



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.

**aceq**  
**acqua**  
 ACEA ATO 2 SPA

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

**aceq**  
**Ingegneria e servizi**

Member of CISO Federation  
 RINA  
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM  
 ISO 9001-ISO 14001  
 ISO 45001

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**  
 Ing. PhD Alessia Delle Site

**SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**  
 Dott. Avv. Vittorio Gennari  
 Sig.ra Claudia Iacobelli  
 Ing. Barnaba Paglia

**CONSULENTE**  
 Ing. Biagio Eramo

ELABORATO  
**A250PDS R018 3**

**COD. ATO2 AAM10118**

DATA **OTTOBRE 2022** SCALA

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

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	03/22	AGGIORNAMENTO ELABORATI CSLPP	
2	05/22	INTEGRAZIONI CDS	
3	10/22	AGGIORNAMENTO ELABORATI MITE E CSLPP	
4			
5			
6			

**Sottoprogetto**  
**NUOVO ACQUEDOTTO MARCIO – I LOTTO**  
**DAL MANUFATTO ORIGINE AL SIFONE CERASO**  
 (con il finanziamento dell'Unione europea – Next Generation EU)  
 .logo-eu-en.jpg

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

**TEAM DI PROGETTAZIONE**

**CAPO PROGETTO**  
 Ing. Angelo Marchetti

**IDRAULICA**  
 Ing. Eugenio Benedini

**GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA**  
 Geol. Stefano Tosti

**GEOTECNICA E STRUTTURE**  
 Ing. Angelo Marchetti

**ASPETTI AMBIENTALI**  
 Ing. PhD Nicoletta Stracqualursi  
 Ing. Viviana Angeloro

**ATTIVITÀ TECNICHE DI SUPPORTO**  
 Geom. Stefano Francisci

**ATTIVITÀ PATRIMONIALI**  
 Geom. Fabio Pompei

**Hanno collaborato:**  
 Ing. Geol. Eliseo Paolini  
 Ing. Matteo Botticelli  
 Ing. Emiliano Alimonti  
 Ing. Francesca Giorgi  
 Ing. Roberto Biagi  
 Ing. Claudio Lorusso  
 Ing. Nunziata Venuto  
 Geol. PhD Paolo Caporossi  
 Geol. Simone Febo  
 Geol. Yousef Abu Sabha

**RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE**



Geol. Filippo Arsie  
 Geom. Mirco Firinu  
 Geom. Messito Roberto Zappalà

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>OGGETTO E SCOPO DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>6</b>
3.1	DESCRIZIONE DEI MACROTRATTI .....	7
3.2	DESCRIZIONE DEI MANUFATTI.....	8
<b>4</b>	<b>MODALITÀ E TECNOLOGIE DI SCAVO .....</b>	<b>11</b>
4.1	SCELTE DELLE MODALITÀ DI SCAVO .....	11
4.2	ATTIVITÀ DI SCAVO PER PREPARAZIONE DI AREE CANTIERE E SCAVI A CIELO APERTO.....	11
4.2.1	<i>Descrizione della tecnologia di scavo.....</i>	<i>12</i>
4.2.2	<i>Descrizione delle attrezzature e impianti di cantiere .....</i>	<i>13</i>
4.2.3	<i>Prevenzione rischio di sversamenti.....</i>	<i>13</i>
4.3	ATTIVITÀ DI SCAVO CON TECNOLOGIA MICROTUNNELLING .....	13
4.3.1	<i>Descrizione delle fasi lavorative .....</i>	<i>14</i>
4.3.2	<i>Descrizione delle attrezzature e impianti di cantiere .....</i>	<i>15</i>
4.3.3	<i>Prevenzione rischio di sversamenti.....</i>	<i>16</i>
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE AREE DI CANTIERE.....</b>	<b>18</b>
5.1	AREE DI CANTIERE PRIMA FASE FUNZIONALE.....	19
5.1.1	<i>Cantiere Manufatto di Casetta Rossa (MCR) e tratto TC1 .....</i>	<i>19</i>
5.1.2	<i>Cantiere manufatto nodo A (MNA) .....</i>	<i>22</i>
5.1.3	<i>Cantieri pozzi spinta/arrivo .....</i>	<i>24</i>
<b>6</b>	<b>ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE.....</b>	<b>27</b>
6.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE DEL CANTIERE.....	27
6.1.1	<i>Tipologia di edifici e installazioni .....</i>	<i>27</i>
6.1.2	<i>Organizzazione dell'area tecnica.....</i>	<i>28</i>
6.2	PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE .....	28
6.3	ASPETTI AMBIENTALI LEGATI ALLA CANTIERIZZAZIONE.....	30
6.4	APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO .....	38
6.5	MODALITÀ DI TRASPORTO E DEPOSITO DEI MATERIALI .....	38

6.5.1	Materiali ferrosi.....	38
6.5.2	Inerti e terre .....	39
6.5.3	Calcestruzzo.....	39
6.5.4	Tubazioni in acciaio .....	39
6.5.5	Tubi microtunneling .....	39
<b>7</b>	<b>MACCHINARI UTILIZZATI DURANTE I LAVORI .....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>FLUSSI DI TRAFFICO .....</b>	<b>42</b>
8.1	CONTRIBUTO TRAFFICO DI CANTIERE .....	42
<b>ALLEGATO 1: TABULATI CON DATI RIEPILOGATIVI DELLE SINGOLE AREE DI CANTIERE .....</b>		<b>44</b>

## **1 Premessa**

Con la presente Relazione sulla cantierizzazione vengono descritte le attività di cantiere con individuazione delle caratteristiche spaziali, funzionali e tecnologiche, e gli schemi grafici delle aree di cantiere più rilevanti.

Vengono inoltre allegate delle tabelle di riepilogo, con tutti i dati caratteristici di ogni singolo cantiere, al cui interno sono sintetizzate le valutazioni effettuate in merito alle tempistiche delle lavorazioni (come da cronoprogramma), ai volumi di scavo ed ai flussi di traffico in ingresso/uscita dal cantiere.

## 2 Oggetto e scopo dell'intervento

L'approvvigionamento idrico dell'ATO2 - Lazio Centrale Roma, gestito da Acea Ato2 S.p.A., è assicurato da un'articolata e interconnessa rete di acquedotti e da oltre 250 fonti locali come di seguito riportato, in termini di portate medie:

- sistema **Peschiera-Capore**, per una portata complessiva di 13,7 m<sup>3</sup>/s (Tronco Superiore del Peschiera 9 m<sup>3</sup>/s + Acquedotto delle Capore 4,7 m<sup>3</sup>/s), di cui circa 0,3 destinati a comuni dell'ATO3 di Rieti, che a valle del nodo di Salisano si ripartisce in due rami entrambi diretti verso la Capitale (Tronco inferiore in destra del fiume Tevere e Tronco inferiore in sinistra del fiume Tevere);
- sistema **Marcio**, con una portata prelevata di 4,2 m<sup>3</sup>/s;
- sistema **Appio-Alessandrino**, con una portata prelevata di 0,8 m<sup>3</sup>/s;
- acquedotto **Vergine**, con una portata prelevata di 0,35 m<sup>3</sup>/s;
- sistema **Simbrivio**, con una portata prelevata di 1,1 m<sup>3</sup>/s, in parte destinata a comuni dell'ATO5 di Frosinone;
- acquedotto **Doganella**, con una portata prelevata di 0,37 m<sup>3</sup>/s;
- oltre 250 fonti locali, con una portata prelevata di 3,825 m<sup>3</sup>/s;
- acquedotto di riserva di **Bracciano**, con una portata prelevabile fino a 5 m<sup>3</sup>/s, da utilizzare in caso di emergenza;
- impianto di potabilizzazione di **Grottarossa**, con potenzialità pari a 0,5 m<sup>3</sup>/s, recentemente adeguato a conseguire una qualità delle acque rispondente ai fini potabili, da utilizzare in caso di emergenza.

