



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA
 ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER
 L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO



ACEA ATO 2 SPA



Member of ISO
 RIRI
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 BS OHSAS 18001
 ISO 50001

IL RUP
 Ing. Emanuela Meloni
 IL RUP DELLA FASE DI ESECUZIONE
 Ing. Ciro Di Gabriele



ACEA Infrastructure



Member of ISO
 RIRI
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 ISO 45001

ELABORATO
A258PE _VP_18 1

COD. ATO2 AAM10121

DATA **MAGGIO 2024** SCALA **-**

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	24/05/24	PRIMA EMISSIONE	
2			
3			
4			
5			
6			

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

Sottoprogetto
RADDOPPIO VIII SIFONE
TRATTO CASA VALERIA – USCITA GALLERIA RIPOLI
FASE 1 – VARIANTE PROGETTUALE
 (con il finanziamento dell'Unione
 europea – Next Generation EU) 

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNITÀ COSTRUZIONE
 Ing. Marco Meroni
 IL DIRETTORE DEI LAVORI
 Ing. Paolo Piccioli
 IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE
 Ing. Enrico Domenici

FERROVIA RM-PE
RELAZIONE SULL'ATTRAVERSAMENTO

RTP DI PROGETTAZIONE



CONSORZIO TRA:





(MANDATARIA)

IMPRESE



(MANDATARIA)

IN RTI CON (MANDANTI)



Costruzioni generali

IN RTI CON (MANDANTI)




PERFORAZIONI

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA
 Ing. Stefano Possati – 3ti
 Ordine degli Ingegneri della provincia di Roma n. A20809

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
 Ing. Stefano Luca Passati
 Ordine degli Ingegneri
 Provincia di Roma n. 20809

GEOLOGO
 Dott. Fabio Oliva – SPERI
 Ordine dei Geologi dell'Emilia Romagna n.1313

AGRONOMO
 Dott. Raffaele Fabozzi
 Ordine degli Agronomi e Forestali di Roma n.1216

A258PE_VP_REL_18_1

RELAZIONE SULL'ATTRAVERSAMENTO FERROVIA

RM-PE

Sommario

1	PREMESSA.....	1
2	Dettagli sul punto di attraversamento della ferrovia RM-PE	9
3	Considerazioni generali sulla progettazione.....	10
3.1	Aspetti prestazionali di base del sistema	10
4	Il monitoraggio geotecnico e strutturale.....	11
4.1	Definizione delle soglie di attenzione e di allarme.....	12
5	Monitoraggio dell'attraversamento della tratta ferroviaria Roma-Pescara	13
5.1	Caposaldi topografici in corrispondenza della tratta Ferroviaria Roma-Pescara..	14
5.2	Sistema distribuzione dati (SDD).....	16
6	Prescrizioni derivanti dalla lettera rif. UA 26/7/2022 RFI- NEMI.DOIT.RM\A0011\P\2 di RFI e dal DM 4/4/2014.....	17

1 PREMESSA

Con lettera rif. UA 26/7/2022 RFI-NEMI.DOIT.RM\A0011\P\2, RFI (Rete Ferroviaria Italiana) ha comunicato le risultanze dell'analisi del PFTE del "Raddoppio VIII Sifone – Tratto Casa Valeria – Uscita Galleria Ripoli", in riferimento all'attraversamento della linea ferroviaria Roma-Pescara in corrispondenza de km 40+300 circa (Tivoli).

RFI ha espresso parere favorevole sulla fattibilità delle opere in progetto, con le seguenti prescrizioni:

- Dovrà essere istituito, a cura del Proponente, un sistema di monitoraggio delle gallerie in microtunnelling che permetta di evidenziare eventuali comportamenti anomali del binario in fase di scavo;
- I lavori di trivellazione e spinta dovranno essere inderogabilmente eseguiti in intervalli liberi dalla circolazione dei treni, previo nulla osta del personale RFI preposto;
- Al termine di ogni fase di spinta e prima della ripresa della circolazione dei treni dovrà essere verificata la corretta geometria del binario.

La presente relazione, facente parte del Progetto Esecutivo del Raddoppio VIII Sifone – Tratto Casa Valeria Uscita Galleria Ripoli, illustra il piano di monitoraggio nel punto di attraversamento della tratta ferroviaria Roma-Pescara, facendo riferimento agli elaborati grafici redatti, previsto nel presente progetto esecutivo delle varianti progettuali alla soluzione del PFTE a base di gara approvato con Determinazione Acea Ato2 S.p.A. prot.0480343/23 del 20.07.2023

La presente Relazione, facente parte del Progetto Esecutivo (PE) del Raddoppio VIII Sifone – Tratto Casa Valeria Uscita Galleria Ripoli, è redatta in conformità con il D.M. n.137 del 4/4/2014 "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".

Per rispondere alle osservazioni di RFI si prevede pertanto di:

- Definire le regole per lo scavo del tratto in microtunnelling che sotto-attraverserà la ferrovia
- realizzare un sistema di monitoraggio al fine di evidenziare eventuali comportamenti anomali del binario in fase di scavo della galleria in microtunnelling soggiacente la ferrovia sopra citata.

1.1 Descrizione della soluzione sviluppata nel progetto esecutivo

Si descrivono le opere previste e i macro-tratti in cui è suddiviso il progetto, secondo lo schema riportato nella figura seguente:

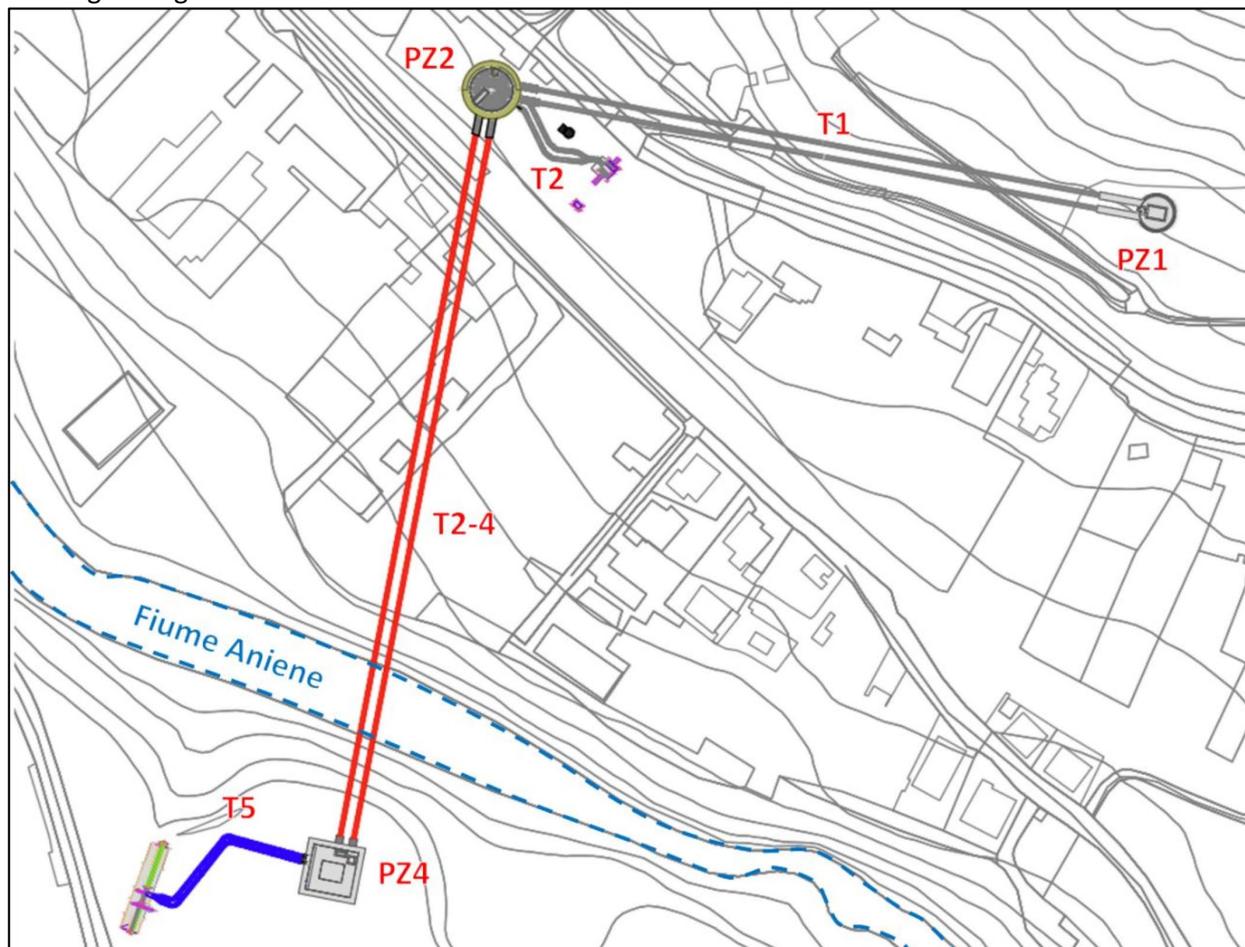


Figura 1.1 Schema di progetto con il tratto di variante T2-4 (in rosso)

Tratto T1: collegamento dal Pozzo di uscita PZ1 al Pozzo di spinta PZ2

Il tratto T1, di lunghezza complessiva pari a 240 m, è costituito da due condotte DN1600 in acciaio rivestite con tubo camicia in cls DN2000 posate mediante microtunnelling.

I pozzi PZ1 e PZ2 sono costituiti da manufatti circolari completamente interrati con un diametro interno, rispettivamente, di 11 m e 15 m. Il pozzo PZ1 è realizzato all'interno del piazzale limitrofo al manufatto di Casa Valeria, mentre il pozzo PZ2 è posizionato tra la Via Tiburtina Valeria e la ferrovia in adiacenza all'esistente manufatto d'ispezione dell'VIII Sifone M1.

Le tubazioni della condotta verranno inserite all'interno del tubo fodera in cls posato mediante microtunnelling, dal pozzo PZ2 verso il manufatto PZ1.

Di seguito la rappresentazione dei manufatti PZ1 e PZ2.

