IMPERMEABILIZZAZIONE FULL-ROUND**  
**TYPE 3 - ETANCHEITE TOTALE**



*Figura 4 – Impermeabilizzazione di tipo 3 per scavo con TBM aperta*

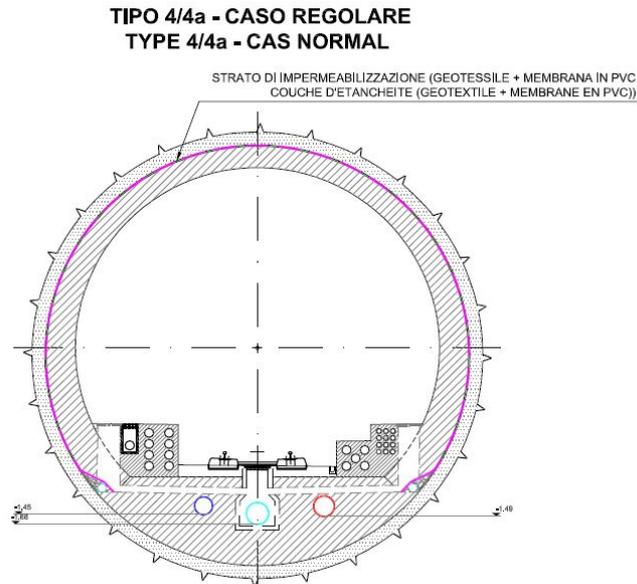


*Figure 5 – Impermeabilizzazione di tipo 3 per scavo con TBM scudata*

### 3.2.5 Tipo 4/4a : caso "normale" per scavo con TBM aperta

Il tipo 4/4a “caso normale” è di tipo drenato per uno scavo realizzato con TBM aperta (senza posa di conci prefabbricati). Il sistema di impermeabilizzazione si estende fino al livello dei tubi laterali all’esterno del rivestimento definitivo (vedere **Figura 6**). La scelta del geotessile dipende dalla portata d’acqua da drenare:

- **Tipo 1 : Geotessile o strato drenante equivalente**  
 Il geotessile “normale“, con caratteristiche di permeabilità standard, è utilizzato nelle zone dove non si prevedono venute d’acqua localizzate. Il suo peso specifico è superiore a 500g/m<sup>2</sup>;
- **Tipo 1a : Geotessile o strato drenante equivalente ad alta permeabilità**  
 Il geotessile è utilizzato nelle zone con venute d’acqua superiori a 50 l/s (zona di frattura o condotto di dissoluzione). Il geotessile è adottato per un minimo di 50 m. La sua permeabilità è superiore a 0.4 l/m.s.



*Figura 6 – Impermeabilizzazione di tipo 4/4a per scavo con TBM aperta*

### **3.2.6 Tipo 5/5a : acque aggressive per scavo con TBM aperta**

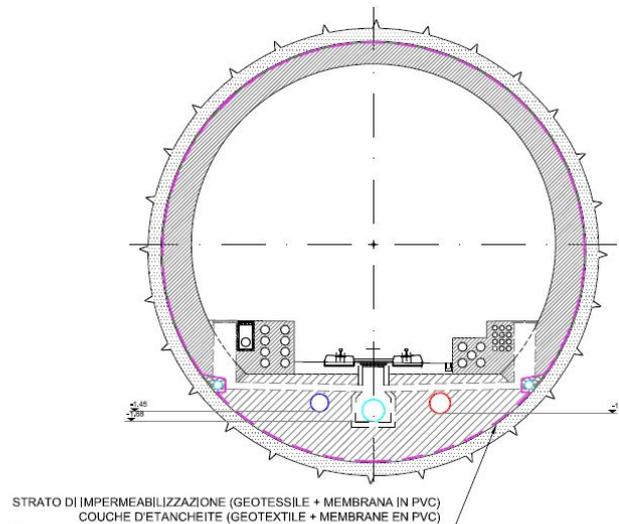
Il tipo 5/5a “acque aggressive” è di tipo drenato per uno scavo realizzato con TBM aperta. Si applica nelle zone drenate dove si prevedono acque aggressive (secondo EN206-1) per il cls. Il sistema di impermeabilizzazione si estende attorno l'intera sezione (vedere **Figure 7**).

I valori che permettono di definire il grado di aggressività “debole” delle acque sul cls sono fornite in tabella 1. Per determinare l'aggressività dell'acqua, dei test di laboratorio saranno effettuati durante i lavori.

La scelta del geotessile dipende dalla portata d'acqua da drenare:

- **Tipo 1 : Geotessile o strato drenante equivalente normale**  
Il geotessile “normale”, con caratteristiche di permeabilità standard, è utilizzato nelle zone dove non si prevedono venute d'acqua localizzate. Il suo peso specifico è superiore a 500g/m<sup>2</sup>;
- **Tipo 1a : Geotessile o strato drenante equivalente ad alta permeabilità**  
Il geotessile è utilizzato nelle zone con venute d'acqua superiori a 50 l/s (zone di frattura o condotti di dissoluzione). Il geotessile è adottato per un minimo di 50 m. La sua permeabilità è superiore a 0.4 l/m.s.

**TIPO 5/5a - ACQUE AGGRESSIVE**  
**TYPE 5/5a - EAUX AGRESSIVES**



*Figure 7 – Impermeabilizzazione di tipo 5/5a per scavo con TBM aperta*

### **3.2.7 Tipo 6 : Caso drenato con TBM scudata**

Il tipo 6 è di tipo drenato per scavo con posa di conci prefabbricati (vedere **Figura 8**). Nessun sistema di impermeabilizzazione è previsto. Siccome il calcestruzzo per i conci è di classe XC2 e dunque resistente alle acque aggressive, il tipo 6 è utilizzato sia nel caso di acque normali che di acque aggressive.

L'impermeabilizzazione è composta da giunti elastomerici. I sistemi di guarnizione sono previsti per lavorare alle pressioni di progetto di almeno 10 bar (dimensionati per 16 bar).

Nei tratti drenati il vuoto anulare sarà riempito con malta cementizia solo nell'arco rovescio (per uno sviluppo di 120°) ed in calotta (per uno sviluppo di 60°) mentre il resto della sezione con pea-gravel; si realizzeranno nei piedritti nei fori di drenaggio, direttamente raccordati al collettore di drenaggio delle acque di infiltrazione.

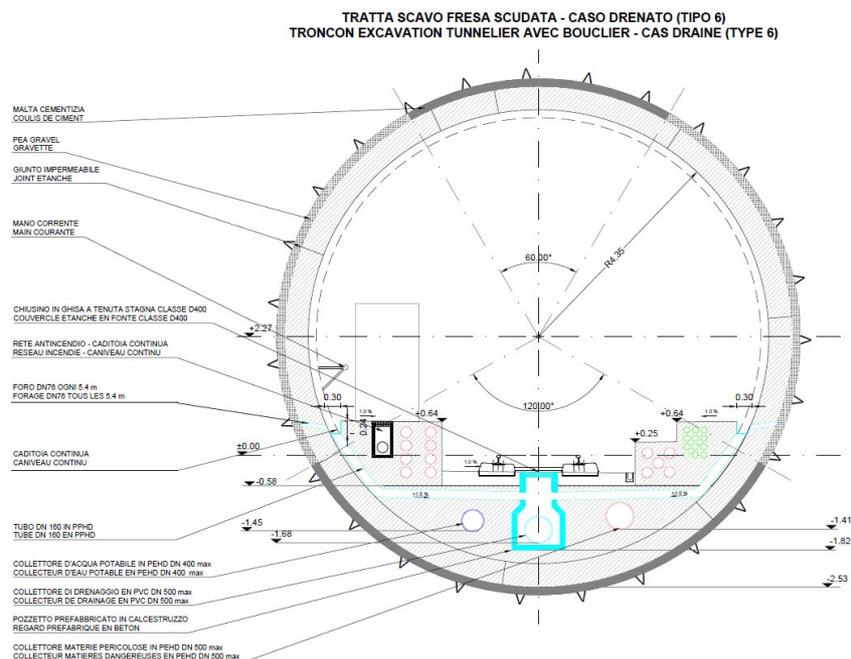


Figura 8 – Impermeabilizzazione di tipo 6 per scavo con TBM scudata

### 3.3 Drenaggio delle acque

#### 3.3.1 Scavo con TBM scudata

Nel caso di scavo con TBM scudata, il sistema di drenaggio del TdB è rappresentato in **Figure 9** e si compone di :

- Perforazione dei conci:

Per le sezioni realizzate con TBM scudate (con posa di conci prefabbricati), i conci sono perforati in entrambi i lati del tunnel in modo da raccogliere le acque situate dietro il coniglio. Queste perforazioni di diametro 76 mm sono realizzate almeno ogni 5.40m (ogni 3 anelli).