Il Sistema Marcio, con una portata variabile tra 2.900 l/s e 5.300 l/s, rappresenta circa il 20% dell'acqua necessaria per l'approvvigionamento idrico dell'ATO2 e circa il 25% della risorsa destinata alla Capitale e riveste pertanto un'importanza strategica.

Tra le motivazioni poste alla base del progetto del Nuovo Acquedotto Marcio figura l'importanza prioritaria dell'opera per il superamento dei rischi insiti

nell’approvvigionamento idropotabile dell’area metropolitana romana che coinvolge fasce del territorio di ATO2, più o meno ampie a seconda dei casi deficitari di portata derivanti dall’interruzione prolungata dell’esercizio di una o di entrambe le condotte dell’Acquedotto Marcio, come già rappresentato nel Quadro Esigenziale.

Tale priorità è motivata dalle considerazioni di seguito riassunte:

- il sistema Acquedottistico Marcio esistente risulta essere vetusto, in particolare il II Acquedotto, presentando dissesti strutturali locali più o meno estesi. Entrambi gli acquedotti I Marcio e II Marcio, realizzati con tecnologie ad oggi ampiamente superate, hanno da tempo esaurito la vita utile di progetto, stimata con un’analogia ai criteri di riferimento della progettazione di nuove Opere;
- l’attuale assetto del sistema Acquedottistico Marcio presenta una mancanza intrinseca di robustezza rispetto ad eventi accidentali in grado di compromettere la capacità di trasporto dell’infrastruttura o di provocare una contaminazione della risorsa trasportata;
- il sistema attuale risulta vulnerabile per quanto riguarda la qualità delle acque per le caratteristiche intrinseche delle Opere di adduzione in parte aggravatisi nel tempo con la trasformazione del contesto antropico circostante ed in particolare per lo sviluppo urbanistico dei centri abitati della valle dell’Aniene;
- il sistema, nella sua configurazione attuale, presenta difformità impiantistiche rispetto agli standard richiesti per un corretto esercizio. I luoghi di governo distribuiti lungo i 27 km di sviluppo degli acquedotti esistenti risultano essere distanti anche parecchi chilometri l’uno dall’altro e spesso difficilmente accessibili con mezzi e attrezzature. Inoltre, i dispositivi di governo delle acque, ed in particolare degli organi di sezionamento e scarico (paratoie) del flusso idrico, hanno scarsa funzionalità con conseguenti limitazioni sulle possibilità di governo degli acquedotti;
- il sistema acquedottistico ha limitata possibilità di ispezione degli acquedotti causata dalle carenze dei sezionamenti, degli scarichi e conseguente

impossibilità di monitorare lo stato di conservazione delle strutture e di programmare qualsiasi intervento manutentivo preventivo. Inoltre, stante l'importanza che il sistema riveste nell'ambito dell'approvvigionamento idrico di Roma non è possibile effettuare prolungati fuori servizio;

- la capacità di trasporto del sistema acquedottistico esistente risulta essere di 5,3 m<sup>3</sup>/s (3,2 m<sup>3</sup>/s del I Acquedotto Marcio e 2,1 m<sup>3</sup>/s del II Acquedotto Marcio), ossia inferiore di 1,9 m<sup>3</sup>/s rispetto alla concessione di 7,2 m<sup>3</sup>/s rilasciata per l'approvvigionamento idrico. Inoltre, nella configurazione attuale, non è possibile avere misure atte ad ottenere un attendibile esatto bilancio idrico del sistema.

La realizzazione del Nuovo Acquedotto Marcio riveste pertanto carattere necessario e urgente.

### 3 Descrizione delle Opere

Il tracciato di progetto è stato suddiviso in tre distinte fasi funzionali.

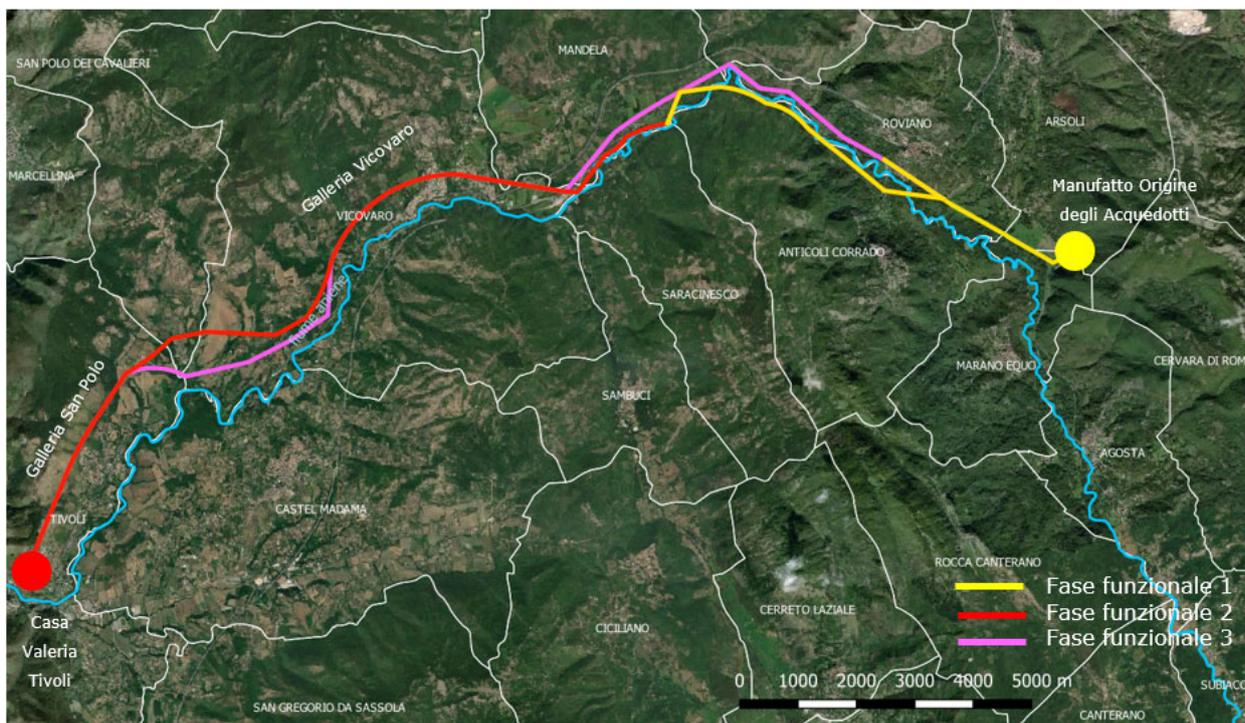


Figura 1. Fasi Funzionale del tracciato

Le opere di progetto di nuova realizzazione, facenti parte della Prima Fase Funzionale, prevedono i seguenti manufatti e macrotratti:

Nome	Descrizione
MCR	Manufatto di Casetta Rossa
MNA	Manufatto Nodo A
TR2PZ1	Tratta 2: pozzi arrivo/partenza MT
TR2PZ7	TR2: pozzo di partenza MT e manufatto interconnessione
TR4PZ1-8	Tratta 4: pozzi arrivo/partenza MT

Nome	Descrizione
TC1	Tratto comune iniziale: al Manufatto Origine degli Acquedotti a Ponte Anticoli (nodo A)
TR2M1	Tratta 2: dal nodo A al primo pozzo di spinta (TR2PZ1) – apprestamento per la prosecuzione dei lavori sulle fasi successive
TR4M1	Tratta 4: dal nodo A alla prima interconnessione (TR2PZ7 – TR4PZ7) con realizzazione del tratto TR4PZ7 – TR4PZ8 come apprestamento per la prosecuzione dei lavori sulle fasi successive

### 3.1 Descrizione dei macrotratti

Nello specifico, i macrotratti individuati nell’infrastruttura sono i seguenti:

- **TC1 da MCR a MNA:** tratto comune di lunghezza pari a circa 2323 m che dal Manufatto Origine degli Acquedotti arriva al Nodo A, posto in prossimità di Ponte Anticoli, in cui è prevista la posa in opera di due condotte DN2000 mm affiancate, posate a cielo aperto all’interno di uno scatolare 7.80 m x 4.50 m e prossime al livello di piano campagna. Il funzionamento del tratto è a pelo libero, pertanto al fine di evitare fenomeni di infiltrazione delle acque di falda nelle condotte, anche in caso di esondazione del Fiume Aniene, sarà prevista la posa di tubazioni di acciaio saldate. Lo scatolare viene realizzato sul sedime dell’esistente canale artificiale di collettamento delle acque superficiali; quest’ultimo sarà ricreato in destra idraulica delle nuove condotte secondo lo schema di seguito rappresentato:

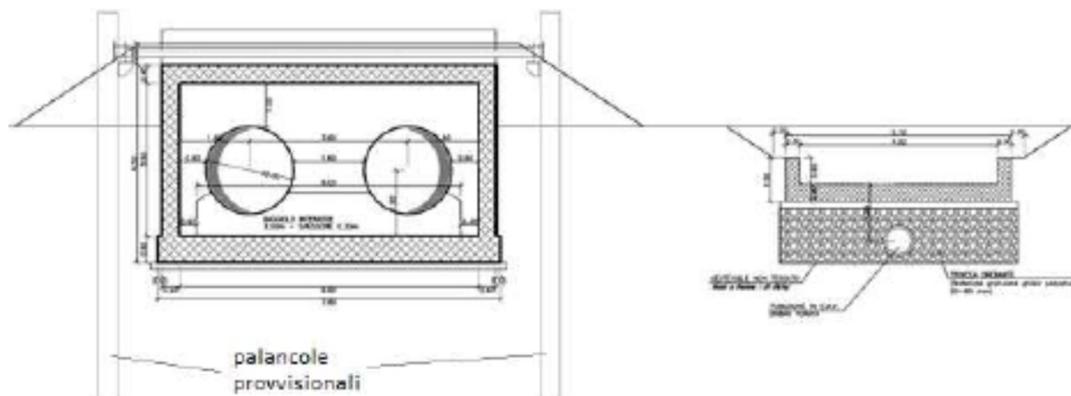


Figura 2. Schema dello scatolare

### **TRATTI CON POSA IN MICROTUNNELLING**

Lo scavo e la posa in opere delle condotte DN1800 mm in c.a.v. rivestite internamente da HDPE termosaldato dei tratti di seguito descritti avviene attraverso la tecnologia di scavo in microtunneling, previa realizzazione di pozzi di spinta e di arrivo posti a distanza variabile compresa tra 400 m e 1000 m. Il funzionamento idraulico di tali tratte è in pressione.

- **TR4M1 da MNA a TR4PZ7:** tratto in cui il tracciato TR4M1 dal nodo MNA, attraversato l'Aniene, si dispone in sinistra idrografica del fiume fino al pozzo di spinta TR4PZ7 che funge anche da manufatto di interconnessione agli acquedotti esistenti. La lunghezza del tratto TR4M1 in questione è pari a circa 5103 m.
- **TR4M1 da TR4PZ7 a TR4PZ8 E TR2M1 da MNA a TR2PZ1:** si tratta di due brevi tratti di lunghezza pari rispettivamente a 577 m e 618 m propedeutici alla realizzazione dei lotti funzionali successivi II e III.

### **3.2 Descrizione dei manufatti**

Si riporta nel seguente paragrafo un elenco dei manufatti di nuova realizzazione presenti lungo il nuovo acquedotto.

In merito ai pozzi di arrivo/partenza del microtunneling nella configurazione di esercizio, essi hanno la funzione di manufatti di ispezione. Più in particolare possono

distinguersi 3 tipologie di pozzi a seconda della funzione che assumono nel nuovo sistema acquedottistico, che sono:

- i pozzi con tubazione passante, che rappresenta la tipologia più numerosa lungo il tracciato. All'interno del manufatto la tubazione DN1800 mm di c.a.v. presenta un giunto intermateriale che consente il passaggio all'acciaio: la tubazione all'interno dell'opera è poggiata su baggioli, che hanno la funzione sia di sostegno della condotta sia di ancoraggio della stessa, qualora il pozzo sorga su di un vertice del tracciato. Analogamente in uscita sarà posto un giunto intermateriale che consentirà il passaggio alla tubazione di c.a.v.. I pozzi di spinta hanno un diametro interno di 11m, mentre i pozzi di recupero della testa fresante sono pozzi di 7.5 m di diametro interno.
- I pozzi con funzionalità di invaso, in totale pari a 2 (TR4PZ3 e TR4PZ5), nei quali è prevista una vasca di carico con ampiezza in pianta pari ad almeno 200 m<sup>2</sup> e quindi con diametro minimo di 16 m. All'interno è prevista una soglia di sfioro ortogonale al flusso oltre la quale la portata fluisce nuovamente verso la tubazione in uscita. Tale soglia separa il manufatto in due settori contigui, il primo a monte con superficie pari a 50 m<sup>2</sup> e il secondo di valle con una superficie pari a 150 m<sup>2</sup>. Il setto ortogonale all'interno del pozzo è dotato di una paratoia di fondo che permette il by-pass della soglia per le sole operazioni di vuotatura. Il ruolo di tali pozzi dotati di soglia ortogonale al flusso è quello di impedire che la linea dei carichi piezometrici possa scendere al di sotto dell'estradosso delle condotte a monte di tali nodi, scoprendole.
- Il pozzo di interconnessione TR4PZ7 lungo il tracciato TR4M1 e TR2M1, dove nelle fasi successive potrà confluire anche il tratto TR2M1. Al termine della realizzazione della presente prima fase in progetto, il manufatto avrà lo scopo di connettere la condotta TR4M1 con gli esistenti acquedotti in corrispondenza del manufatto denominato “Sifone Ceraso”. Tale collegamento avverrà mediante una vasca di disconnessione per il passaggio da pressione a superficie libera. Nel manufatto sono previsti gli apprestamenti necessari alla ripresa dei lavori nelle fasi successive.