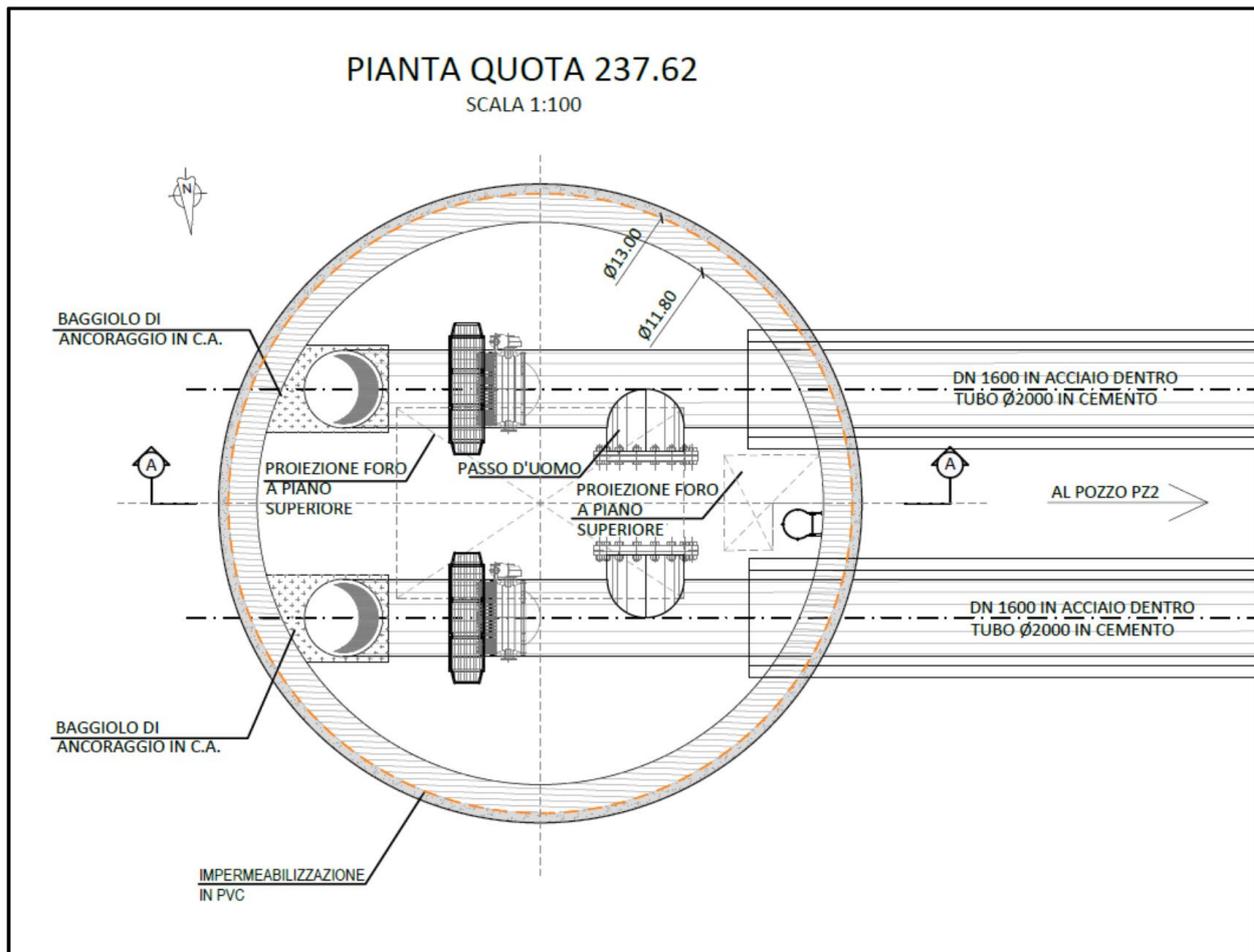


Figura 1.2 – Rappresentazione in pianta del manufatto PZ1

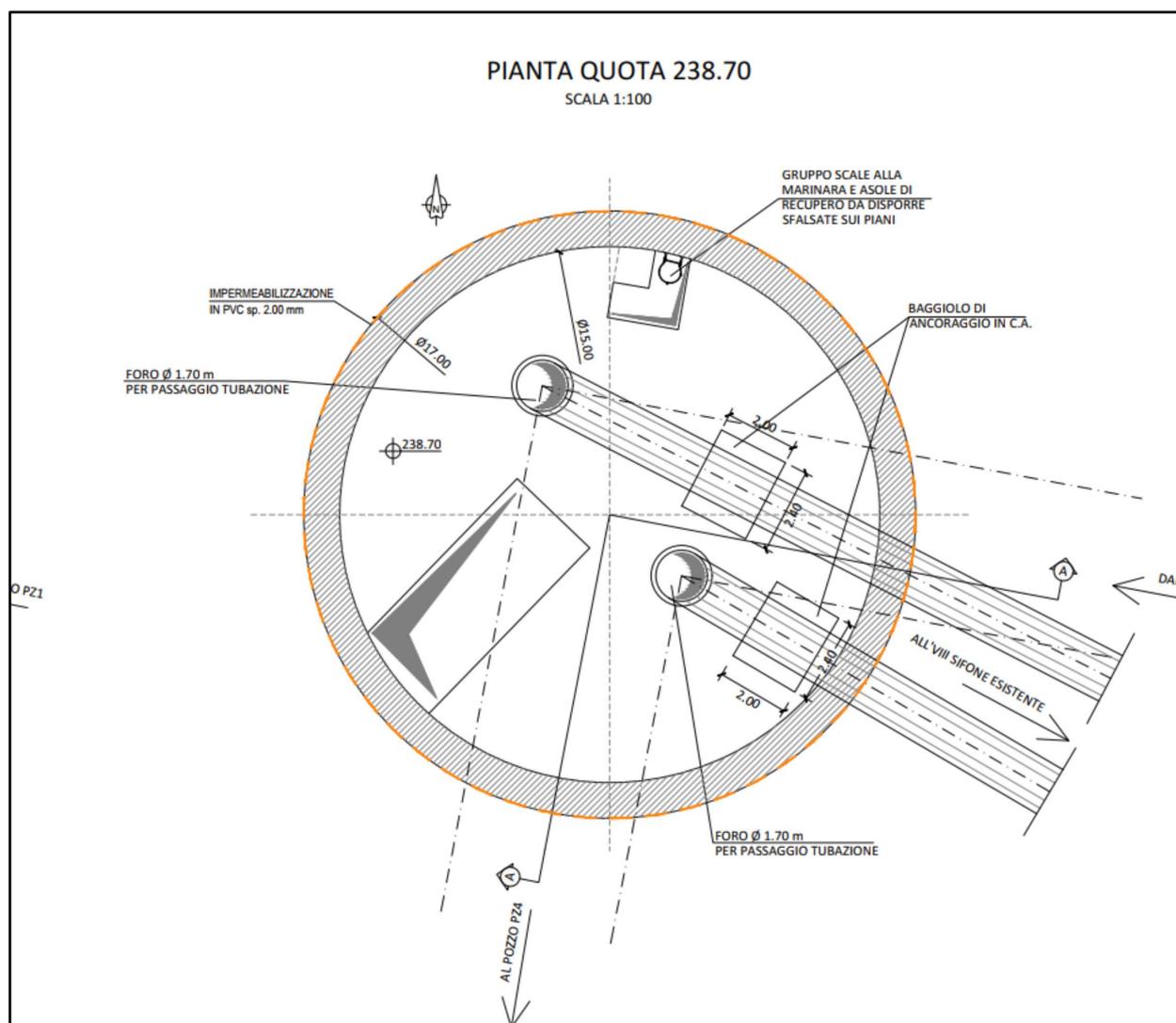


Figura 1.3 – Rappresentazione in pianta del manufatto PZ2

Tratto T2: collegamento tra il pozzo PZ2 e il manufatto d'ispezione dell'VIII Sifone M1

Il tratto è costituito da due condotte DN1400 in acciaio che permettono di derivare la risorsa idrica in uscita dal tronco dell'VIII Sifone esistente al nodo di connessione PZ2.

Il tratto di connessione T2 viene posato con scavo a cielo aperto, per una lunghezza complessiva di circa 50 m.

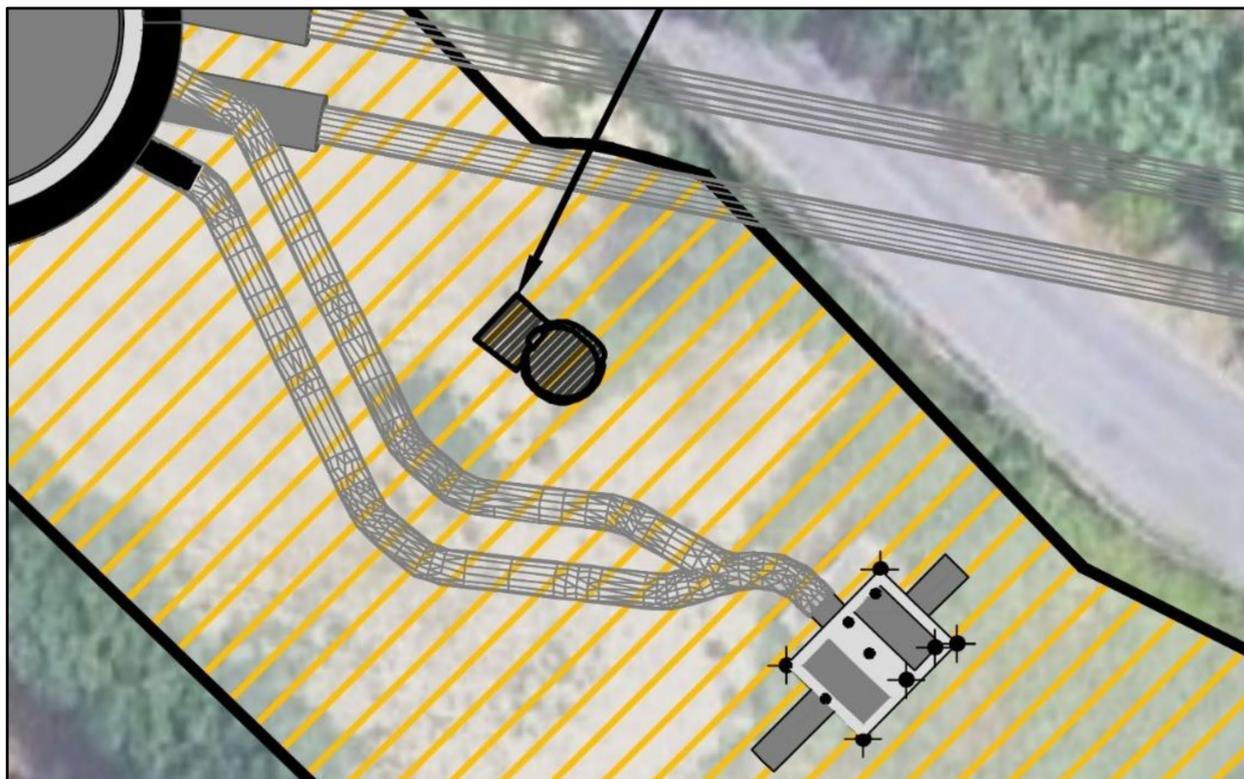


Figura 1.4 Tratto T2 di collegamento del Pozzo P22 alla condotta esistente presso il manufatto M1. Il tracciato della condotta è stato deviato per evitare di interferire con una “calcara” rinvenuta durante i saggi archeologici nell’area del cantiere P22

Al fine di ottimizzare le attività di derivazione verso la nuova opera è prevista l’installazione di opportune apparecchiature di sezionamento sia sull’attuale DN1400 che costituisce l’VIII Sifone sia sulla nuova derivazione a Y di progetto.