- Canaletta continua:

Una canaletta continua disposta in uno spazio specifico permette la raccolta delle acque nel marciapiede interno.

La larghezza della canaletta varia da 0.20 a 0.30m e la sua altezza è di 0.24m.

Siccome la canaletta è situata sotto il mancorrente in una "zona morta" nei confronti del passaggio delle persone, viene mantenuta aperta (né griglie né chiusini).

- Tubi trasversali:

I tubi trasversali permettono di collegare la canaletta continua al collettore principale situato sotto i binari. Questi tubi in PVC di diametro 160 mm sono disposti ogni 48 m lungo il

tracciato (valore compatibile con la distanza tra i bi-blocs di 0.60 m). La loro pendenza è dell'ordine del 2.0% (pendenza massima dell' 1.5%).

- Collettore principale delle acque freatiche:

Il collettore principale è situato al centro della sezione tipo sotto il piano di scorrimento. La pendenza del collettore segue dunque quella dei binari.

Il diametro massimo del collettore è di 500 mm nelle zone scavate con TBM scudata. I tubi sono in PVC.

Si prevedono dei pozzetti ogni 48.6 m in corrispondenza dell'intersezione dei tubi trasversali e del collettore principale per assicurare la manutenzione dei tubi trasversali e del collettore principale. Questo pozzetto permette lo sversamento delle acque provenienti dai tubi trasversali verso il collettore principale.

E' situato tra i binari ed in particolare tra le barre di collegamento delle traverse bi-blocs. In corrispondenza dei binari, la sua dimensione esterna è di 0.70 m x 0.70 m. L'apertura è quadrata di larghezza 0.50 m.

I pozzetti sono dotati di chiusino in ghisa di classe D400 a tenuta stagna. I chiusini sono sufficientemente pesanti per resistere alle sottopressioni generate dal treno. In alternativa, si possono scegliere chiusini più leggeri ma dovranno allora essere fissati al pozzetto. La giunzione chiusino-pozzetto deve essere impermeabile in modo che le acque di piattaforma potenzialmente pericolose non si scarichino nel sistema di drenaggio delle acque freatiche.

In modo da favorire le operazioni di manutenzione, l'apertura del pozzetto è almeno pari all'apertura del chiusino. L'asta metallica che collega i bi-blocs dovrà essere tagliata e tolta in corrispondenza delle traverse in modo da permettere l'apertura del pozzetto.

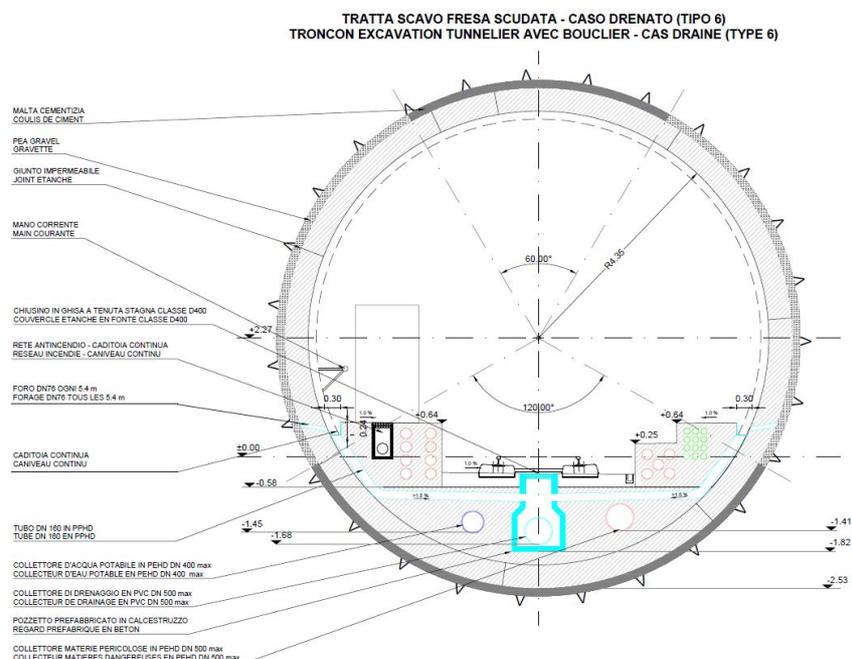


Figure 9 – Sezione tipo del sistema di drenaggio delle acque freatiche per scavo con TBM scudata

### 3.3.2 Scavo tradizionale e con TBM aperta

Nel caso di scavo in tradizionale e di scavo con TBM aperta, il sistema di drenaggio del TdB è rispettivamente rappresentato in **Figure 10** ed in **Figure 11**. Si compone di:

- Tubi laterali microfessurati:

Questi tubi sono utilizzati per raccogliere le acque per quanto riguarda lo scavo in tradizionale o con TBM aperta. Sono paralleli agli assi dei binari e seguono dunque la pendenza del tracciato.

I tubi sono in PVC e hanno un diametro di 200 mm in modo da facilitare le operazioni di manutenzione.

Bisogna notare che per le opere secondarie di lunghezza minore (come i rami), si utilizzano dei tubi di diametro 150 mm.

Dei pozzetti situati ogni 48 m permettono di assicurare la manutenzione dei tubi laterali e dei tubi trasversali. Necessitano di uno spazio necessario nel rivestimento definitivo di dimensioni minime 0.40 m x 0.40 m.

Questi pozzetti sono dotati di chiusini in ghisa di classe B125.

- Tubi trasversali :

Questi tubi PVC di diametro 160 mm sono connessi ai tubi laterali. Sono disposti ogni 48 m (valore compatibile con la distanza tra traverse bi-blocs) per permettere di scaricare le acque raccolte dai tubi laterali verso il collettore principale.

I tubi sono in PVC con pendenza dell'ordine di 1.5%.

- Collettore principale delle acque drenate:

Il collettore principale è situato al centro della sezione tipo sotto il piano di scorrimento. La pendenza del collettore segue dunque quello del binario.

Il diametro massimo è di 630 mm nelle zone scavate in tradizionale (nella zona dell'imbocco) e di 500 mm nelle zone scavate con TBM aperta. I tubi sono in PVC.

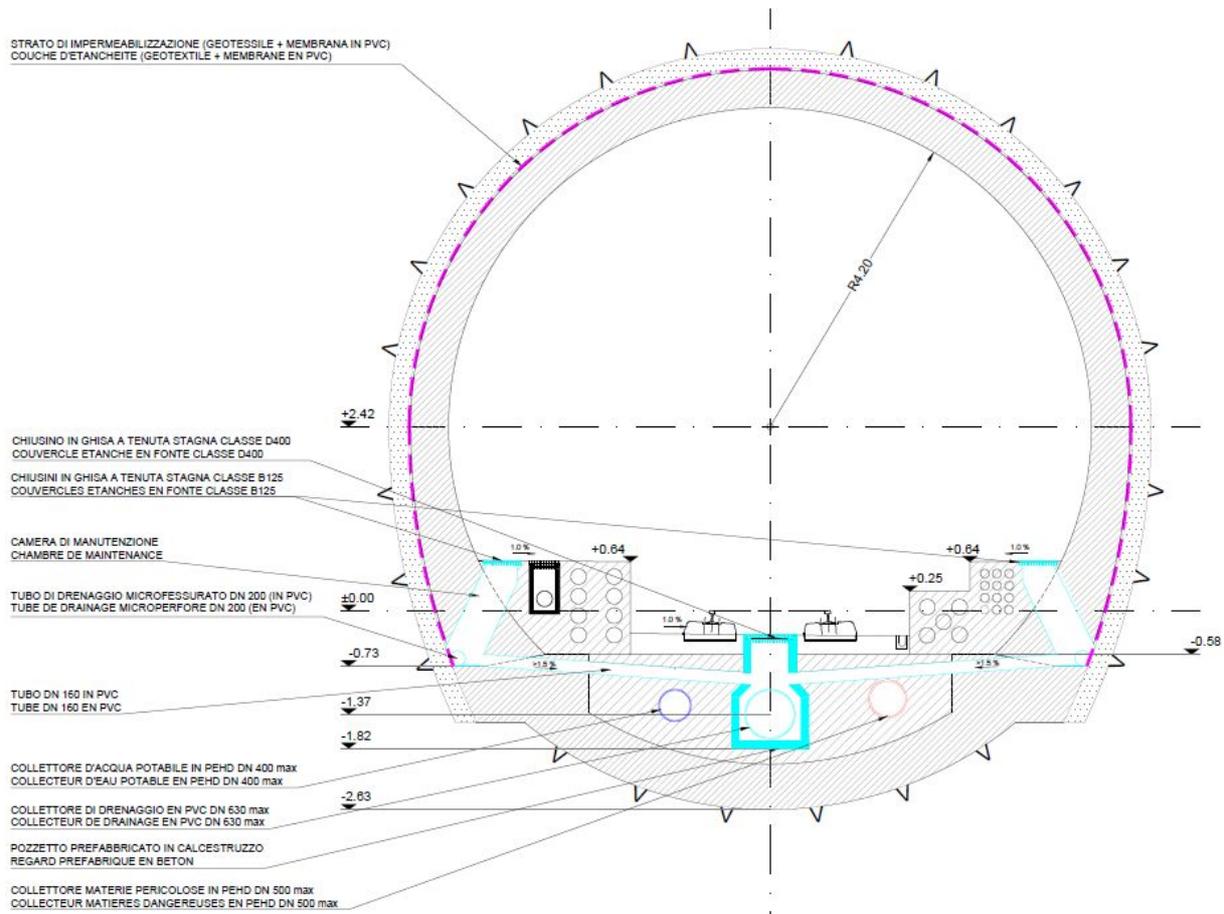
Si prevedono dei collettori previsti ogni 48 m in corrispondenza dell'intersezione dei tubi trasversali e del collettore principale. Questo pozzetto permette lo scarico delle acque provenienti dai tubi trasversali verso il collettore principale.