Di seguito invece la descrizione dei nodi principali della prima fase funzionale in esame.

- **MCR Manufatto di Casetta Rossa:** nella zona delle sorgenti è prevista la realizzazione di un piccolo manufatto seminterrato a pianta quadrata, di circa 8.60 m x 8.60 m ed altezza massima dal p.c. pari a 7.40 m, in affiancamento al Manufatto origine degli Acquedotti, al fine di limitare le lavorazioni da effettuare sulla costruzione esistente.
- **MNA Manufatto Nodo A:** il Nodo A è un manufatto seminterrato a pianta rettangolare di circa 33.40 m x 17.80 m ed altezza massima dal p.c. pari a 8 m.
- **Pozzi arrivo/partenza MT: TR2PZ1 e TR4PZ1-8.**

## 4 Modalità e tecnologie di scavo

### 4.1 Scelte delle modalità di scavo

Nelle seguenti tabelle sono indicati i codici identificativi dei macrotratti in cui è stato suddiviso il tracciato (Tabella 1):

Nome	Descrizione
TC1	Tratto comune iniziale: al Manufatto Origine degli Acquedotti a Ponte Anticoli (nodo A)
TR2M1	Tratta 2: dal nodo A all'ingresso della TBM della galleria Vicovaro
TR4M1	Tratta 4: dal nodo A all'ingresso della TBM della galleria Vicovaro

Tabella 1: Codici dei macrotratti

Nella Tabella 2 sono indicate le metodologie di scavo previste per la realizzazione di ciascun macrotratto:

Nome	Modalità di scavo
TC1	Tradizionale
TR2M1	Microtunnelling
TR4M1	Microtunnelling

Tabella 2: Modalità di scavo dei macrotratti

Di seguito sono sinteticamente descritte le differenti tecnologie di scavo previste dal progetto.

### 4.2 Attività di scavo per preparazione di aree cantiere e scavi a cielo aperto

Parte delle opere di progetto saranno eseguite con scavi a cielo aperto mediante l'esclusivo ricorso a mezzi meccanici e, dunque, senza l'impegno di altre metodologie di scavo che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

Gli scavi all'aperto saranno eseguiti con le seguenti metodologie (per i dettagli delle diverse fasi di scavo e del tipo di intervento si rimanda agli elaborati di progetto relativi alla cantierizzazione):

- scavi di sbancamento eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione a sezione obbligata eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro eseguiti con mezzi meccanici (trivelle di perforazione, escavatori con benna e/o martello, pala meccanica, autocarri, autobetoniera e pompa spritz).

#### 4.2.1 Descrizione della tecnologia di scavo

Lo scavo tradizionale, anche detto scavo a cielo aperto, rappresenta un metodo di scavo flessibile che si rivela molto efficace in presenza di ammassi rocciosi instabili e mutevoli, in caso di geometrie delle sezioni di dimensioni variabili e complesse e nei casi in cui non sia tecnicamente ed economicamente conveniente realizzare lo scavo utilizzando tecnologie no dig.

Questo metodo di scavo è da sempre utilizzato per la sua economicità e flessibilità in termini di:

1. geometrie di scavo dalla forma e dimensione qualsiasi e variabili nell'ambito di pochi metri: al fine di realizzare grandi sezioni è infatti possibile parzializzare gli scavi attraverso l'utilizzo di strutture temporanee;
2. possibilità di adeguare le dimensioni dello scavo anche in funzione delle deformazioni attese;
3. estrema facilità nell'adeguare il metodo di abbattimento alle caratteristiche dell'ammasso roccioso attraversato;
4. possibilità di eseguire con relativa facilità trattamenti della massa rocciosa in avanzamento rispetto al fronte di scavo.

Tra gli scavi a cielo aperto possiamo annoverare gli scavi a sezione obbligata, anche detti a sezione ristretta o in trincea, che rappresentano quegli scavi con dimensioni vincolate in cui la lunghezza e la larghezza sono inferiori alla profondità. In genere questi tipi di scavo vengono utilizzati per la posa di tubazioni o per la realizzazione delle fondazioni.

#### 4.2.2 Descrizione delle attrezzature e impianti di cantiere

Il cantiere mobile previsto per le attività di scavo in tradizionale prevede l'impiego dei seguenti macchinari:

- Autocarri
- Escavatori
- Escavatori con martellone
- Pale meccaniche
- Pompe per acqua

#### 4.2.3 Prevenzione rischio di sversamenti

Il rischio di sversamenti di sostanze inquinanti per il cantiere tradizionale per scavo a cielo aperto necessario per la posa delle tubazioni è principalmente attribuito all'uso di carburanti e olii per il funzionamento dei mezzi di lavoro.

Per prevenire ed evitare il rischio di sversamenti in cantiere, si dovranno impiegare gli accorgimenti di seguito descritti:

##### Carburanti e olii

I carburanti e olii per il cantiere mobile andranno stoccati su un furgone e in appositi contenitori dedicati.

Per il cantiere fisso (cantiere base) i depositi dei carburanti e olii di lubrificazione devono essere posti su apposite vasche stagne protette da tettoia.

##### Lavaggio utensili di cantiere

Il lavaggio degli utensili di cantiere andrà effettuato nei cantieri base che saranno predisposti con cassoni stagni in numero adeguato e debitamente protetti da tettoia per la pioggia

### 4.3 Attività di scavo con tecnologia microtunnelling

Per la realizzazione dei due tratti distinti dell'acquedotto e del tratto comune finale è previsto il ricorso alla tecnologia del microtunnelling, mediante la posa di tubazioni DN1800.

La tecnologia del microtunnelling rientra tra le tecnologie no dig e consente di effettuare la posa di condotte riducendo al minimo, o eliminando del tutto, lo scavo a cielo aperto.

La posa avviene mediante la spinta, da un pozzo di partenza fino ad uno di arrivo, di sezioni di tubo della lunghezza variabile da 1 a 3 metri. Lo scavo viene realizzato con una MTBM, costituita da una fresa o da una trivella con testa orientabile, che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Il materiale di risulta viene portato in superficie tramite un sistema chiuso di circolazione d'acqua e bentonite mantenuto in movimento da grosse pompe.

L'orientamento della testa di perforazione è controllato tramite un segnale laser inviato dal pozzo di partenza lungo la direzione della perforazione, che incide su un rivelatore solidale con la testa fresante, la quale può essere guidata da un operatore per mezzo di un sistema di martinetti idraulici.

La tecnologia viene prevalentemente impiegata per la posa di condotte idriche e c fognarie, in generale di grandi dimensioni, e può essere utilizzata con buoni risultati su tutti i tipi di terreno.

La tecnologia descritta può eventualmente prevedere l'utilizzo di additivi e fluidificanti e l'utilizzo di bentonite.

Alla luce di quanto sopra esposto in considerazione dell'eventuale utilizzo di additivi o fluidificanti, si ipotizza di gestire il materiale escavato dalle attività sopra descritte come rifiuto.

#### **4.3.1 Descrizione delle fasi lavorative**

Le fasi lavorative per la posa di una tubazione tramite la tecnologia del microtunnelling possono essere così riassunte:

1. Preparazione dell'area di cantiere e di tutte le attrezzature necessarie;
2. Scavo dei pozzi di partenza e di arrivo;
3. Eventuali consolidamenti e impermeabilizzazioni del fronte di scavo;
4. Installazione delle attrezzature all'interno dei pozzi;

5. Realizzazione dello scavo con testa di perforazione e contestuale assemblaggio ed installazione delle tubazioni;
6. Raccolta e convogliamento dello smarino al di fuori del microtunnel;
7. Recupero della testa fresante e ripristino del sito.