Nello specifico di seguito è raffigurata la sezione di innesto della condotta DN1400 del tratto T2 all’VIII Sifone esistente.

Si può notare come la valvola a valle della connessione consenta di alimentare le nuove opere da Casa Valeria anche interrompendo l’alimentazione dell’esistente ponte tubo. Allo stesso modo la valvola a monte della connessione consente anche l’eventuale alimentazione dell’esistente ponte tubo dalle nuove opere e non da Casa Valeria.

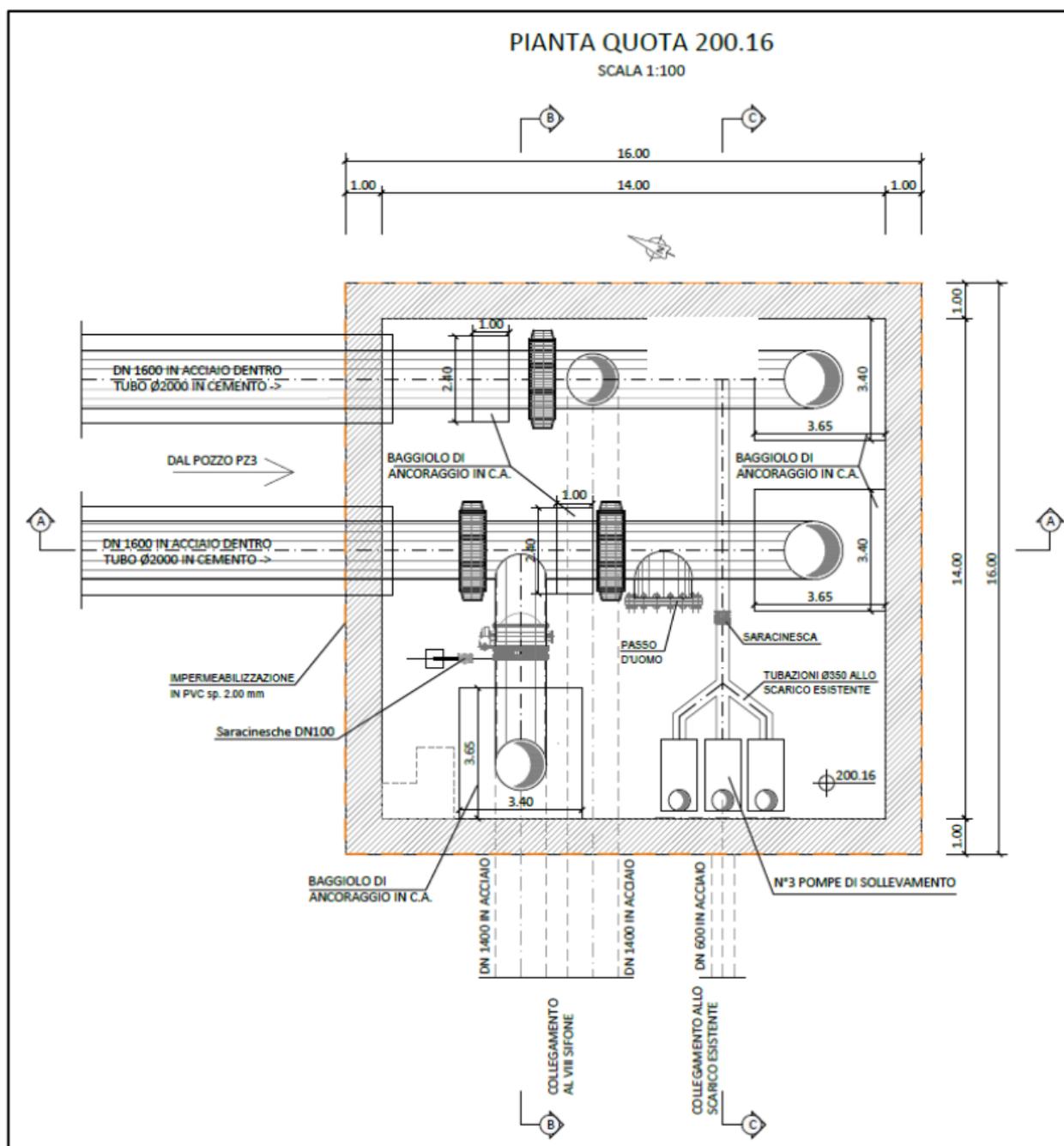


Figura 1.6 Rappresentazione in pianta del manufatto PZ4 – Sezione alla quota di ripartenza delle tubazioni verso il pozzo PZ2

All'interno del manufatto quadrato PZ4, completamente interrato e con una dimensione interna di 14 m x 14 m, viene anche realizzato il collegamento per lo scarico dell'intero sistema costituente il Nuovo VIII Sifone (Tratto TSC).

Tratto T5: collegamento tra il pozzo PZ4 e l'VIII Sifone esistente

Il tratto è costituito da due condotte DN1400 mm in acciaio che permettono di convogliare la risorsa idrica in uscita dal nuovo manufatto PZ4 all'esistente VIII Sifone. Il tratto di connessione T5 viene posato all'interno di uno scavo a cielo aperto, per una lunghezza complessiva di circa 55 m.

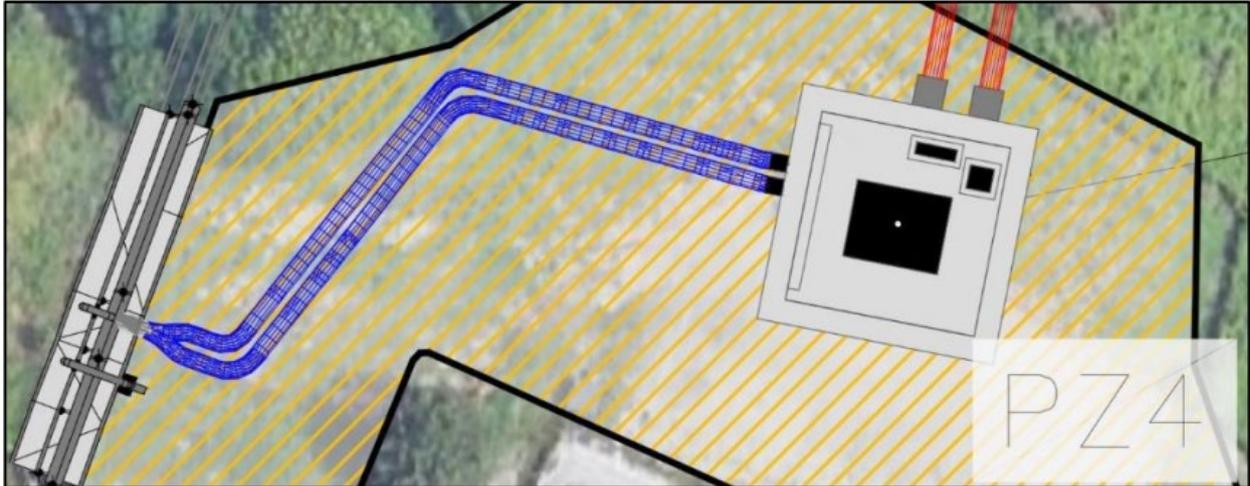


Figura 1.7 Tratto T5 di collegamento tra il pozzo PZ4 e la condotta esistente (in blu)

2 Dettagli sul punto di attraversamento della ferrovia RM-PE

La condotta in progetto è costituita da due condotte DN1600 in acciaio rivestite con tubo camicia in cls DN2000 posate mediante microtunnelling. Le due condotte sottopassano la ferrovia con un angolo di incidenza di 56°, come illustrato nella Figura 2.1.

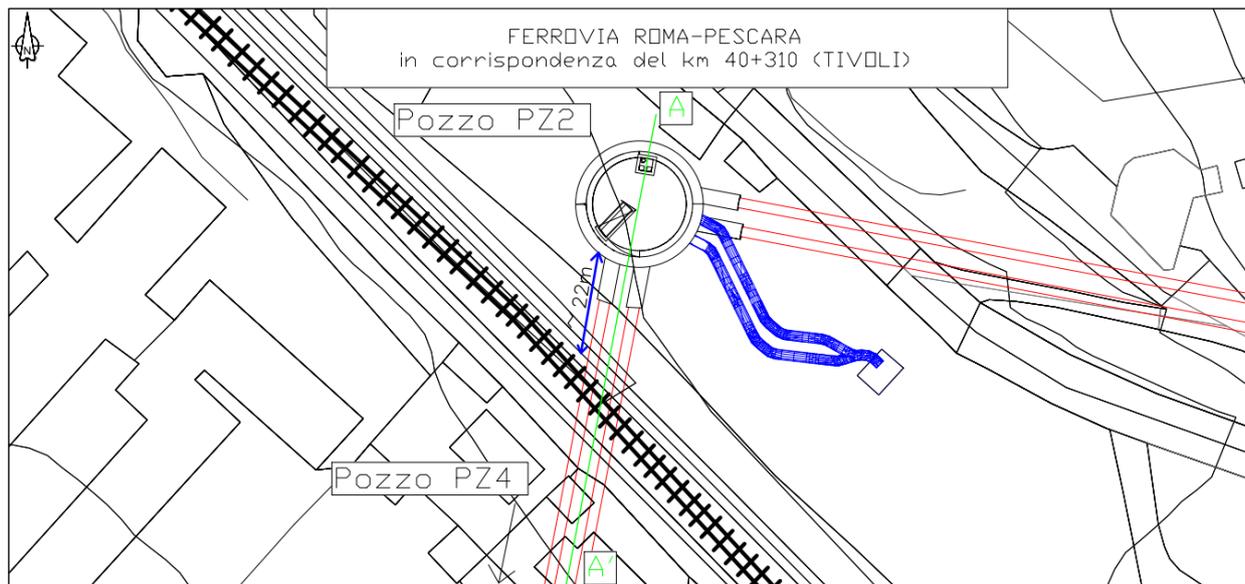


Figura 2.1 - Punto di attraversamento della ferrovia RM-PE. L'angolo di intersezione è di 56°

Nel punto di attraversamento della ferrovia RM-PE le condotte si trovano a una profondità di 19 m, come illustrato nella Figura 2.2.