E' situato tra i binari ed in particolare tra le barre di collegamento delle traverse bi-blocs. In corrispondenza dei binari, ha dimensione esterna di 0.70 m x 0.70 m e luce quadrata di larghezza 0.50 m.

I pozzetti sono dotati di chiusini in ghisa di classe D400 a tenuta stagna. I chiusini sono sufficientemente pesanti per resistere alle sottopressioni generate dal treno. In alternativa, si possono scegliere chiusini più leggeri ma dovranno allora essere fissati al pozzetto. La giunzione chiusino-pozzetto deve essere impermeabile in modo che le acque di piattaforma potenzialmente pericolose non si scarichino nel sistema di drenaggio delle acque freatiche.

In modo da favorire le operazioni di manutenzione, l'apertura del pozzetto è almeno pari all'apertura del chiusino. L'asta metallica che collega i bi-blocs dovrà essere tagliata e tolta in corrispondenza delle traverse in modo da permettere l'apertura del pozzetto.

**SEZIONE CON COLLETTORE DI DRENAGGIO (1:50)**  
**COUPE AVEC COLLECTEUR DE DRAINAGE (1:50)**



*Figure 10 – Sezione tipo del drenaggio delle acque freatiche per scavo tradizionale*

TRATTO SCAVO TBM APERTA (1:50)  
 TRONCON EXCAVATION TBM OUVERT (1:50)

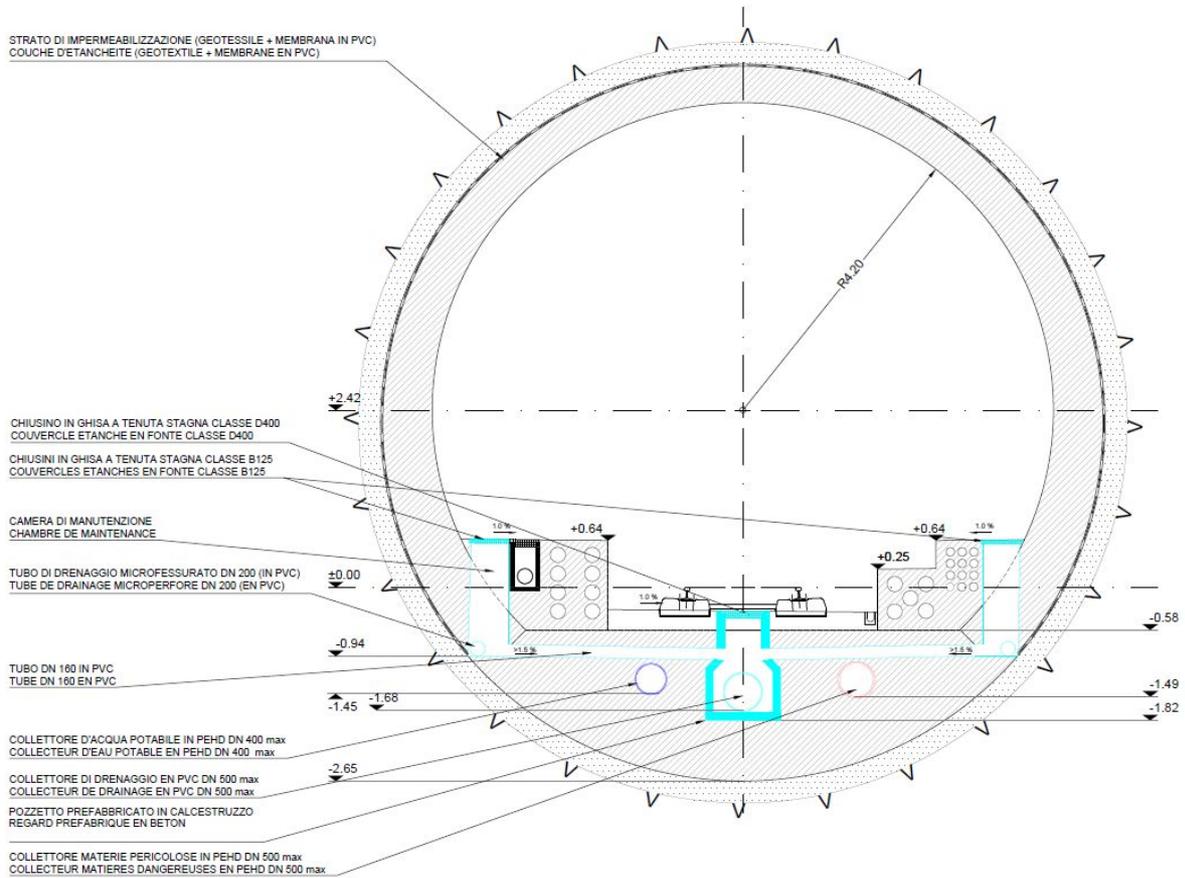


Figure 11 – Sezione tipo del drenaggio delle acque freatiche per scavo con TBM aperta

## 4. Captazione delle acque calde

### 4.1 Principio

Il sistema di captazione delle acque calde permette di raccogliere le acque calde situate nel massiccio d'Ambin tra la pk 47 e la pk 52 (vedere relazione n°3952 per maggiori precisioni). Queste acque sono in seguito portate fino a Susa con il TdB. Il sistema di captazione ed il collettore principale situato sotto i binari è dunque assente dal punto alto del tracciato (pk 34+170) fino alla pk 47 circa.

Queste acque sono potenzialmente potabili e non è escluso di utilizzarle per il consumo umano. Nel seguito dei rapporti e sulle planimetrie, saranno definite "acque calde e potabili" per esautività.

Le captazioni sono realizzate tramite fori di drenaggio orientati in funzione delle zone permeabili che garantiscono delle venute d'acqua puntuali calde e/o potenzialmente potabili. Queste perforazioni sono realizzate a partire da nicchie presenti in ogni canna del TdB. Le prospezioni in avanzamento ed il cunicolo esplorativo della Maddalena permetteranno di identificare le zone fratturate/di faglia associate a forti venute d'acqua. A partire da quel momento, si realizzano una nicchia e dei fori drenaggio.

Le nicchie sono situate nella zona scavata con TBM aperta. La posizione delle nicchie e delle portate previste sono fornite nella relazione n°3952.

### 4.2 Composizione

Il sistema di captazione è rappresentato in planimetria sulla **Figura 12** e in sezione sulla **Figura 13** e la **Figura 14**. Si compone di:

- Fori di drenaggio :

I fori di drenaggio sono ascendenti con un angolo di 5 à 15° rispetto all'orizzontale. La perforazione ha un diametro di 130 mm nel quale si è inserito un tubo filtrato in PEHD di diametro 118/105 mm. Questi tubi sono avvitati a livello dei manicotti e sigillati ai piedi su una lunghezza minima di 2.0 m.

- Vasche di decantazione:

Le acque derivanti dai fori di drenaggio sono dirette verso delle vasche di decantazione che permettono una sedimentazione di particelle fini. Questa vasca è situata in una nicchia laterale di larghezza 5.6 m, di profondità 5.0 m e di altezza minima 2.9 m.