#### 4.3.2 Descrizione delle attrezzature e impianti di cantiere

Le figure di seguito riportano uno schema del cantiere tipo in microtunnelling, dove è possibile vedere le principali componenti:

- testa fresante con relativi utensili di scavo (MTBM);
- pozzo di spinta e muro di spinta;
- sistema di controllo delle operazioni di scavo;
- sistema di guida del microtunneller;
- sistema di trasporto dello smarino;
- fluido lubrificante e di perforazione;
- tubi di spinta;
- impianto di trattamento del fango.

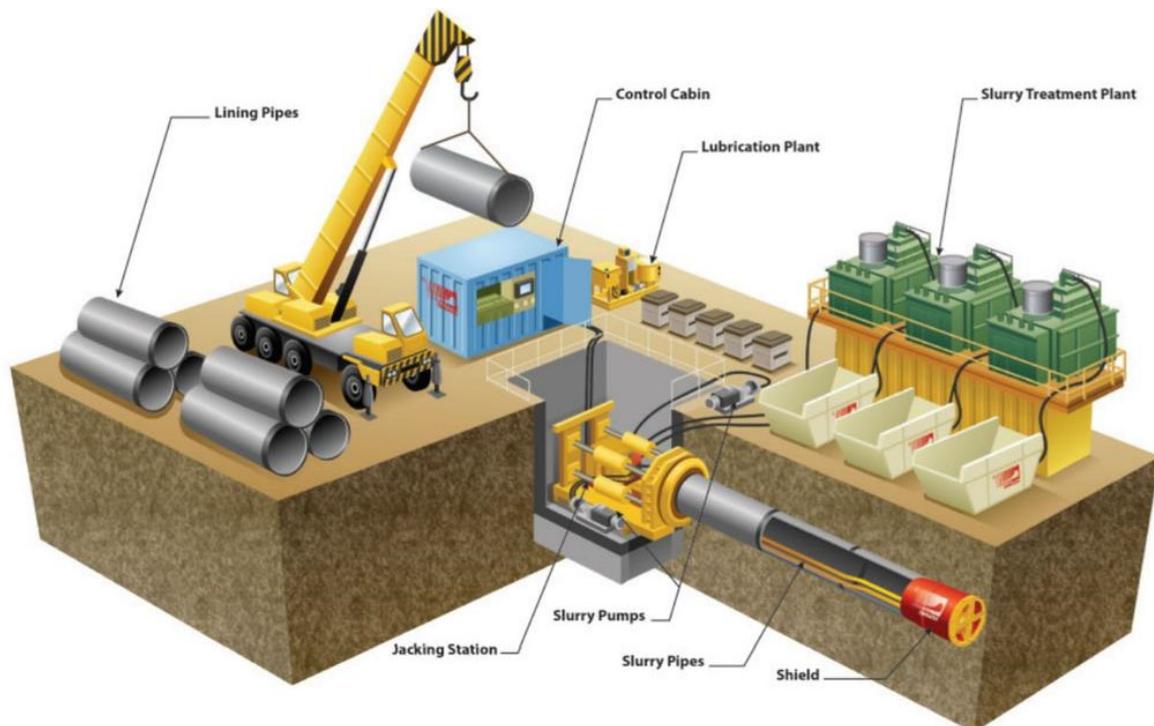


Figura 3. Layout cantiere microtunnelling



Figura 4. Rappresentazione in dettaglio dell'attività lavorativa

A questo layout di cantiere vanno aggiunti i locali prefabbricati adibiti a:

- spogliatoio;
- magazzino/officina;
- ufficio D.L.;
- servizi igienici;

#### 4.3.3 Prevenzione rischio di sversamenti

Il rischio di sversamenti di sostanze inquinanti per il cantiere del microtunnel è principalmente attribuito all'uso di liquidi impiegati per la perforazione.

Altri possibili inquinanti sono quelli riferiti agli sversamenti di carburanti, al lavaggio betoniere del calcestruzzo e al lavaggio degli utensili e attrezzature impiegate per le lavorazioni.

Per evitare il rischio di sversamenti in cantiere, si dovranno impiegare i seguenti accorgimenti:

##### Fluidi di perforazione

Si utilizzeranno fluidi di perforazione che, per la natura del contesto in cui si inseriscono le opere, dovranno essere approvati dalla DL per garantirne la compatibilità ambientale (in relazione alle analisi eseguite dalla stazione appaltante). Durante le operazioni di perforazione dovrà essere monitorata la pressione e la portata dei liquidi di perforazione, affinché non ci siano dispersioni in ambiente.

I fanghi di perforazione verranno raccolti in contenitori e vasche stagne e, per quanto possibile, riciclati per l'avanzamento delle lavorazioni.

I materiali in eccedenza, compreso lo smarino, andranno trattati con una filtropressa per ridurre la quantità di acqua che sarà riutilizzata nelle lavorazioni.

Il materiale residuo non reimpiegabile (liquidi di perforazione, materiale di smarino, acqua di risulta) andrà conferito in discarica autorizzata.

Il terreno di scavo e lo smarino solido, provenienti dall'attività del microtunneling da conferire in discarica, saranno depositati su apposite aree impermeabilizzate, dotate di sistema di raccolta e collettamento verso l'impianto di depurazione ubicato all'interno del cantiere (Area di stoccaggio dello smarino solido, area di stoccaggio del terreno di scavo). In alcune aree di cantiere, dove non è stato previsto il deposito del terreno di scavo da conferire in discarica nell'area impermeabile, è previsto invece lo stoccaggio del materiale in dei containers stagni.

#### Carburanti e olii

I depositi di carburanti e olii saranno su cassone stagno e coperti da tettoia per la pioggia.

## 5 Descrizione delle aree di cantiere

Di seguito viene fornita una descrizione dettagliata per ciascuna delle aree di cantiere previste.

L'infrastruttura lineare può considerarsi, facendo riferimento in particolare alla fase di esecuzione delle opere, come un susseguirsi di aree puntuali di cantiere.

CANTIERE	AREA [mq]
<b>PRIMA FASE FUNZIONALE</b>	
CASSETTA ROSSA (MCR) + TRATTO TC1	56.020
	118.833
NODO A (MNA) e PZ arrivo TR2M1/TR4M1	12.310
TR4Pz1 - spinta	4.529
TR2Pz1 - spinta	4.303
TR4Pz2 - arrivo	3.523
TR4Pz3 - spinta con soglia	4.953
TR4Pz4 - arrivo	2.839
TR4Pz5 - spinta con soglia	4.650
TR4Pz6 - arrivo	3.195
TR4Pz7- spinta - manufatto interconnessione	7.520
TR4Pz8 - arrivo	3.729

## 5.1 Aree di cantiere Prima Fase Funzionale

La Prima Fase Funzionale si compone di 11 differenti aree di cantiere e prevede l’esecuzione degli interventi a partire dal manufatto origine di “Casetta Rossa” fino all’interconnessione con l’acquedotto esistente TR4Pz7 e riguarda l’esecuzione del tratto di acquedotto TC1 e del tratto TR4, realizzato sia con scavo a cielo aperto che con sistemi in MTBM, comprensivo dei relativi manufatti. Nello stesso lotto sono state inserite opere per le predisposizioni future degli altri lotti in progetto che riguardano il tratto TR2 dal manufatto Nodo A fino al manufatto TR2Pz1 (collegamento al futuro terzo lotto) e il tratto TR4 dal manufatto di interconnessione TR4Pz7 fino al manufatto TR4Pz8 (collegamento al futuro secondo lotto).