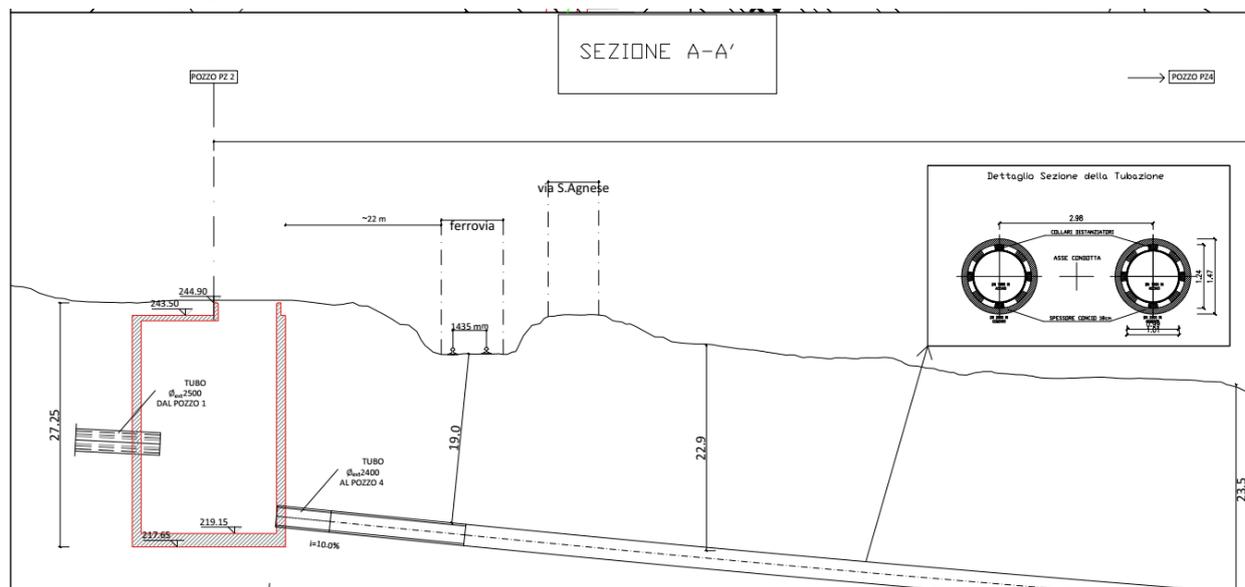


Figura 2.2 – dettaglio dell' attraversamento della ferrovia RM-PE

3 Considerazioni generali sulla progettazione

3.1 Aspetti prestazionali di base del sistema

Per le grandi infrastrutture complesse risulta particolarmente idoneo avvalersi di un approccio alla progettazione di carattere prestazionale (*performance-based design*), che fonda le basi sull'esplicitazione a monte della fase di progetto delle prestazioni e dei requisiti richiesti dal sistema durante tutta la vita nominale, definita convenzionalmente come il numero di anni nel corso dei quali è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

Tra i requisiti da considerare per una corretta progettazione risultano centrali quelli di affidabilità, durabilità e robustezza.

In particolare, per affidabilità si intende la capacità di una struttura o di un elemento strutturale di soddisfare i requisiti specificati, compresa la vita nominale di progetto, per cui è stato realizzato. In senso stretto, essa esprime la probabilità che una struttura non superi specificati stati limite (stati limite ultimi e stati limite di servizio) durante un prefissato periodo di riferimento. Di conseguenza, più piccola è tale probabilità, maggiore è la sua affidabilità.

La durabilità rappresenta la capacità che un sistema ha di mantenere invariato, con il trascorrere del tempo, il margine di sicurezza nei confronti degli stati limite verificati in fase di progetto. Negli anni è stato dimostrato, in modo inequivocabile, come il degrado possa determinare la prematura messa fuori servizio delle strutture.

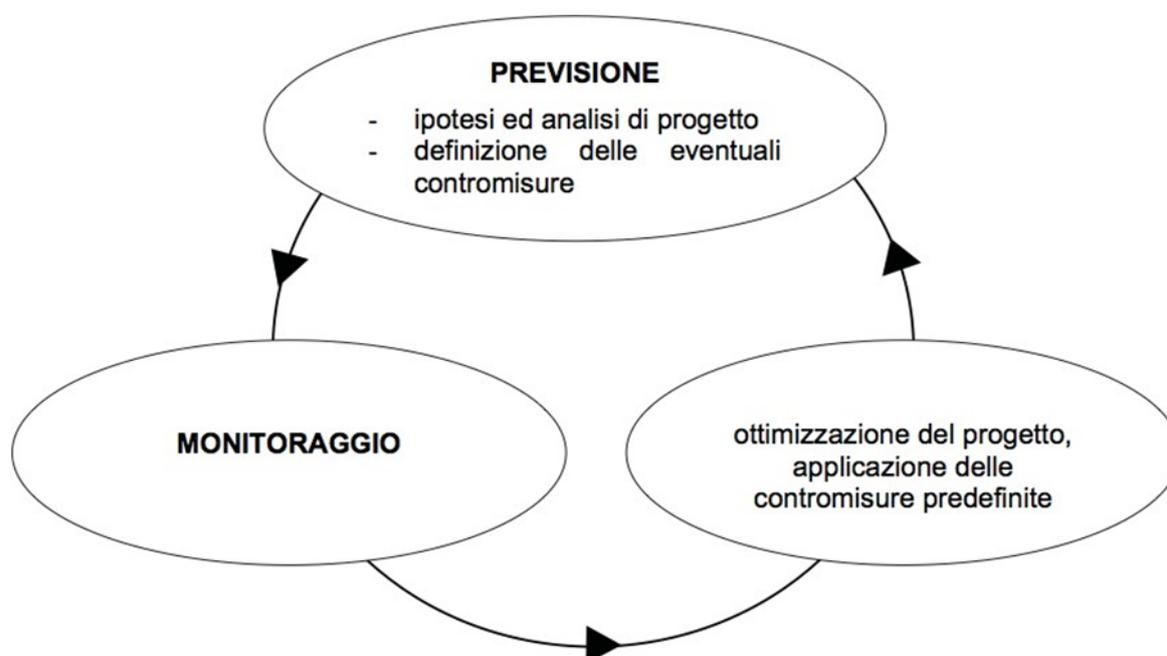
Infine, per robustezza si intende la capacità di un sistema di non essere danneggiato da eventi eccezionali in maniera sproporzionata rispetto alla causa di origine. Particolare rilevanza nelle infrastrutture complesse è da porre anche al possibile collasso progressivo delle opere, ossia un meccanismo che scaturisce da una rottura in maniera localizzata di un elemento del sistema e si estende progressivamente, rendendo non più funzionale l'opera.

La progettazione che contempla la prestazione di maggiore durabilità delle opere prevede l'elaborazione di un piano di manutenzione ordinaria che mette in relazione le parti d'opera da mantenere con i rischi a cui la struttura va incontro, le diverse tipologie di interventi da attuare, i tempi in cui agire. In maniera parallela, deve essere previsto e messo in opera un sistema di monitoraggio e controllo delle componenti strutturali e funzionali dell'opera, che ne preservi gli specifici livelli prestazionali per cui sono stati progettati per tutta la vita nominale dell'intera infrastruttura.

4 Il monitoraggio geotecnico e strutturale

Il piano di monitoraggio è stato sviluppato al fine di acquisire tutti gli elementi necessari all'interpretazione del comportamento del terreno, delle strutture in progetto, dei manufatti esistenti, in funzione di varie e complesse necessità. Finalità del monitoraggio è quindi la verifica delle corrispondenze tra il comportamento reale dei terreni e delle strutture in realizzazione nonché la loro interazione ed il comportamento ipotizzato e calcolato nelle diverse fasi progettuali, con particolare riguardo alle aree superficiali circostanti ed alle preesistenze.

La verifica delle previsioni progettuali avviene in corso d'opera ed è quindi mirata ad analizzare gli andamenti dei vari parametri misurati in relazione alle fasi costruttive, ai materiali utilizzati ed alle geometrie in gioco. In quest'ottica il monitoraggio rappresenta un fondamentale strumento di controllo per la "sicurezza", sia dell'opera in corso di realizzazione e del personale addetto alla sua costruzione, sia in relazione alla staticità dei fabbricati interferenti con l'opera da realizzare.



Per la verifica della situazione progettuale adottata, l'architettura del monitoraggio recepisce i fondamenti del "Metodo Osservazionale", che permette di risolvere le incertezze della fase progettuale in fase costruttiva, ponendo dei limiti di accettabilità che devono essere costantemente controllati, rispondendo in modo attivo ad ogni particolare contesto di applicazione in modo da esprimere la migliore configurazione di controllo funzione delle esigenze di sito e delle specifiche problematiche riscontrate.

L'architettura proposta, basata sulla quasi totale automatizzazione dei sistemi di controllo, prevede che una delle principali funzioni sia quella di evidenziare "in tempo reale" i trend deformativi in atto o le repentine variazioni dei parametri monitorati in relazione ai superamenti dei valori di soglia predefiniti, in modo da poter attuare tutte le operazioni preventive e correttive per la risoluzione delle criticità.

Mentre in fase di costruzione l'obiettivo è quindi di verifica dei parametri di progetto, a opera ultimata e durante la fase di esercizio la finalità diventa il controllo delle variazioni a lungo termine e quindi la valutazione delle cause, strutturali interne o esterne di qualsiasi natura, che incidono sulla struttura.

4.1 Definizione delle soglie di attenzione e di allarme

Il controllo mediante monitoraggio si basa principalmente sulla definizione di soglie aventi lo scopo di segnalare l'instaurarsi di una situazione deformativa e/o tensionale particolare. Sulla base dei valori raggiunti dai parametri di controllo in funzione dei valori di soglia definiti, vengono attuate eventuali azioni e contromisure.

I valori delle soglie verranno fissati per le diverse tipologie di strumentazione in funzione del loro livello di controllo e della fase di realizzazione.

Il personale tecnico esperto eseguirà, per tutta la durata dei lavori, misure in manuale e/o automatico, acquisizioni, restituzioni dati e manutenzione di tutto il sistema di monitoraggio geotecnico costituito da: inclinometri, piezometri, caposaldi topografici, caposaldi di livellazione, mire ottiche.

Tutto per rendere ogni servizio e strumento efficiente in relazione alle attività lavorative e alle risposte dell'ammasso alle varie fasi di scavo, consolidamento, realizzazione di opere varie.

Il Centro Elaborazione e Gestione Dati (C.E.D) formato da vari Responsabili, ognuno per la propria competenza, dovrà collaborare per rendere le informazioni fruibili ai vari soggetti che partecipano alla realizzazione dell'Opera (Direzione Lavori, Impresa, Progettista, ecc..).

I vari responsabili, dopo un primo periodo di osservazione dei risultati del monitoraggio, insieme all'Ufficio Tecnico dell'Impresa, dovranno evidenziare eventuali criticità e definire la "gerarchia degli strumenti ed i possibili valori di soglia di attenzione e di allarme".

Questi limiti sono definiti come:

- **Soglia di attenzione:** è definita come una quota parte delle risultanze delle sollecitazioni (o delle deformazioni) di progetto; il superamento di questo limite implica preliminarmente la verifica del corretto funzionamento/installazione dello strumento e successivamente l'incremento della frequenza delle misure, allo scopo di stabilire e monitorare la velocità con la quale il fenomeno si evolve, in modo da valutare il potenziale instaurarsi di eventi e rapida evoluzione che potrebbero, in determinate circostanze, risultare incontrollabili.
- **Soglia di allarme:** definita in funzione del livello deformativo, tensionale, più gravoso per una determinata situazione; il suo superamento implica il coinvolgimento della Direzione Lavori per la valutazione di opportune contromisure.