La vasca (3.2 m x 4.0 m) ha un'altezza d'acqua di 0.50 m ed é connessa al tubo trasversale che funge da troppo-pieno.

- Tubi trasversali:

Questi tubi sono disposti in corrispondenza delle nicchie per permettere di sversare le acque raccolte nella vasca di decantazione verso il collettore principale situato sotto i binari.

Dato lo spazio ridotto tra collettori principali ed i binari nella sezione tipo del TdB, il diametro dei tubi trasversali è limitato a 160 mm. I tubi hanno pendenza minima del 2.0% per

una capacità massima di flusso di 20 l/s. Nel caso di venute d'acqua più importanti, si potranno installare più tubi in parallelo.

- Collettore principale delle acque captate :

Il collettore principale è situato sotto il piano di scorrimento sul lato del marciapiede per l'evacuazione dei passeggeri. La pendenza dei collettori segue quella dei binari.

Il diametro massimo dei collettori è di 400 mm. I tubi sono in PEHD.

Si prevedono dei pozzetti ogni 48 m ed inoltre in corrispondenza dell'intersezione dei tubi trasversali e del collettore principale per assicurare lo scarico delle acque provenienti dai tubi trasversali verso il collettore principale. Questi pozzetti permettono inoltre di garantire la manutenzione dei tubi trasversali e del collettore principale.

I pozzetti sono situati tra i binari ed il piede del marciapiede. A livello dei binari, le sue dimensioni esterne sono di 0.70 m x 0.70 m. L'apertura è quadrata di larghezza 0.50 m.

I pozzetti sono dotati di chiusini in ghisa di classe D400 a tenuta stagna. I chiusini sono sufficientemente pesanti per resistere alle sottopressioni generate dal treno. In alternativa, si possono scegliere chiusini più leggeri ma dovranno allora essere fissati al pozzetto. La giunzione chiusino-pozzetto deve essere impermeabile in modo che le acque di piattaforma potenzialmente pericolose non si scarichino nel sistema di drenaggio delle acque freatiche.

In modo da favorire le operazioni di manutenzione, l'apertura del pozzetto è almeno pari all'apertura del chiusino.

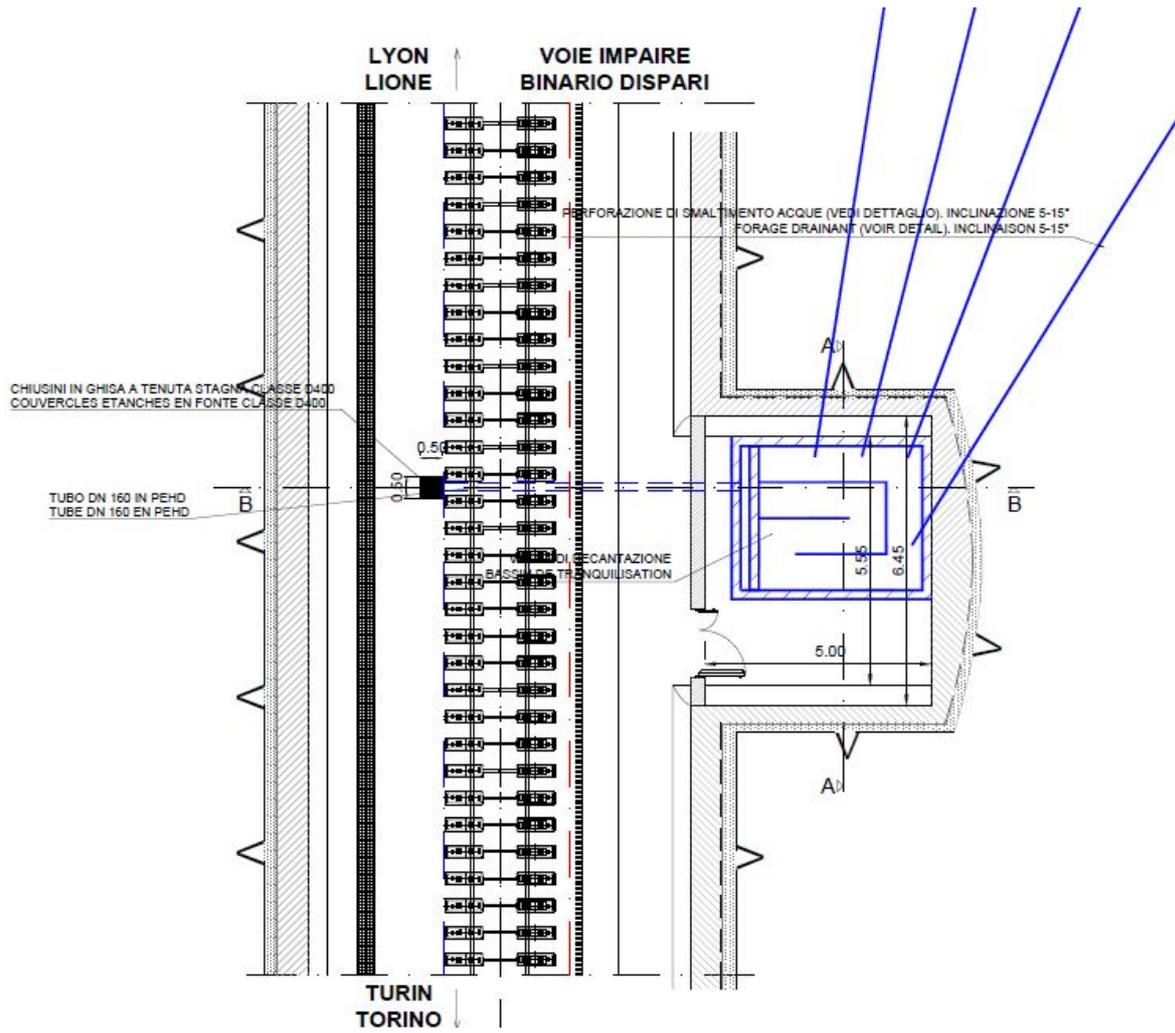


Figura 12 – Sistema di captazione delle acque calde potenzialmente potabili. Planimetria

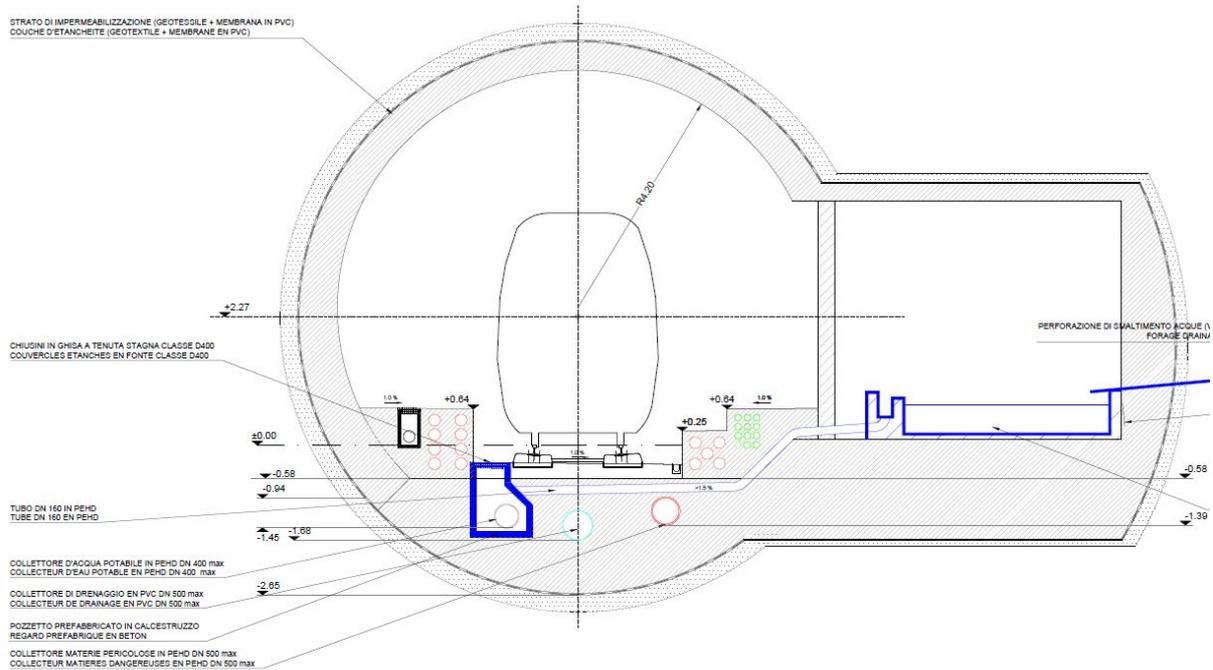


Figura 13 – Sistema di captazione delle acque calde potenzialmente potabili. Sezione longitudinale della nicchia