Si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio allegati al progetto per la rappresentazione in pianta e sezione delle aree di cantiere.

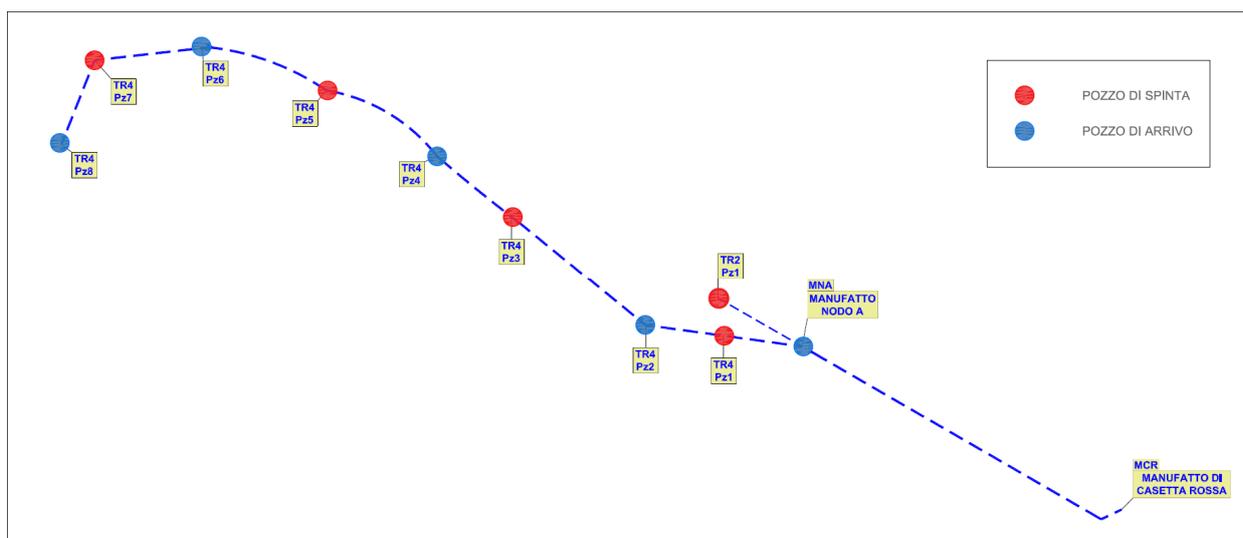


Figura 5. Prima Fase Funzionale

### 5.1.1 Cantiere Manufatto di Casetta Rossa (MCR) e tratto TC1

L’area in oggetto prevede la collocazione di un “cantiere base”, che verrà installato nella fase iniziale dei lavori e rimarrà in essere finché tutte le lavorazioni ed i cantieri, del suddetto lotto, non saranno stati completati.

Il cantiere collocato nella zona delle sorgenti prevede la realizzazione di un piccolo manufatto seminterrato a pianta quadrata di circa 8.60 m x 8.60 m ed altezza massima dal p.c. pari a 7.40 m, in affiancamento al Manufatto origine degli

Acquedotti, al fine di limitare le lavorazioni da effettuare sulla costruzione esistente. Il collegamento tra i due manufatti è garantito da uno scatolare interrato 2.00 m x 2.50 m in c.a. che si innesta nel Manufatto origine degli Acquedotti e convoglia la portata fluente nel nuovo manufatto. Dal manufatto MCR hanno origine due condotte DN2000 mm in acciaio con quota scorrimento pari a 320 m s.l.m. in cui in cui fluiscono le portate verso valle con moto prevalente in pressione (TC1). Inoltre, sono previsti degli interventi di sostituzione dell'esistente tubazione di collegamento dello sfioro esistente nel Manufatto Origine. Questa nuova condotta, lunga circa 170 m e realizzata in PRFV De1200 mm recapita al pozzetto connesso idraulicamente al Vecchio 1° Acquedotto che ha funzione di scarico.

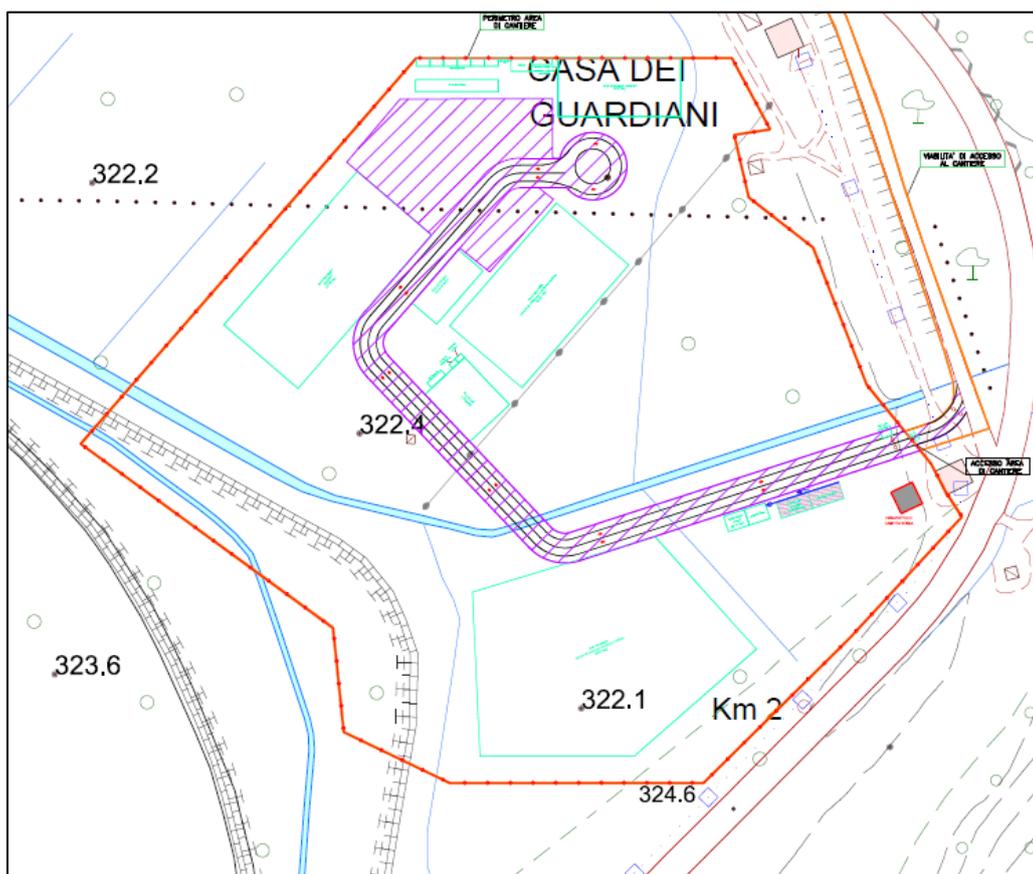


Figura 6. Stralcio planimetrico area di cantiere Manufatto di Casetta Rossa

### **Preparazione all'area di cantiere**

Preventivamente all'installazione del cantiere, si dovrà provvedere alle seguenti operazioni:

- bonifica ordigni bellici;
- rimozione, ove necessario, dell'eventuale vegetazione spontanea e arbusti presenti;
- scotico, dove previsto, e livellamento della superficie;
- realizzazione pista di accesso al cantiere;
- installazione della recinzione di cantiere.