Le contromisure da adottare in caso di superamento dei limiti di allarme hanno lo scopo di riportare la situazione reale entro i limiti previsti in progetto.

5 Monitoraggio dell'attraversamento della tratta ferroviaria Roma-Pescara

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al completamento e al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta in generale la maggiore variabilità in quanto legata allo stato di avanzamento dei lavori.

Di seguito si riporta un estratto della Planimetria del Piano di Monitoraggio con indicazione del punto di attraversamento della tratta ferroviaria Roma-Pescara (Figura 5.1).

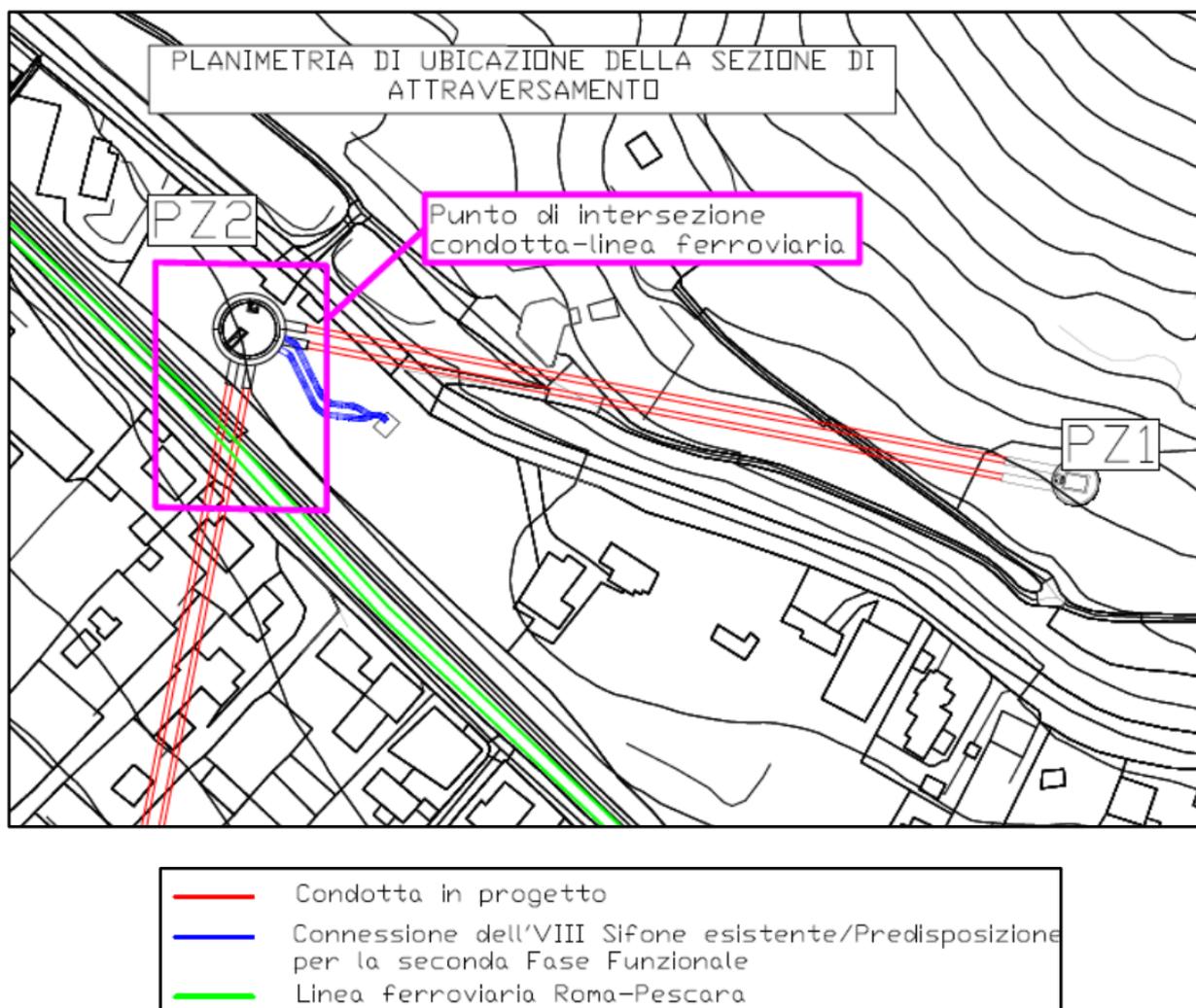


Figura 5.1 Planimetria con ubicazione del punto di attraversamento della tratta ferroviaria Roma-Pescara

Il piano di monitoraggio individua una sezione tipo attrezzata con i relativi strumenti in relazione alle diverse parti d'opera da monitorare.

Sezione tipo

- GPS.

Nel capitolo seguente si descrive il sistema progettato.

5.1 Caposaldi topografici in corrispondenza della tratta Ferroviaria Roma-Pescara

A seguito delle prescrizioni rilasciate da RFI (UA 26/7/2022) in riferimento all' attraversamento della linea ferroviaria Roma-Pescara in corrispondenza de km 40+300 circa (Tivoli) si prevede di realizzare un sistema di monitoraggio costituito da n°15 caposaldi topografici al fine di evidenziare eventuali comportamenti anomali del binario in fase di scavo della galleria in microtunnelling (l' avanzamento verrà eseguito negli intervalli liberi dalla circolazione dei treni, previo nulla osta del personale RFI preposto) sottostante la ferrovia sopra citata.

Il sistema di monitoraggio prevederà quindi una serie di letture la cui frequenza sarà dettata dalle fasi di lavoro che possono distinguersi secondo lo schema che segue:

- Prima della trivellazione e spinta di ciascuna delle due tratte (letture di zero o di bianco);
- In fase di trivellazione e spinta ma a distanze superiori ai 30 m dalla linea interferente prima e dopo l' attraversamento;
- In fase di trivellazione e spinta a distanze inferiori ai 30 m dalla linea interferente prima e dopo l' attraversamento;
- A fine realizzazione della tratta.

Individuate le differenti fasi è possibile, per ciascuna di queste, individuare la frequenza di lettura:

- in fase 1 – si prescrive una frequenza di letture bimestrali;
- in fase 2 – si prescrive una frequenza di letture mensili;
- in fase 3 – si prescrive una frequenza di letture settimanali;
- in fase 4 – si prescrive una frequenza di letture bimestrali con un massimo di 3 letture;

Le misure dovranno essere oggetto di opportuni rapporti contenenti i dati di campagna, opportuni grafici interpretativi riportanti le eventuali subsidenze correlate allo stato avanzamento dei lavori rappresentato in scala opportuna su planimetrie di progetto.

Salvo valutazioni da eseguirsi a seguito dell' analisi delle letture di zero, le soglie di attenzione e di allarme seguono gli studi della curva di subsidenza attesa secondo il seguente schema:

- soglia di attenzione: 0.5 mm per un numero di capisaldi superiore al 50%;
- soglia di allarme: 1.0 mm per un numero di capisaldi superiore al 50%;

A seguito del superamento della soglia di attenzione dovranno essere convocate le figure di riferimento del cantiere (ad es: capocantiere, rappresentante dell' appaltatore e del subappaltatore, Direzione dei Lavori, progettista, rappresentanti di Rete Ferroviaria italiana). Saranno formulate le ipotesi del caso ed, in ogni caso, intensificata la frequenza delle letture.

A seguito del superamento della soglia di allarme dovranno essere convocate le figure di riferimento del cantiere (ad es: capocantiere, rappresentante dell'appaltatore e del subappaltatore, Direzione dei Lavori, progettista, rappresentanti di Rete Ferroviaria italiana). Saranno formulate le ipotesi del caso ed, in ogni caso, interrotto l'avanzamento delle macchine di spinta e trivellazione per la valutazione delle attività e delle contromisure a salvaguardia della linea ferroviaria.

Di seguito si riporta una rappresentazione schematica della distribuzione dei caposaldi topografici sul binario in oggetto (Figura 5.2).

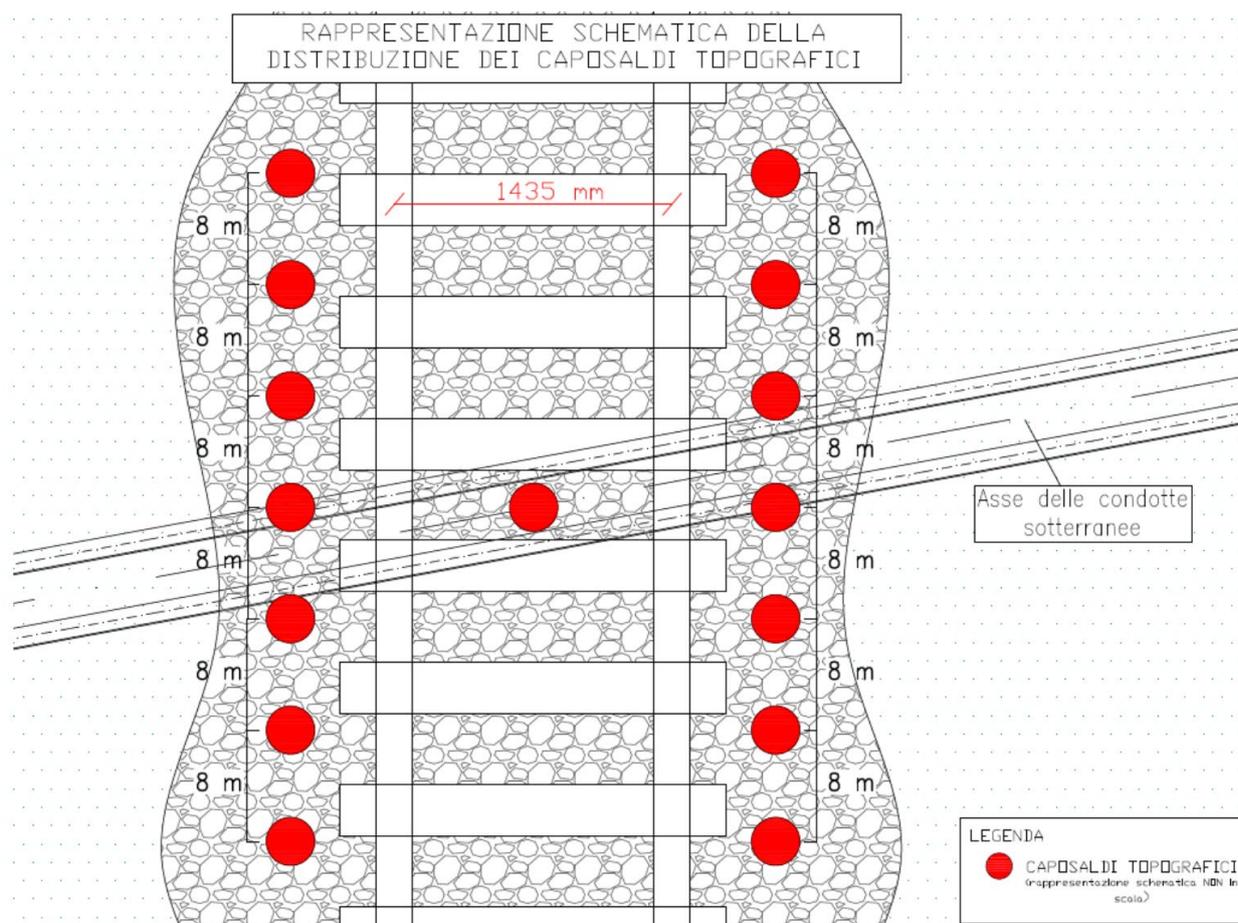


Figura 5.2 Punto dell'attraversamento della ferrovia RM-PE da parte delle condotte in progetto. Rappresentazione schematica della distribuzione dei caposaldi topografici per il controllo della ferrovia Roma-Pescara

Si rimanda per maggiori dettagli all'Elaborato Grafico "M02_A258PE_MGS_01_2-Monitoraggio in corrispondenza della tratta ferroviaria Roma-Pescara (km 40+300 circa -Tivoli)" e "M23_A258PE_MGS_22_0_ Dettagli dell'attraversamento della ferrovia Roma-Pescara (km 40+310 circa - Tivoli)".