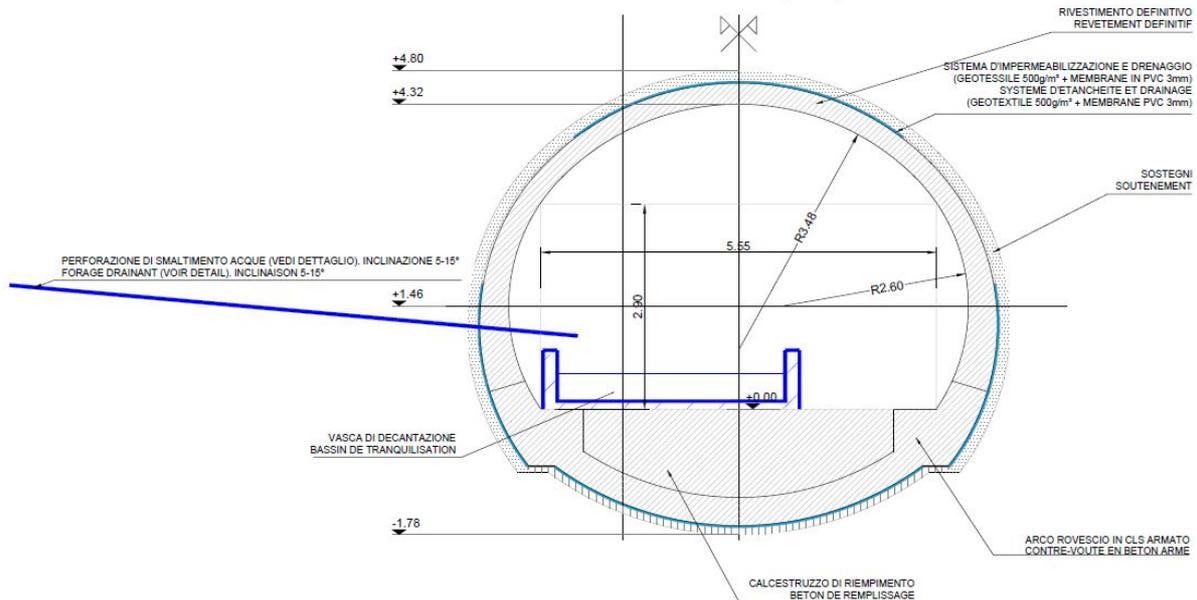


Figura 14 – Sistema di captazione delle acque calde potenzialmente potabili. Sezione trasversale della nicchia

- Caratteristiche dei tubi

I tubi che permettono la captazione delle acque calde e potabili ed il loro trasporto sono tutti in PEHD (polietilene ad alta densità) e dovranno essere conformi alla norma NF EN 12201.

## 5. Drenaggio dei liquidi pericolosi e delle acque di piattaforma

### 5.1 Principio

Dei liquidi pericolosi e delle acque di piattaforma possono essere presenti sui binari ed i marciapiedi in caso di incendio (per esempio perdita da un vagone cisterna), di estinzione di un fuoco o di semplice manutenzione dell'opera (lavaggio).

Il rischio generato dallo sversamento di sostanze potenzialmente pericolose per le persone e l'opera è limitato dalle misure seguenti:

- Raccolta delle acque presenti sulla piattaforma con canalette longitudinali e trasversali ;
- Inclinazione della piattaforma verso le canalette in modo da favorire il deflusso;
- Scarico delle canalette in un collettore situato sotto i binari ad intervalli regolari;
- Presenza di sifoni tagliafuoco in corrispondenza del collettore principale;
- Scarico del collettore principale in un serbatoio di raccolta.

### 5.2 Composizione

Il sistema di raccolta dei liquidi pericolosi e delle acque di piattaforma è rappresentato dalla **Figura 15** alla **Figura 18****Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Si compone di :

- Canaletta longitudinale :

Una canaletta longitudinale con griglia in ghisa di classe D400 è disposta tra le rotaie ed il marciapiede. Una pendenza minima trasversale di 1.0% della piattaforma permette ai liquidi pericolosi di defluire verso la canaletta.

In rettilineo, la canaletta è situata tra i binari ed il marciapiede di servizio. Nelle curve, questa canaletta è situata dal lato interno della curva per facilitare il deflusso dei liquidi :

- In una curva a destra, la canaletta è situata tra le rotaie ed il marciapiede di servizio.
- In una curva a sinistra, la canaletta è situata tra le rotaie ed il marciapiede di evacuazione dei passeggeri.

Le canalette hanno larghezza e profondità di circa 0.17 m.

- Canalette trasversali:

Una canaletta trasversale con griglia in ghisa di classe D400 è disposta ogni 12 m per limitare la propagazione eventuale di liquidi pericolosi lungo il binario. Queste canalette sono situate sotto le traverse.

La pendenza minima delle canalette trasversali è di 1.0%. Le canalette hanno una larghezza e profondità di circa 0.17 m.

Queste canalette si scaricano sulle canalette longitudinali.

- Tubi trasversali:

Nel caso di curva a sinistra, la canaletta longitudinale non può essere connessa al collettore principale con un pozzetto. Si inserisce dunque un tubo trasversale in PEHD di diametro 160 mm in modo da scaricare i liquidi della canaletta longitudinale nel collettore principale.

Nella curva a sinistra, questo tubo trasversale è disposto in corrispondenza di ogni sifone tagliafuoco.

- Collettore principale :

Il collettore principale è situato sotto il piano di scorrimento dal lato del marciapiede di servizio. La pendenza del collettore segue quella dei binari.

Il diametro massimo del collettore è di 500 mm per permettere una portata di 133 L/s. I tubi sono in PEHD. Da notare che nelle aree di sicurezza, il diametro massimo è di 710 L/s per permettere una portata di 253 L/s.

- Pozzetti e sifoni tagliafuoco :

Dei pozzetti prefabbricati con sifoni tagliafuoco in cls sono disposti ogni 48 m per permettere la manutenzione del sistema e lo scarico delle acque provenienti dalle canalette longitudinali verso il collettore principale.

I pozzetti sono situati tra le rotaie ed il piede del marciapiede. Si compongono di un sifone tagliafuoco affinché il fuoco non si propaghi lungo il collettore principale. Il dettaglio del sifone tagliafuoco è rappresentato in **Figura 19**. La forma particolare dei sifoni è legata alla mancanza di spazio sotto i binari.

I pozzetti sono dotati di chiusini in ghisa di classe D400 a tenuta stagna. I chiusini sono sufficientemente pesanti per resistere alle sottopressioni generate dal treno. In alternativa, si possono scegliere chiusini più leggeri ma dovranno allora essere fissati al pozzetto.

- Serbatoi di raccolta:

I serbatoi di raccolta dei liquidi pericolosi sono realizzati in nicchie situate di fronte ai rami di comunicazione. Nella maggior parte del tracciato, questi sono disposti ogni 7 rami di comunicazione ovvero ad una distanza di circa 2331 m. In sezione corrente, la capacità dei serbatoi di raccolta è di 120 m<sup>3</sup>.

Per maggiori dettagli, si veda la relazione sui rami n°1200.