### **Impianti di installazione dei cantieri**

L'area tecnica ospiterà indicativamente le seguenti installazioni principali:

- impianto lavaggio ruote
- magazzino
- officina
- area deposito materiale di risulta dello scavo
- area deposito tubazioni
- area posizionamento autogru
- area deposito carpenterie
- area lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie
- area deposito materiali ed attrezzature per la realizzazione del manufatto
- area deposito rifiuti
- baraccamenti
- dormitori
- refettorio
- parcheggio automezzi/mezzi d'opera.

### **Risistemazione dell'area**

Al termine dei lavori verrà ripristinato lo stato ante-Operam dell'area, secondo quanto previsto in progetto.

### 5.1.2 Cantiere manufatto nodo A (MNA)

Il cantiere prevede la realizzazione di un manufatto di disconnessione denominato Nodo A, verso cui fluisce la portata dell'acquedotto, a valle del tratto TC1 composto dalle 2 condotte DN2000 di acciaio.

Tale manufatto seminterrato con pianta rettangolare di circa 33.40 m x 17.80 m ed altezza massima dal p.c. pari a 8 m, garantirà un invaso tale da scongiurare fenomeni dovuti al moto vario d'insieme; più in generale la costruzione ha funzione di passaggio da un funzionamento del sistema da superficie libera ad uno in pressione. Infatti, dal lato opposto all'ingresso delle due tubazioni in arrivo sono poste, a quota inferiore, le due tubazioni DN1800 mm di c.a.v. posate con tecnologia MT.

Il manufatto presenta una quota fondo pari a 308 m s.l.m. ed è separato internamente da un setto in cls con due paratoie di fondo che permettono ove necessario di separare la vasca in due settori distinti, uno per ciascuna linea di acquedotto. Ciascuno di questi due settori presenta al suo interno una soglia di sfioro posta a quota 315 m s.l.m. che ha lo scopo di disconnettere idraulicamente le condotte DN2000 mm che provengono dal manufatto MCR dalle due linee DN1800 mm in uscita dal Nodo A. Nel manufatto è dotato di una soglia di troppo pieno posta a quota 320.5 m s.l.m. che permette il recapito delle acque di sfioro verso gli acquedotti esistenti posti in destra idraulica a poca distanza dal manufatto stesso.

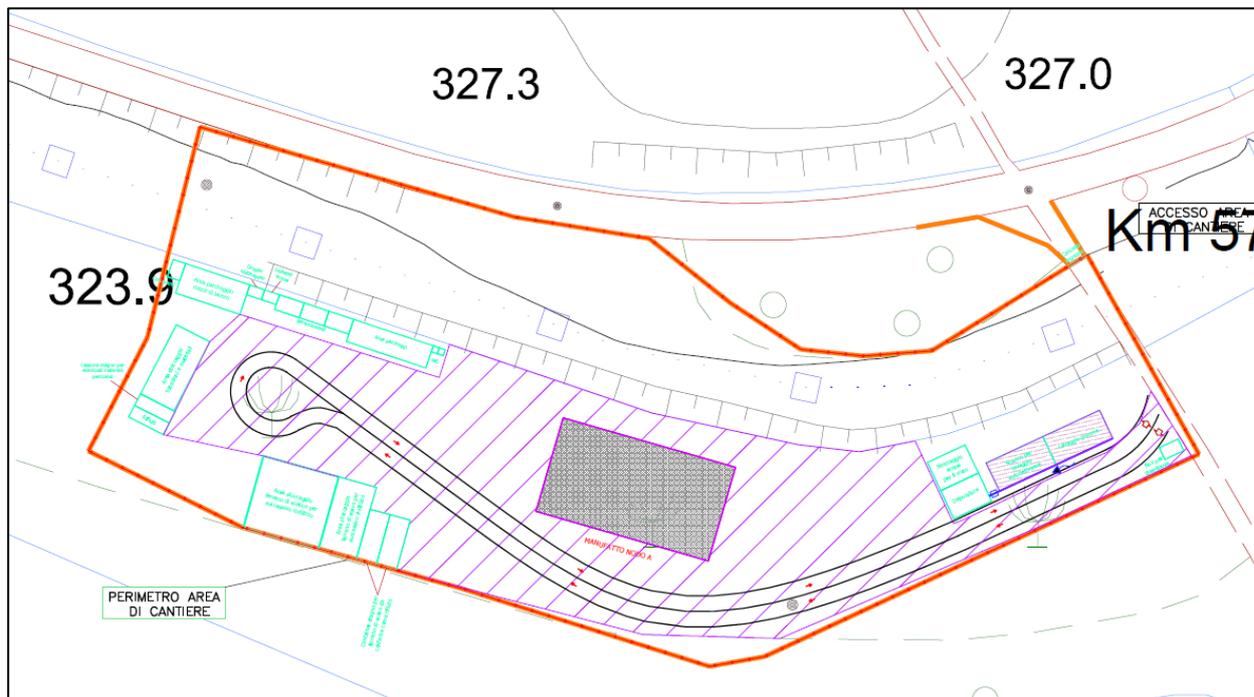


Figura 7. Stralcio planimetrico area di cantiere Manufatto Nodo A

### **Preparazione all'area di cantiere**

Preventivamente all'installazione del cantiere, si dovrà provvedere alle seguenti operazioni:

- bonifica ordigni bellici;
- rimozione, ove necessario, dell'eventuale vegetazione spontanea e arbusti presenti;
- scotico, dove previsto, e livellamento della superficie;
- realizzazione pista di accesso al cantiere;
- installazione della recinzione di cantiere.

### **Impianti di installazione dei cantieri**

L'area tecnica ospiterà indicativamente le seguenti installazioni principali:

- impianto lavaggio ruote
- magazzino
- area deposito materiale di risulta dello scavo
- area deposito tubazioni

- area posizionamento autogru
- area deposito carpenterie
- area lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie
- area deposito materiali ed attrezzature per la realizzazione del manufatto
- area deposito rifiuti
- baraccamenti
- parcheggio automezzi/mezzi d'opera;
- depuratore con serbatoio di stoccaggio delle acque trattate.

### **Risistemazione dell'area**

Al termine dei lavori verrà ripristinato lo stato ante-Operam dell'area, secondo quanto previsto in progetto.

#### **5.1.3 Cantieri pozzi spinta/arrivo**

I cantieri del primo lotto che prevedono la realizzazione di pozzi di spinta/arrivo del microtunneling, i quali hanno la funzione di manufatti di ispezione, sono i seguenti:

- TR4Pz1: pozzo di spinta e tratto in MTBM;
- TR2Pz1: pozzo di spinta e tratto in MTBM;
- TR4Pz2: pozzo di arrivo;
- TR4Pz3: pozzo di spinta e tratto in MTBM;
- TR4Pz4: pozzo di arrivo;
- TR4Pz5: pozzo di spinta e tratto in MTBM;
- TR4Pz6: pozzo di arrivo;
- TR4Pz7: manufatto di interconnessione - pozzo di spinta e tratto in MTBM;
- TR4Pz8: pozzo di arrivo.