5.2 Sistema distribuzione dati (SDD)

La necessità di un sistema di monitoraggio, in grado di tenere sotto controllo gli effetti dell'avanzamento dei lavori in un intorno significativo dell'opera, comporta la realizzazione di un sistema complesso, proporzionale alla complessità dell'opera da realizzare e si traduce in grandi moli di dati da archiviare, valutare ed interpretare.

In quest'ottica, un valido supporto alle decisioni è rappresentato dai Sistemi Informativi, ovvero sistemi in grado di gestire ed elaborare grandi quantità di dati e da essi produrre informazione, che possa essere utilizzata a scopo di pianificazione. Nello specifico, risultano particolarmente indicati i Sistemi Informativi Geografici (abbreviati in GIS), che sono speciali sistemi informativi adatti alla manipolazione e visualizzazione di dati spazialmente distribuiti, riferiti ad elementi (territoriali), attività, eventi o valori. L'insieme di questi dati viene tradizionalmente riferito alla superficie terrestre e quindi ad uno spazio bidimensionale caratterizzato da una coppia di coordinate. Nel caso del monitoraggio di un'opera come quella in oggetto, che si svolge sia in sotterraneo, sia in superficie, ma anche nel tempo, lo spazio che viene coinvolto intorno ad essa è a quattro dimensioni, poiché, oltre alle tre dello spazio cartesiano, risulta necessario considerare anche la dimensione tempo.

La piattaforma web di gestione del monitoraggio geotecnico-strutturale messa a punto per il progetto esecutivo delle opere in oggetto (rif. Elaborato A258PE_MGS_18_1), ha lo scopo di archiviare, rendere consultabili ed elaborabili i dati del progetto e quelli derivanti dal monitoraggio durante le diverse fasi realizzative dell'Opera, confrontarli fra di loro e con tutti gli altri dati derivanti da ulteriori indagini, dati relativi al territorio e alle opere dell'uomo che in un intorno significativo dall'opera in oggetto possono essere da quest'ultima influenzati, fornendo così un supporto alle decisioni in tempo reale.

Nel caso in esame, il sistema informativo di supporto al monitoraggio di opere di ingegneria civile proposto sarà consultabile:

- al momento desiderato e con la frequenza desiderata,
- da tipologie di utenti diversi con modalità diverse; – da luoghi diversi e da device differenti (computer, palmare, smartphone). Inoltre, data la differenziazione notevole di utenti che possono accedere al sistema, l'interfaccia GIS-Utente è stata realizzata per essere il più possibile amichevole.
- La piattaforma per la gestione dei dati di monitoraggio prevista è del tipo web- based. Sviluppata con tecnologia tipo PHP o equivalente, prevede la presenza di un sistema di archiviazione dati su database SQL o equivalente, garantendo la totale sicurezza dei dati.

La piattaforma web di gestione ha pertanto le seguenti funzionalità:

- Consente l'accesso alle informazioni solamente agli utenti autorizzati
- Archivia e visualizzare tutti i documenti
- Archivia e visualizzare le principali tavole di progetto
- Visualizza gli elaborati relativi al monitoraggio
- Raggruppa gli elaborati secondo una struttura logica.

6 Prescrizioni derivanti dalla lettera rif. UA 26/7/2022 RFI-NEMI.DOITRM\A0011\P\2 di RFI e dal DM 4/4/2014

RFI ha espresso parere favorevole sulla fattibilità delle opere in progetto, con le seguenti prescrizioni:

- I lavori di trivellazione e spinta dovranno essere inderogabilmente eseguiti in intervalli liberi dalla circolazione dei treni, previo nulla osta del personale RFI preposto;
- Al termine di ogni fase di spinta e prima della ripresa della circolazione dei treni dovrà essere verificata la corretta geometria del binario.

Dovrà essere cura dell'Appaltatore operare nel corso della costruzione in stretto contatto con RFI per ottemperare le suddette prescrizioni.

Questa relazione viene condivisa con RFI per il coordinamento con il cantiere e per definire le modalità di scambio delle informazioni relativamente agli intervalli liberi dalla circolazione dei treni e per il nulla osta a seguito della verifica della corretta geometria del binario da parte di RFI.

Inoltre, il DM 4/4/2014 stabilisce, all'Art. 4 dell'Allegato A (in colore rosso sono riportate le caratteristiche dell'opera in ottemperanza alle richieste del DM)

4 - Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di ferrovie con condotte convoglianti acque sotto pressione. *E' il caso in oggetto*

4.1 - Attraversamenti. Gli attraversamenti si distinguono in:

interrati (4.1.1.); *E' il caso in oggetto*

superiori (4.1.2.);

inferiori (4.1.3.).

4.1.1 - Attraversamenti interrati. Sono quelli realizzati con le condotte interrate al disotto dei binari.

4.1.1.1 - Il tracciato della condotta in attraversamento deve essere per quanto possibile rettilineo e normale all'asse del binario. Quando la condotta è posata lungo una strada che interseca la sede ferroviaria con un passaggio a livello, è consentito che il tracciato della condotta formi con l'asse del binario lo stesso angolo che è determinato dall'asse della strada. *La condotta forma un angolo di 56 gradi con l'asse del binario*

4.1.1.2 - In prossimità di opere d'arte e di impianti tecnologici (sostegni trazione elettrica, antenne radio, ecc.), l'attraversamento deve essere realizzato in modo tale da non interessare le strutture delle opere d'arte e degli impianti stessi consentendone allo stesso modo l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento. In ogni caso l'attraversamento deve risultare a distanza, dal filo esterno della struttura più vicina, non minore dell'altezza del piano del ferro sul piano di fondazione dell'opera d'arte, con un massimo di 10 m. Nei confronti degli imbocchi delle gallerie va rispettata la distanza di 10 m. *Nessuna delle suddette situazioni è presente nel caso in oggetto*

4.1.1.3 - Le condotte di acciaio o di altro materiale anche non metallico (escluse le condotte in cemento armato di diametro interno eguale o maggiore di 0,8 m) debbono essere contenute entro un tubo di maggiore diametro (tubo di protezione) avente le caratteristiche riportate al paragrafo 4.4 ed una pendenza non inferiore a due per mille in direzione del pozzetto di valle o a quota bassa. *La condotta è in acciaio ed è contenuta in un tubo fodera in c.a.*

4.1.1.4 - La condotta attraversante deve essere interrata per una estesa corrispondente alla distanza tra le due rotaie estreme più 3m al di là di entrambe - a una profondità tale che l'altezza del terreno

sovrastante il tubo di protezione risulti di 1,20 m e che il punto più alto del tubo stesso si trovi a 2 m al disotto del piano di ferro (della rotaia più bassa se vi è sopraelevazione del binario). Se nella detta estesa ricadono cunette, la profondità di interrimento rispetto al fondo di essa deve risultare di 0,8 m. Oltre detta estesa e fino a 20 m dalle rotaie estreme la profondità di interrimento non deve essere minore di 0,8 m. Va inoltre rispettata una profondità di 0,3 m rispetto alle condotte d'acqua e ai cavi interrati di pertinenza delle ferrovie. **La condotta nel sottoattraversamento si trova a una profondità di 20 m rispettando le richieste**

4.1.1.5 - Non è ammesso l'attraversamento di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse. Non è ammesso altresì l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 20 m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi delle stazioni, delle fermate e degli scali merci. Negli altri casi non contemplati, non è ammesso l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 30 m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi. **Non sono presenti strutture come quelle in elenco**

4.1.2 - Attraversamenti superiori. Si distinguono in attraversamenti mediante struttura portante propria ed attraversamenti su altri manufatti (esistenti o da costruire per usi promiscui vari). **Non è il caso in esame**

4.1.2.1 - Gli attraversamenti superiori con struttura portante propria debbono essere progettati e realizzati con un passaggio pedonale che consenta la ispezione della tubazione (o delle tubazioni) la cui disposizione deve essere tale da renderne anche agevole la manutenzione. **Non è il caso in esame**

4.1.2.2 - Il tracciato dell'attraversamento superiore deve essere rettilineo e per quanto possibile normale all'asse del binario. Quando la condotta è posata lungo una strada che interseca la ferrovia con un'opera d'arte esistente o che sorpassa la stessa linea al disopra di una galleria, è consentito che il tracciato della condotta formi con l'asse del binario o della galleria lo stesso angolo che è determinato all'asse della strada. **Non è il caso in esame**

4.1.2.3 - Non è ammesso l'attraversamento superiore di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse. **Non è il caso in esame**

4.1.2.4 - In prossimità di opere d'arte deve essere rispettata una distanza tale da non interessare le strutture delle opere d'arte stesse e consentire l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento delle medesime. Nei confronti degli imbocchi delle gallerie e dei pozzi di aerazione va rispettata la distanza di 10m. **Non sono presenti opere d'arte**

4.1.2.5 - Nei casi di condotte con struttura portante propria, quest'ultima deve assicurare una altezza libera sul piano del ferro di almeno: a: 7,2m per le ferrovie elettrificate a 25 kV C.A.; b: 7,0m per tutte le altre ferrovie. In ogni caso dovrà essere rispettato il franco elettrico minimo indicato nella CEI EN 50119. **Non è il caso in esame**