RAPPORT TECHNIQUE EQUIPEMENTS GC ET DRAINAGE – RELAZIONE TECNICA IMPIANTI OOC E DRENAGGIO

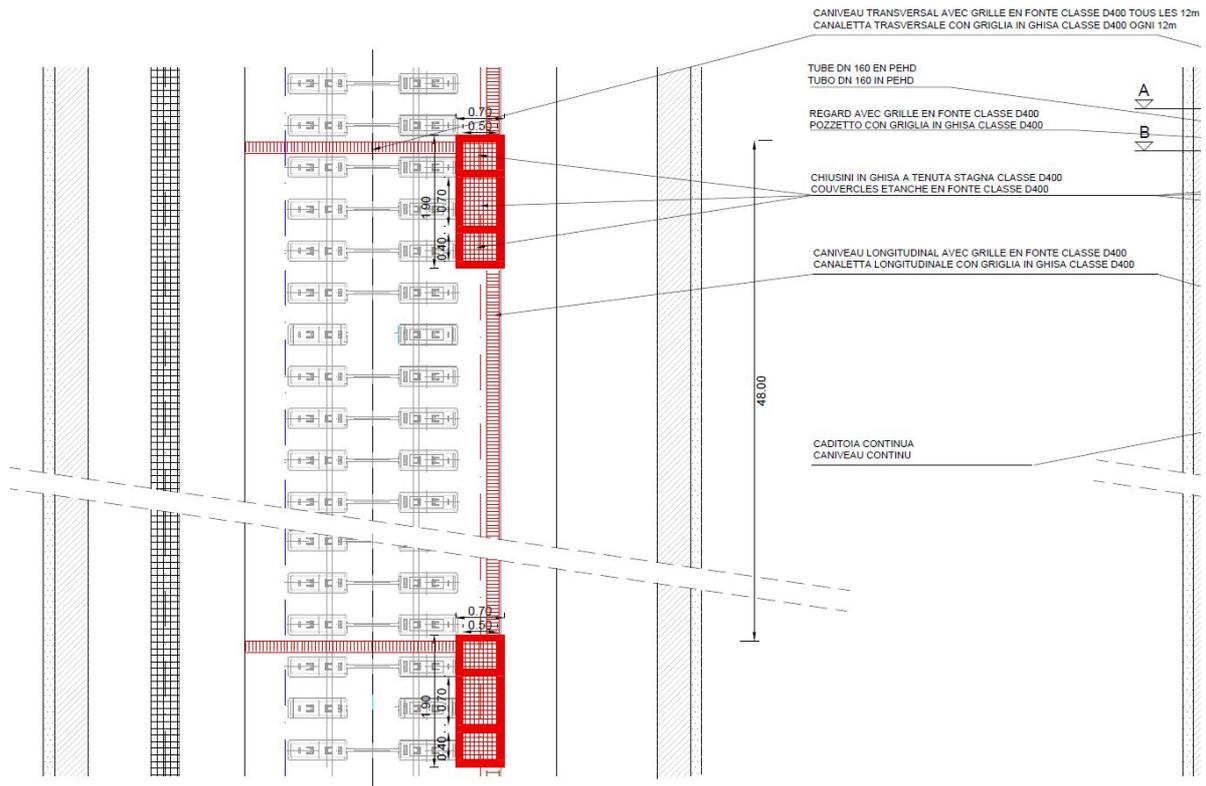


Figura 15 – Planimetria del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di rettilo e curva a destra

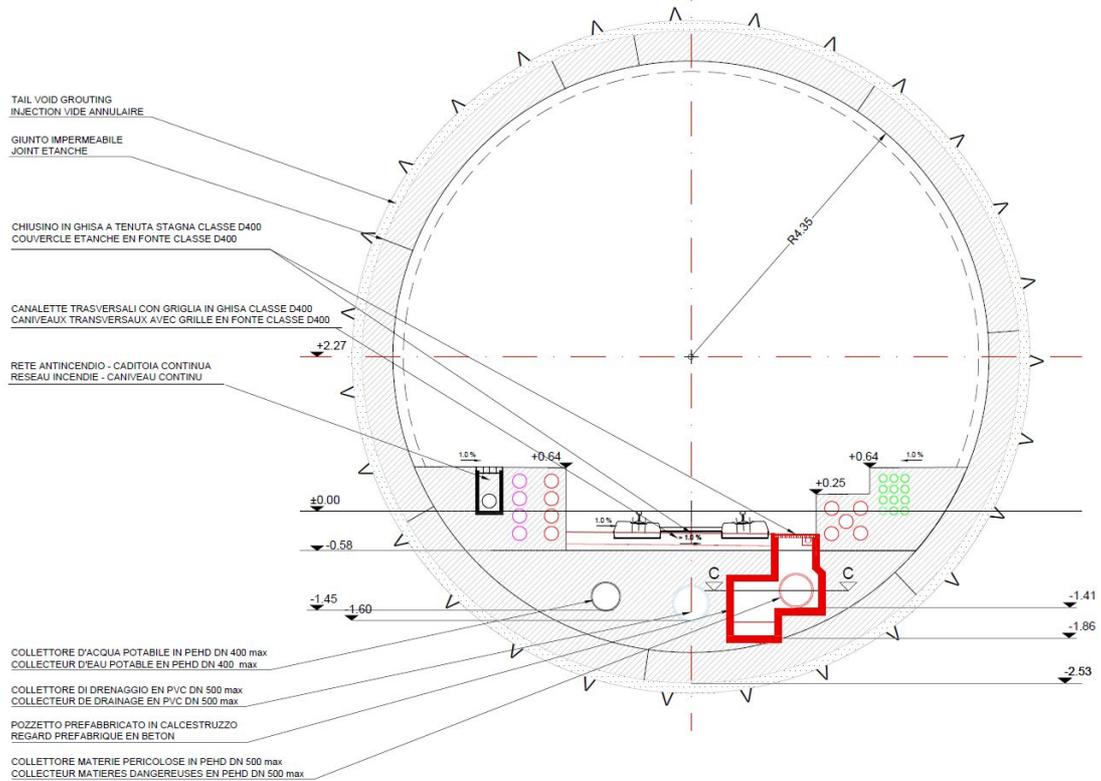


Figura 16 – Sezione trasversale del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di rettilo e curva a destra

RAPPORT TECHNIQUE EQUIPEMENTS GC ET DRAINAGE – RELAZIONE TECNICA IMPIANTI OOC E DRENAGGIO

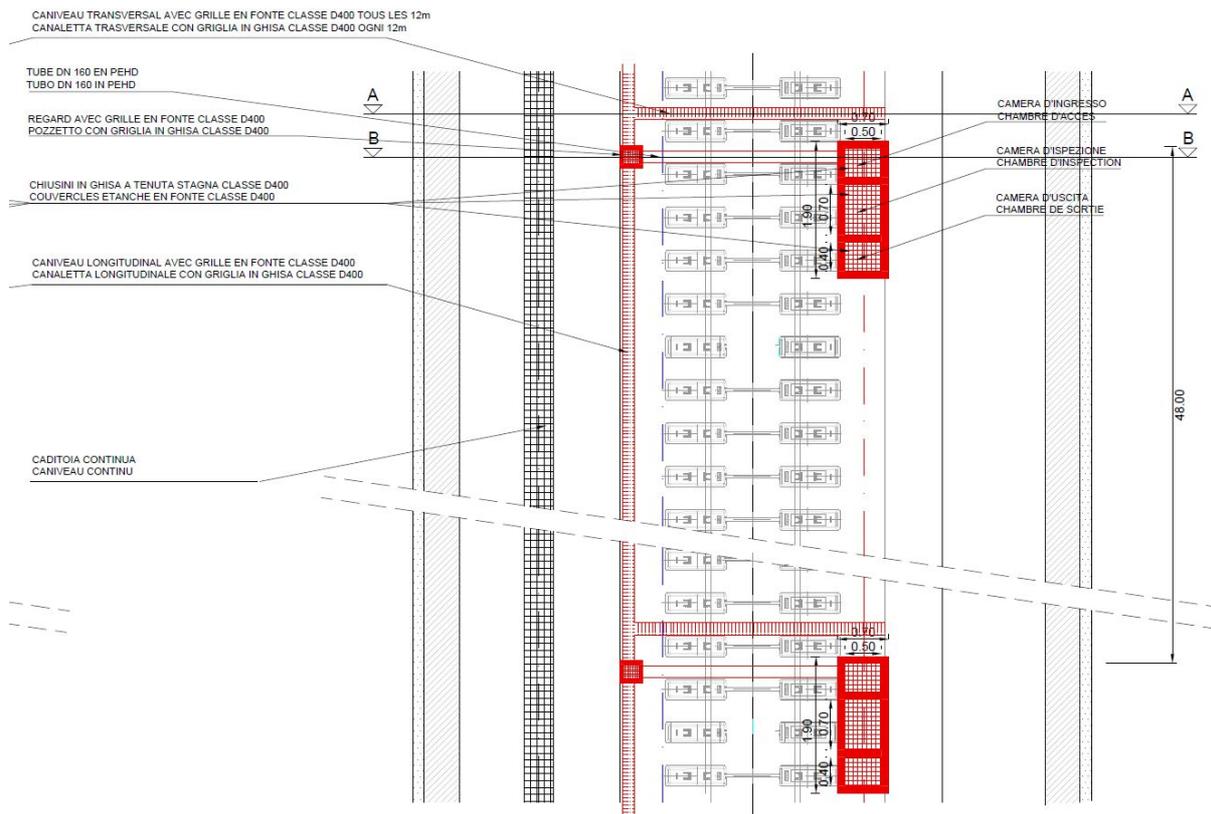


Figura 17 – Planimetria del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di curva a sinistra

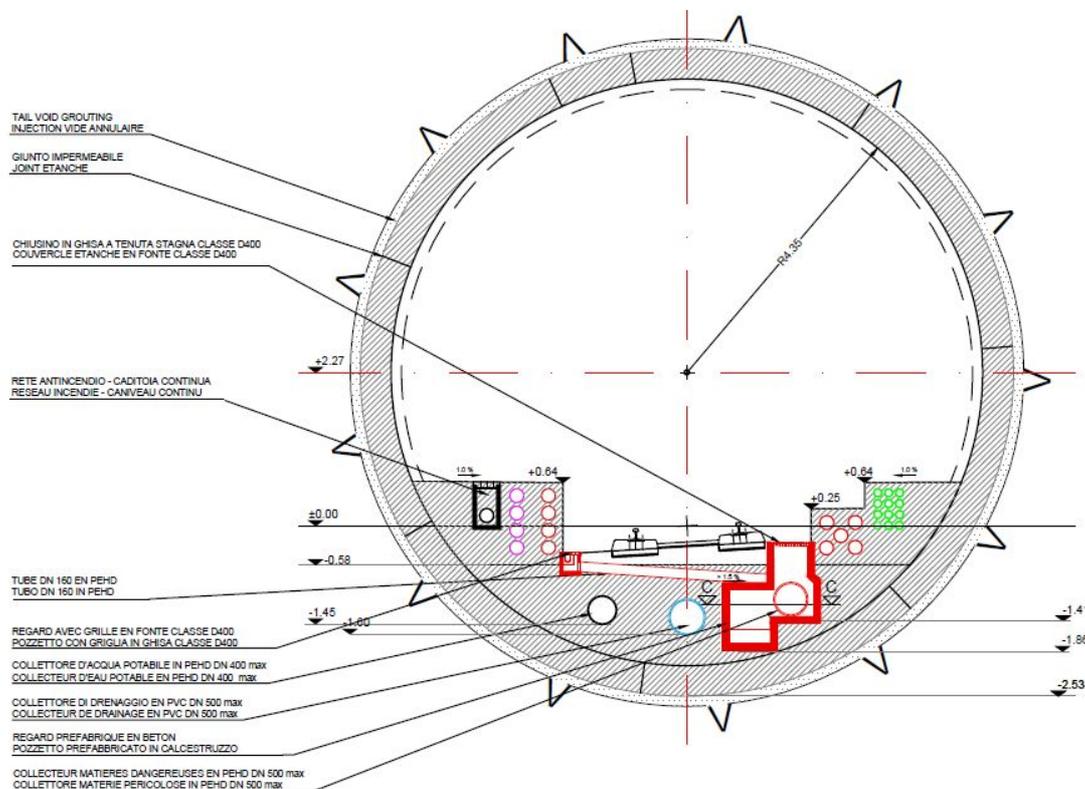
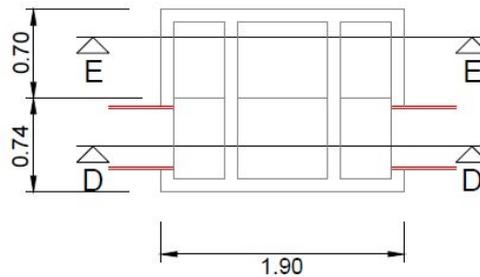
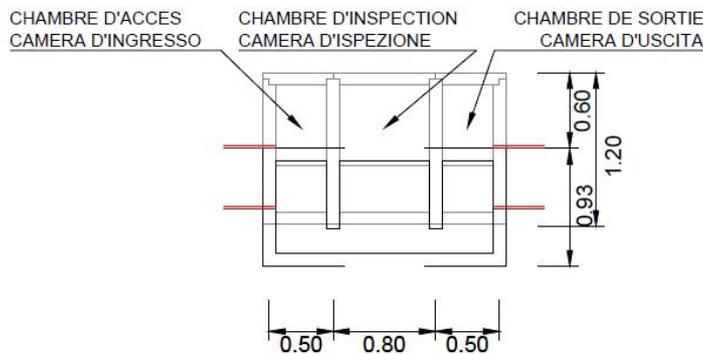


Figura 18 – Sezione trasversale del sistema di raccolta dei liquidi pericolosi – Caso di curva a sinistra

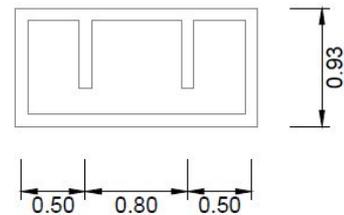
**SEZIONE ORIZZ. C-C DEL POZZETTO (1:50) /  
COUPE HORIZ. C-C DU REGARD (1:50)**



**SEZIONE D-D (1:50) /  
COUPE D-D (1:50)**



**SEZIONE E-E (1:50) /  
COUPE E-E (1:50)**



*Figura 19 – Dettaglio dei sifoni tagliafuoco*

### 5.3 Operazione di riempimento dei sifoni

I sifoni devono essere riempiti d'acqua in permanenza per l'effetto tagliafuoco. Durante le operazioni di manutenzione corrente, il livello d'acqua sarà rialzato a partire dalla camera di ispezione. In caso di anomalia o durante le operazioni di manutenzione periodiche, il riempimento dei sifoni sarà effettuato nel modo seguente:

- Chiusura delle valvole motorizzate a livello dei serbatoi di raccolta in modo che le acque defluiscano nel collettore principale senza passare nei serbatoi di raccolta;
- Immissione d'acqua nel sistema rispetto al punto alto del tracciato;
- Quando l'acqua esce al portale, si ferma l'immissione d'acqua;
- Quando l'acqua non esce più al portale, apertura delle valvole motorizzate in corrispondenza dei serbatoi di raccolta.

La quantità d'acqua massima è dell'ordine di 13 m<sup>3</sup> per km di galleria (per una sola canna).

## 6. Rete antincendio

La rete antincendio è situata sotto il marciapiede di evacuazione dei passeggeri. Si compone di una canaletta continua con guarnizioni impermeabili che devono soddisfare una resistenza al fuoco secondo la curva REI 120.

La canaletta ha una profondità interna di 0.55 m ed una larghezza di 0.30 m.

Per quanto riguarda il tubo e gli idranti, riferirsi agli elaborati degli impianti (lotto C2B).

## 7. Impianti OC per cavidotti

### 7.1 Principio

I cavidotti per le reti secche sono disposte sotto i marciapiedi situati da entrambi i lati dei binari. Alloggiano le reti seguenti:

- Media tensione nel marciapiede di evacuazione dei passeggeri ;
- Segnalamento e telecomunicazioni nel marciapiede di evacuazione dei passeggeri ;
- Segnalamento e telecomunicazioni nel marciapiede di servizio;
- Bassa tensione nel marciapiede di servizio.

### 7.2 Composizione

I cavidotti e le camere di tiro sono rappresentate dalla **Figure 20** alla **Figure 22**. Sono composti da:

- Cavidotti :

I cavidotti delle reti secche sono in PVC. Si compongono di:

- 4 cavidotti di diametro 200 mm pour la media tensione nel marciapiede di evacuazione dei passeggeri;
- 4 cavidotti di diametro 200 mm per segnalamento e telecomunicazioni nel marciapiede di evacuazione dei passeggeri;
- 5 cavidotti di diametro 200 mm per segnalamento e telecomunicazioni nel marciapiede di servizio;
- 12 cavidotti di diametro 110 mm pour la bassa tensione nel marciapiede di servizio.

- Camere di tiro:

Per ogni rete, le camere di tiro sono situate ogni 30 m. Sono prefabbricate, in cls e sono dotate di chiusino in ghisa di classe B125.

Le camere di tiro situate sotto il marciapiede di evacuazione dei passeggeri sono comuni per la bassa tensione ed il segnalamento e telecomunicazioni in modo da facilitare l'accesso ai cavi (1 camera comune è più grande delle due camere separate) ed assicurare un rivestimento in cls soddisfacente dei cavidotti (non è così nel caso di due camere separate).