4.1.2.6 - La condotta deve essere contenuta nel tubo di protezione di cui al successivo paragrafo 4.4 e dovrà avere una pendenza non inferiore al due per mille verso il pozzetto di valle o a quota bassa. È consentita la omissione del tubo di protezione, nel caso di struttura portante propria realizzata in muratura od in cemento armato, in cui l'alloggiamento della condotta assuma la configurazione di un canale. Le dimensioni dell'alloggiamento della condotta stessa dovranno essere tali da consentire oltre alla agevole manutenzione della condotta, anche lo smaltimento dell'intero volume di acqua. Si dovrà evitare nel modo più assoluto che infiltrazioni o perdite possano raggiungere la sottostante sede ferroviaria. **Le caratteristiche della condotta in progetto rispettano queste richieste**

4.1.2.7 - Gli attraversamenti superiori con appoggio su altri manufatti (esistenti o da costruire per usi promiscui vari) debbono essere realizzati introducendo la condotta nel tubo di protezione di cui al paragrafo 4.4. Tale tubo di protezione può essere incorporato nel sottofondo stradale con opportuno rinfiacco di malta di cemento; oppure può essere lasciato in vista, ma sempre all'interno delle spallette o balaustre del manufatto. È consentita la omissione del tubo di protezione quando sia possibile alloggiare

la condotta in cunicolo stagno e ispezionabile appositamente predisposto e ricavato sotto il piano di calpestio del manufatto. È altresì consentita la omissione del tubo di protezione anche quando la condotta sia lasciata in vista, sempre però, all'interno delle spallette o balaustre che dovranno essere continue e stagne nei confronti della ferrovia sottostante, facendo assumere al manufatto stesso la forma del canale di cui si è detto nel precedente punto. Non sono ammessi attraversamenti superiori con tubi di protezione appoggiati o sospesi a mensole murate all'esterno dei manufatti. **Non è il caso in esame**

4.1.2.8 - Gli attraversamenti da realizzare al disopra delle gallerie, con le condotte posate sul piano di campagna, sospese o interrate, vengono considerati attraversamenti superiori di tipo particolare, per i quali valgono le seguenti norme. **Non è il caso in esame**

4.1.2.9 - Negli attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, quando lo spessore del terreno esistente tra il piano di posa della condotta e l'estradosso del rivestimento della galleria è inferiore a 5m deve essere previsto il tubo di protezione di cui al paragrafo 4.4. Detto tubo deve estendersi da ambo i lati della galleria di almeno 10 m a partire dall'intradosso dei piedritti. Per le condotte in cemento armato di diametro rilevante (800 mm o più) il tubo di protezione non è richiesto. **Non è il caso in esame**

4.1.2.10 - Attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, con condotte in tubi di protezione posti a quota inferiore a 3m sopra l'estradosso del rivestimento delle gallerie stesse, possono essere ammessi previa verifica della stabilità del manufatto sottostante in relazione al nuovo carico e alle caratteristiche del manufatto stesso nonché previa esecuzione delle eventuali opere atte a garantirne la stabilità. **Non è il caso in esame**

4.1.3 - Attraversamenti inferiori. Gli attraversamenti inferiori, cioè quelli realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti, sono ammessi soltanto se compatibili con la funzione del manufatto. Si ammette che la condotta (o il fascio di condotte) sia interrata o posata fuori terra. **Non è il caso in esame**

4.1.3.1 - Se la condotta (o il fascio di condotte), è interrata sotto il piano di campagna o sotto il manto di una strada è sempre necessario il tubo di protezione come indicato nel punto 4.1.1.3 per le condotte di acciaio o di altro materiale anche non metallico (comprese quelle in cemento armato di diametro interno minore di 0,8 m) . Detto tubo di protezione deve avere pendenza non inferiore al due per mille in direzione del pozzetto di valle o a quota bassa. È ammessa la omissione del tubo di protezione quando la condotta (o fascio di condotte) è posata nell'alveo dei fiumi. La omissione del tubo di protezione è altresì ammessa per le condotte di cemento armato aventi diametro interno di 0,8 m o maggiore. Le condotte posate sotto il manto di una strada dovranno essere verificate ai carichi stradali. **La condotta in progetto presenta tutte le caratteristiche richieste**

4.1.3.2 - Se la condotta (o il fascio di condotte) è posata allo scoperto su appositi sostegni indipendenti dalle strutture del manufatto sotto il quale si realizza l'attraversamento, è ammessa la omissione del tubo di protezione. **Non è il caso in esame**

4.1.3.3 - Di norma la condotta (o il fascio di condotte) dovrà essere posata preferibilmente in corrispondenza della mezzeria della luce libera dell'opera d'arte. Può essere collocata in diversa posizione purché non venga limitata la agevole esecuzione di lavori di manutenzione o di consolidamento dell'opera d'arte. A tale scopo va rispettata la distanza pari ad un diametro della condotta o del tubo di protezione, ove presente, dal filo più vicino del manufatto e delle sue fondazioni, se trattasi di condotte di diametro interno uguale o superiore a 400mm; le condotte di diametro inferiore a tale valore possono essere posate in qualunque altra posizione, mai però al di sopra della risega più esterna delle fondazioni del manufatto. **Non è il caso in esame**

4.1.3.4 - Non è ammesso spingere gli scavi per la posa di condotte al di sotto dei piani di posa delle fondazioni delle opere d'arte. Se l'opera d'arte è fondata su platea, la condotta (o il fascio di condotte) va posata al di sopra di tale platea, sempre che tale soluzione sia compatibile con la funzione del manufatto e con l'equilibrio statico dell'intera opera d'arte. **Non è il caso in esame**

4.1.4 - *Attraversamenti in cunicolo. Gli attraversamenti da realizzare posando la condotta o le condotte nell'interno di un cunicolo appositamente costruito, vengono considerati attraversamenti inferiori di tipo particolare, per i quali valgono le seguenti norme. L'asse del cunicolo deve essere rettilineo e normale all'asse del binario. Quando ciò non sia possibile è consentito che l'asse del cunicolo formi con l'asse del binario un angolo non minore di 45°. **Non è il caso in esame***

4.1.4.1 - *In prossimità di opere d'arte deve essere rispettata una distanza tale da non interessare le strutture delle opere d'arte stesse e consentire l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento. A tal fine va rispettata una distanza dal filo più esterno dell'opera d'arte esistente e delle sue fondazioni, pari all'altezza del piano del ferro sul piano di posa delle fondazioni stesse, con un massimo di 10m. In prossimità degli imbocchi delle gallerie va rispettata una distanza di 10m. **Non è il caso in esame***

4.1.4.2 - *L'estradosso della copertura del cunicolo deve trovarsi almeno 1m al disotto del piano del ferro. **Non è il caso in esame***

4.1.4.3 - *La sezione interna del cunicolo deve avere dimensioni tali da consentire la agevole manutenzione e sostituzione delle condotte. **Non è il caso in esame***

4.1.4.4 - *La pendenza del piano di calpestio interno del cunicolo deve essere non minore del due per mille verso il pozzetto di ispezione più basso. **Non è il caso in esame***

4.2 – *Parallelismi. **Non è il caso in esame***

4.2.1 - *Le condotte devono essere posate parallelamente al binario, ad una distanza tale da non costituire pregiudizio alla sede ed alle opere ferroviarie; tale distanza, non dovrà essere inferiore a 10m dalla più vicina rotaia e dovrà essere misurata ortogonalmente all'asse del binario. Contemporaneamente dovrà essere rispettata la distanza di 3m dal piede del rilevato o 5m dal ciglio della trincea, anche se ciò comporta un aumento della sopracitata distanza di 10m. In ogni caso la distanza tra la generatrice esterna della condotta e il piede del rilevato, o il ciglio della trincea, non deve essere inferiore alla profondità del piano di posa della condotta stessa, rispetto al piano di campagna. Le distanze suddette possono essere ridotte fino a 6m dalla più vicina rotaia e a 2m dal piede del rilevato o dal ciglio della trincea, qualora la condotta sia contenuta in un tubo di protezione che dovrà terminare in pozzetti praticabili realizzati conformemente al punto 4.4.8. In ogni caso, in prossimità di opere d'arte e di impianti tecnologici (sostegni trazione elettrica, antenne radio ecc.), le condotte in parallelismo dovranno essere posate in modo tale da non interessare le strutture delle opere e degli impianti stessi e consentire la eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento delle medesime.*

4.3 - *Caratteristiche tecniche e sistema di prova delle condotte in opera.*

4.3.1 - *Le condotte possono essere di acciaio o di qualunque altro materiale (metallico, plastico o di cemento armato, di vetroresina, ecc.). **La condotta è di acciaio***

4.3.2 - *Se le condotte sono di acciaio, gli elementi tubolari debbono essere calcolati come riportato al punto seguente.*

4.3.3 - *Gli spessori delle tubazioni di acciaio interessanti l'attraversamento o il parallelismo debbono essere calcolati con la formula: $s = (200 \times S/Ks + pDe) : (200 \times S/Ks + 2p)$ nella quale: s = spessore del tubo in millimetri; S = carico di snervamento minimo dell'acciaio impiegato espresso in daN/mm²; Ks = coefficiente di sicurezza minimo, pari a 2, rispetto al carico di snervamento; p = pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo di ariete, espressa in daN/cm²; De = diametro esterno della condotta espresso in millimetri*

Nel caso in esame: $S=35,5 \text{ daN/mm}^2$

$Ks=2$

$$P=6,8 \text{ daN/cm}^2$$

$$De=1600\text{mm}$$

Il calcolo fornisce un valore di $s=4,05 \text{ mm}$.

La condotta in progetto ha uno spessore di 15 mm e quindi soddisfa la condizione

4.3.4 - Gli spessori delle condotte di acciaio debbono corrispondere od essere immediatamente superiori a quelli desunti dal calcolo con la formula sopra riportata. *La condizione è soddisfatta*

4.3.5 - Gli spessori delle condotte di ghisa vanno scelti in relazione al diametro della condotta ed al valore della pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo d'ariete, moltiplicato per 1,5. In ogni caso però lo spessore minimo della condotta non deve essere inferiore a 5mm. *Non è il caso in esame*

4.3.6 - Gli spessori delle condotte in plastica o in altro materiale non metallico vanno scelti in relazione al diametro delle condotte ed al valore della pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo d'ariete, moltiplicato per 1,5. *Non è il caso in esame*

4.3.7 - Lo spessore della parete e l'entità dell'armatura metallica delle condotte in cemento armato vanno calcolati ricavando lo sforzo di trazione N (in daN) dalla formula: $N = p \times Di/2$ in cui: p = pressione massima di prova in daN/cm²; Di = diametro interno in centimetri e tenendo conto altresì che gli sforzi di trazione debbono essere tutti assorbiti dall'armatura in acciaio la cui tensione non deve superare il limite di 1000daN/cm². *Non è il caso in esame*

4.3.8 - Le condotte metalliche debbono essere trattate esternamente in modo uniforme e continuo con vernici, con bendaggi o altri rivestimenti protettivi che ne garantiscano la buona conservazione. *La condotta è in acciaio rivestita con rivestimento*

4.3.9 - Il tratto di condotta deve essere sottoposto ad una prova di tenuta idraulica in opera con una pressione pari a 1,5 volte il valore della pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo di ariete. La pressione minima di prova idraulica non deve in nessun caso essere inferiore a 5 daN/cm². La prova di pressione può essere omessa per gli attraversamenti inferiori in corrispondenza di corsi d'acqua e di canali quando la luce libera dell'opera d'arte è tale da poter smaltire oltre le acque del fiume o canale in regime di massima piena, anche l'intera portata dell'acquedotto. *Una volta terminata la condotta verrà sottoposta a una prova come da richiesta*

4.3.10. - La pressione di prova idraulica da controllare con manometro registratore (per tutte le condotte aventi diametro maggiore di 25mm) deve mantenersi costante per due ore dopo raggiunta la stabilizzazione del sistema. Il risultato della prova deve essere verbalizzato. *Una volta terminata la condotta, le verifiche terranno conto di tali indicazioni e verranno verbalizzate*

4.4. - Tubo di protezione.