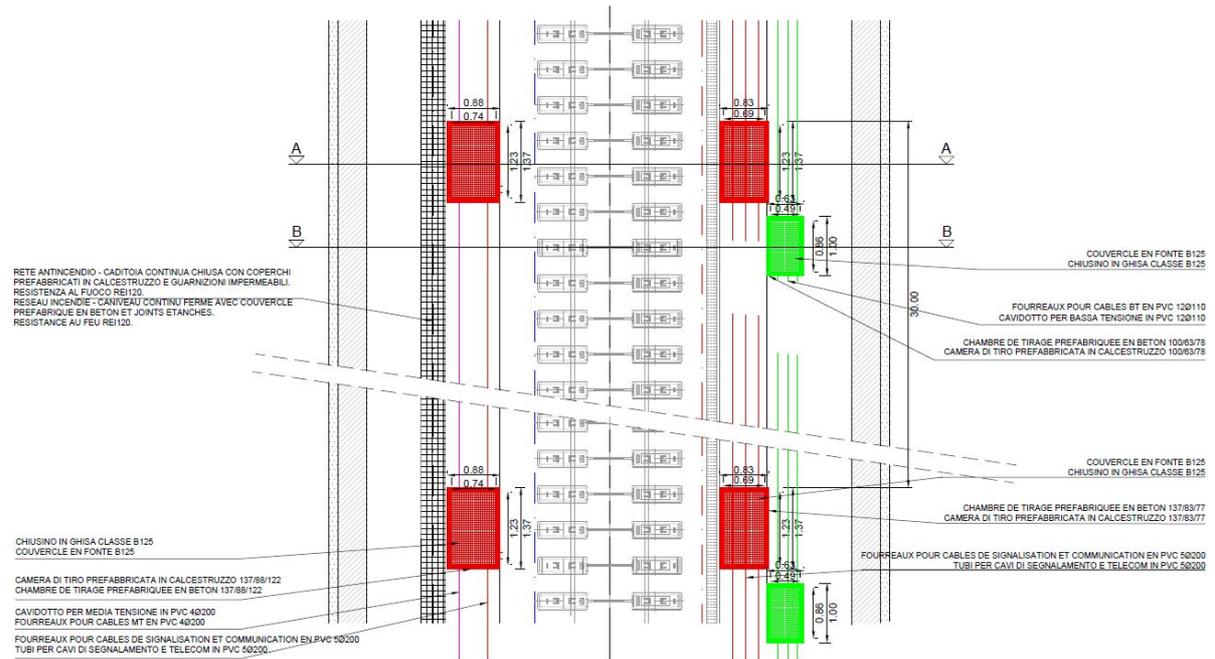


Figure 20 – Planimetria delle camere di tiro e della rete antincendio

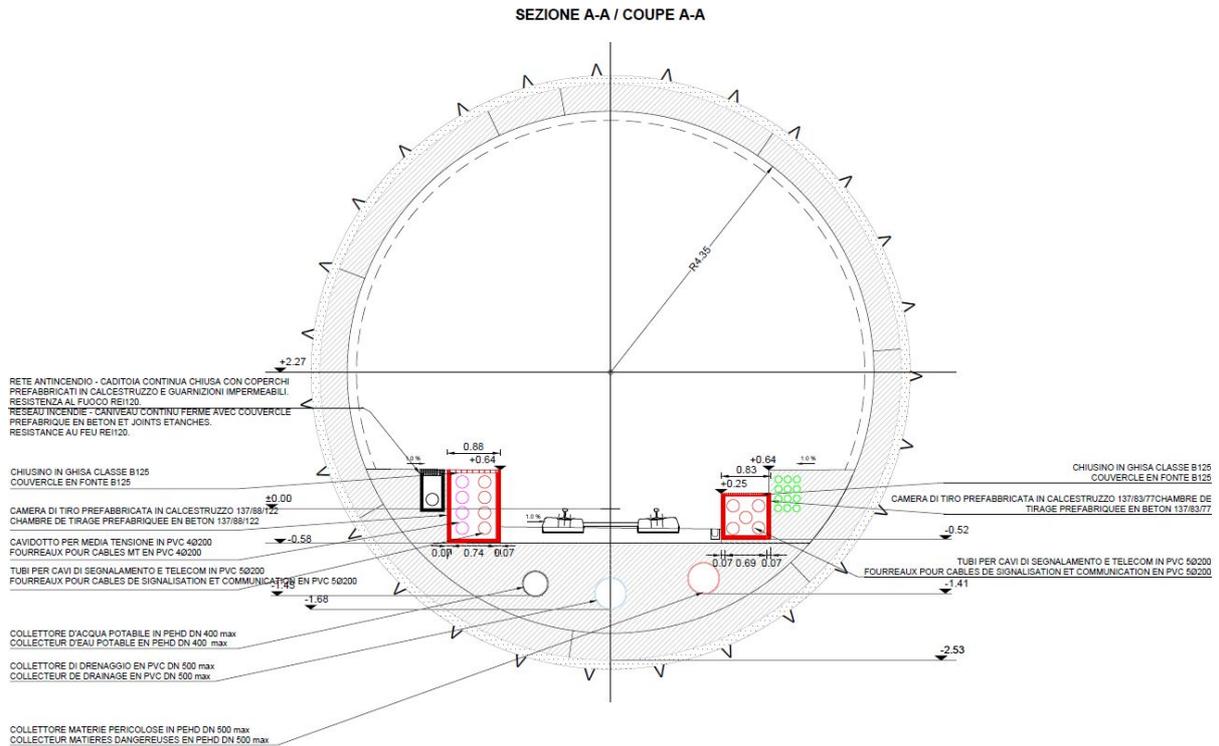


Figure 21 – Sezione trasversale A-A delle camere di tiro e della rete antincendio

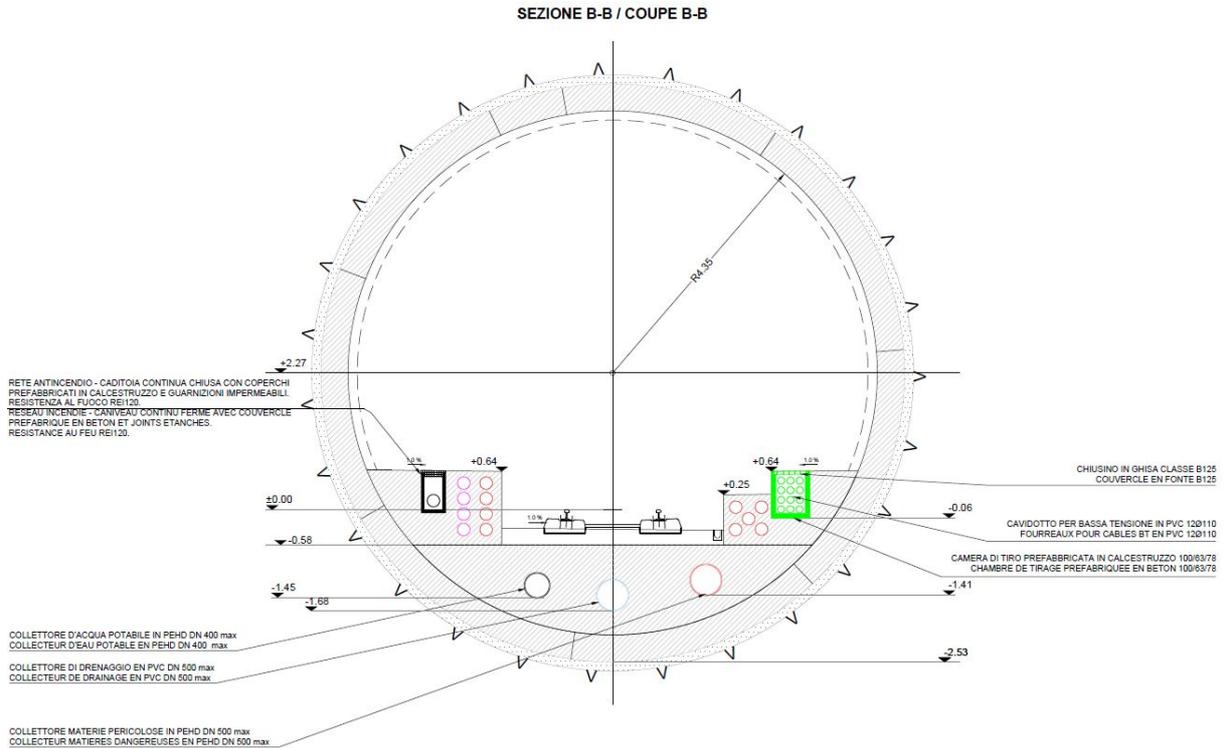


Figure 22 – Sezione trasversale B-B delle camere di tiro e della rete antincendio

## 8. Sintesi dei pozzetti di ispezione e camere di tiro

Le planimetrie n°3958 e 3966 costituiscono delle sintesi dei pozzetti di ispezione e camere di tiro nella sezione corrente della galleria nei casi drenato e non drenato