4.4.1 - Il tubo di protezione deve essere di spessore adeguato alle sollecitazioni esterne ed interne da sopportare. Nei tubi di acciaio tale spessore, indipendentemente dai risultati dei calcoli di cui appresso, non può essere inferiore a 4mm. *La condotta è inserita in un tubo fodera di c.a. di 20 cm di spessore*

4.4.2 - Per il calcolo degli spessori dei tubi di acciaio e la verifica dei tubi di cemento armato, si dovrà tener conto delle diverse sollecitazioni di seguito elencate: A) Peso proprio della tubazione. B) Carico ripartito superiore, corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sul binario opportunamente combinati. Tale carico mobile è valutato pari a: $[15000 : (2.6 + 1.5 H)] \text{ daN/m}^2$ - per ferrovie a semplice binario ed a: $[15000 : (3,08 + 0.8 H)] \text{ daN/m}^2$ - per ferrovie a doppio binario dove H è la distanza minima tra il piano di posa del ballast e la generatrice superiore del tubo di protezione. Per le linee ove circolano carichi inferiori a 12 t per asse le suddette valutazioni possono essere ridotte in

proporzione al carico effettivo, ammesso a circolare sulla linea. C) Carico ripartito laterale, corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra + sovraccarico). D) Carico triangolare laterale, corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta. E) Reazione radiale costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali opportunamente combinati, agente sulla tubazione. Per i tubi di protezione in acciaio la sollecitazione massima cui risulta sottoposto il materiale, nella verifica delle tensioni di esercizio, non deve essere superiore alla metà del carico di snervamento minimo del materiale. Per i tubi di cemento armato, la sollecitazione massima delle armature, nella verifica delle tensioni di esercizio, non deve superare il valore di 1000 daN/cm². Per i tubi di protezione in polietilene il calcolo dovrà essere condotto facendo riferimento ai codici di buona pratica, di cui al Regolamento(CE) n. 352/2009. Per i carichi verticali si applicherà quanto sopra riportato alle lettere A) e B). Le altre azioni dovranno essere determinate tramite un appropriato studio di interazione tubazione/terreno, che tenga conto della deformabilità delle tubazioni e delle caratteristiche di rigidità del terreno stesso. In generale, per i tubi in polietilene, dovranno essere condotte le seguenti verifiche: 1) calcolo e verifica della inflessione diametrale a lungo termine; 2) calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione massima di flessione risultante dall'inflessione del tubo; 3) calcolo e verifica del carico critico di collasso associato all'instabilità all'equilibrio elastico. **Nel caso in esame la tubazione è in cemento armato. I calcoli dello spessore del tubo di rivestimento sono riportati nel capitolo 9.9 della relazione di progetto A258PE_MIC_00_3-Microtunnelling. Relazione tecnica e di calcolo**

4.4.3 - Il diametro del tubo di protezione deve essere tale da assicurare lo smaltimento della intera portata della condotta. **Il diametro del tubo ha spessore idoneo allo smaltimento della portata della condotta**

4.4.4 - Il tubo di protezione, qualora realizzato in acciaio, deve essere protetto esternamente con vernici, bendaggi o altri rivestimenti protettivi. **Non è il caso in oggetto**

4.4.5 - La condotta portante deve essere posata nell'interno del tubo di protezione con distanziatori di materiale isolante non deteriorabile. I distanziatori non devono occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine, dovranno essere in numero tale da garantire che i due tubi non vengano in nessun caso a contatto e dovranno essere posti in modo da consentire il libero deflusso delle acque. **I distanziatori di progetto tengono conto di queste richieste che soddisfano ampiamente**

4.4.6 – Negli attraversamenti interrati e inferiori il tubo di protezione deve essere posato con pendenza uniforme non inferiore al due per mille in direzione del pozzetto di ispezione di valle. Negli attraversamenti superiori il tubo di protezione deve essere posato con una pendenza non inferiore al due per mille in direzione del pozzetto di ispezione di valle. In ogni caso il tubo di protezione dovrà terminare, da ciascun lato dei binari esterni, ad una distanza minima di 10 m a partire dalla più vicina rotaia. Contemporaneamente dovrà essere rispettata la distanza minima di 3 m dal piede del rilevato o 5m dal ciglio delle trincee, anche se ciò comporta un aumento della sopra indicata distanza minima di 10m. Le predette distanze debbono intendersi misurate sulla ortogonale all'asse del binario. **La pendenza del tubo di protezione ha pendenza uniforme superiore al due per mille**

4.4.7 - La lunghezza del tubo di protezione può essere ridotta in corrispondenza degli stabilimenti industriali e dei porti, in relazione alla ubicazione dei fabbricati. In tali casi il tubo deve estendersi fino a 2,5m dalla più vicina rotaia. **Non è il caso in esame**

4.4.8 - Le estremità del tubo di protezione debbono terminare in pozzetti praticabili e aventi lo scopo di consentire l'ispezione della intercapedine libera fra la condotta ed il tubo di protezione, di raccogliere e smaltire lontano dalla sede ferroviaria le eventuali perdite, dovute ad avaria o rottura della condotta. Il bordo più vicino di tali pozzetti deve essere posto ad una distanza non inferiore a 10m a partire dalla più

vicina rotaia misurata in ortogonale al binario. Lo smaltimento dovrà essere realizzato, mediante scarichi di fondo e/o luci di sfioro alla sommità dei pozzetti, che dovranno essere adeguatamente dimensionati in relazione alla portata di rottura della condotta ed opportunamente protetti con grate. Detti scarichi dovranno inoltre essere collegati ad idonei ricettori finali ubicati nelle vicinanze. Le chiusure dei pozzetti anzidetti e le luci di sfioro debbono essere sollevati dal piano di campagna in modo tale che sia impedita la penetrazione di acque meteoriche o di altre sostanze. **Le estremità del tubo di protezione terminano all'interno di pozzi di grandi dimensioni che soddisfano ampiamente le richieste.**

Infine, ultimati gli impianti previsti nella convenzione che disciplina l'attraversamento o il parallelismo oggetto delle presenti norme, si dovrà procedere:

- 1) ad effettuare tutte le prove e verifiche in contraddittorio tra le parti per accertare la rispondenza fra progetto approvato ed esecuzione degli impianti;
- 2) a redigere apposito «Verbale di regolare esecuzione» che dovrà essere formato da funzionari responsabili delle due parti. Tale documento da redigersi in duplice copia, per uso delle parti, autorizza il richiedente a mettere in servizio la condotta con l'attraversamento od il parallelismo della ferrovia;
- 3) a redigere verbale di constatazione con espressa diffida al soggetto richiedente l'attraversamento, dal mettere in servizio l'impianto qualora l'attraversamento od il parallelismo non dovessero corrispondere a quanto previsto in progetto, discostandosene in modo da non rispettare sia pure in minima parte le presenti norme;
- 4) negli attraversamenti o parallelismi di cui è prevista la protezione catodica, trascorsi centottanta giorni dalla data di emissione del «Verbale di regolare esecuzione» di cui al precedente punto 2, alla redazione in contraddittorio, a firma di funzionari responsabili delle parti, in duplice copia, di un altro verbale dal quale deve risultare che l'impianto di protezione catodica è funzionante, ben dimensionato e che la condotta ed il relativo tubo di protezione, in relazione alle caratteristiche dell'elettrodo utilizzato, sono mantenuti ad un potenziale tale da garantire una protezione equivalente a quella garantita da un valore di almeno 0,85 Volt negativi con l'utilizzo di elettrodo Cu-CuSO₄. Il rilievo del potenziale di protezione catodica deve essere effettuato in conformità delle norme vigenti ed in particolare secondo la norma UNI 11094. I valori di potenziale più positivi di quello di riferimento (-0.85V per elettrodo Cu-CuSO₄) devono essere conteggiati nella loro durata determinando il tempo complessivo in cui tali fenomeni si sono manifestati nell'arco delle 24 ore. La misura del potenziale registrata è considerata conforme se nelle 24 ore il tempo totale di permanenza di questi valori è uguale o minore a 3600 secondi purché non continuativi. La mancata emissione di tale verbale farà decadere dal diritto ad esercitare l'attraversamento od il parallelismo.
- 5) alla verifica, da parte dell'Esercente entro la fine di ogni anno successivo a quello nel quale è stato attivato l'impianto, del buon funzionamento dell'intero impianto, ivi comprese le apparecchiature di intercettazione manuale o motorizzate e tutte le altre apparecchiature di controllo allarme e sicurezza ubicate lungo la condotta e presso le stazioni di pompaggio e di ricevimento; del regolare funzionamento di quello di protezione catodica che, se necessario, dovrà essere adeguato. L'apposito verbale dovrà essere redatto in doppia copia, una da conservarsi presso la sede legale dell'Esercente l'impianto e l'altra da inviarsi con raccomandata con ricevuta di ritorno, entro sessanta giorni dalla data della verifica, all'indirizzo indicato nella convenzione che regola i rapporti tra le parti contraenti. Il verbale non deve essere inviato quando la sede ferroviaria in cui insiste l'attraversamento o il parallelismo sia stata dismessa o nel caso di dismissione della condotta. Resta inteso che sarà cura dell'Ente gestore delle condotte interrate porre in essere tutti gli accorgimenti necessari, previsti dalle leggi/norme vigenti, a propria cura e spese qualora venga ripristinato l'esercizio ferroviario.

6) ad un'assunzione di responsabilità civile e penale da parte dell'Esercente dell'impianto nei confronti del Gestore dell'Infrastruttura di trasporto e nei confronti dei terzi in generale.

Qualora la gestione dell'impianto in attraversamento o parallelismo non sia regolata da una convenzione, i soprariportati adempimenti tecnici dovranno comunque essere espletati e degli stessi dovrà essere tenuta una idonea registrazione

Pertanto, una volta ultimati i lavori si dovrà procedere, in contraddittorio con RFI, all'ottemperanza dei punti da 1) a 6).