La dimensione dei pozzi è dettata principalmente dalle fasi di cantiere: i pozzi dispari sono pozzi di spinta ed hanno un diametro interno di 11m, mentre i pozzi pari sono pozzi di recupero della testa fresante e sono pozzi di 7.5m di diametro interno.

Di seguito vengo descritte le fasi di costruzione che saranno utilizzate per la costruzione dei pozzi:

- costruzione delle opere di sostegno del pozzo (la tecnologia di esecuzione varia in base alle profondità di scavo da raggiungere);
- realizzazione Trave di coronamento;
- esecuzione del Jet-Grouting per la realizzazione del tappo di fondo ed eventualmente della coronella laterale qualora necessaria;
- scavo all'interno del pozzo;
- esecuzione di opere in calcestruzzo per realizzazione della soletta di fondo e dei muri di spinta e di intestazione (nel caso di pozzo di spinta).

Al termine dell'esecuzione delle fasi di scavo e realizzazione dei pozzi, saranno eseguite le perforazioni dei MT con l'installazione delle tubazioni dell'acquedotto (nel caso di pozzi di spinta/arrivo) e della realizzazione della soglia di sfioro (nel caso di pozzi con funzionalità di invaso).

In tal senso, ogni pozzo sarà completato con un piccolo edificio di accesso fuori terra che conduce ai piani inferiori e consente l'accesso da piano campagna.

### **Preparazione all'area di cantiere**

Preventivamente all'installazione del cantiere, si dovrà provvedere alle seguenti operazioni:

- bonifica ordigni bellici;
- rimozione, ove necessario, dell'eventuale vegetazione spontanea e arbusti presenti;
- scotico, dove previsto, e livellamento della superficie;
- realizzazione pista di accesso al cantiere;
- installazione della recinzione di cantiere.

### **Impianti di installazione dei cantieri**

L'area tecnica ospiterà indicativamente le seguenti installazioni principali:

- impianto lavaggio ruote
- magazzino
- officina
- serbatoi per il trattamento di acqua e fango
- vibrovaglio

- impianto filtropressa (per i pozzi di spinta)
- impianto di miscelazione fluido (per i pozzi di spinta)
- impianto di separazione smarino (per i pozzi di spinta)
- vasche fluido di perforazione (per i pozzi di spinta)
- cisterna gasolio
- area deposito materiale di risulta dello scavo
- area deposito tubazioni
- area deposito carpenterie
- area lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie
- area posizionamento macchine ed impianti per realizzazione pali
- area deposito materiali ed attrezzature per la realizzazione del manufatto
- area deposito rifiuti
- baraccamenti
- parcheggio automezzi/mezzi d'opera;
- depuratore con serbatoio di stoccaggio delle acque trattate.

### **Risistemazione dell'area**

Al termine dei lavori verrà ripristinato lo stato ante-Operam dell'area, secondo quanto previsto in progetto.

## 6 Organizzazione del sistema di cantierizzazione

### 6.1 Criteri di progettazione del cantiere

La progettazione di un cantiere segue regole dettate da numerosi fattori, che riguardano la geometria dell'opera da costruire, la morfologia e la destinazione d'uso del territorio, il tipo e il cronoprogramma delle lavorazioni previste all'interno di ogni singola area.

Per la definizione dell'area di cantiere è stato assunto che gli edifici e le installazioni presenti siano realizzati come di seguito descritto.

#### 6.1.1 Tipologia di edifici e installazioni

Alloggi: gli alloggi per il personale saranno realizzati con edifici prefabbricati, ogni edificio sarà dotato di impianto di riscaldamento e aria condizionata, i cui radiatori troveranno posto all'esterno dell'edificio stesso.

Infermeria: si tratta di un edificio prefabbricato con sala di aspetto e servizi igienici. L'infermeria è generalmente dotata di una area di sosta per le ambulanze ed è posta in prossimità dell'ingresso del campo.

Uffici: saranno realizzati con edifici prefabbricati che ospiteranno la direzione di cantiere e la direzione lavori.

Spogliatoi: locali prefabbricati che ospiteranno gli spogliatoi e i servizi igienici per gli operai.

Officina: necessaria per effettuare la manutenzione ordinaria dei mezzi di lavoro. Si tratta generalmente di un edificio prefabbricato simile a quello adibito a magazzino. È sempre dotata di uno o più ingressi carrabili e, se gli spazi lo consentono, di tettoia esterna.

Area deposito olii e carburanti: i lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere verranno depositati in un'apposita area recintata.

### 6.1.2 Organizzazione dell'area tecnica

L'area tecnica prevista contiene indicativamente:

1. parcheggio per mezzi d'opera;
2. area di deposito dei materiali da costruzione;
3. area di deposito dei materiali da demolizione;
4. area di deposito delle terre da scavo;
5. area per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie.

## 6.2 Preparazione dell'area di cantiere

La preparazione del cantiere prevedrà indicativamente le seguenti attività:

1. scotico del terreno vegetale (quando previsto), con relativa rimozione e accatastamento;
2. realizzazione delle aree di cantiere impermeabili e in misto granulare stabilizzato (dove previste);
3. delimitazione dell'area con idonea recinzione;
4. predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;
5. realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
6. montaggio degli edifici prefabbricati e degli impianti.

Lo scotico del terreno è previsto come di seguito:

- spessore di 30 cm nelle zone individuate come carrabili all'interno delle aree di cantiere;
- spessore di 60 cm in corrispondenza dei manufatti (manufatti fuori terra e pozzi di arrivo e spinta) propedeutico all'attività di scavo per la realizzazione delle opere in progetto;

Questo terreno verrà stoccato all'interno dell'area e riutilizzato per il ripristino finale delle aree.

Al termine dei lavori, tutti gli apprestamenti relativi alla cantierizzazione (i prefabbricati, gli impianti, le installazioni e le pavimentazioni di cantiere etc.) saranno rimossi e si procederà al ripristino dei siti. La sistemazione degli stessi sarà concordata con gli aventi diritto e con gli enti interessati e comunque in assenza di richieste specifiche si provvederà al ripristino, per quanto possibile, come nello stato ante operam.

## 6.3 Aspetti ambientali legati alla cantierizzazione

La fase di cantierizzazione e realizzazione delle opere genera delle azioni invasive su quasi tutte le componenti ambientali; con riferimento a tali singole componenti, si riporta di seguito, una lista delle principali potenziali invasività indotte dalla fase di cantierizzazione.

Le misure operative per determinare una bassa invasività devono considerare le principali potenziali problematiche indotte dalla fase di cantierizzazione e lavorazione, tenendo conto che l'alterazione di un singolo parametro conseguente al concatenarsi delle attività lavorative può avere ricadute anche sulle altre componenti.

Per tali motivi i sistemi operativi devono garantire per ogni componente ambientale una bassa invasività, di seguito sono descritte le potenziali problematiche indotte dal sistema di cantierizzazione e lavorazione su ogni componente ambientale.

<b>Componenti ambientali</b>	<b>Potenziali invasività</b>
Atmosfera	Alterazioni delle condizioni di qualità dell'aria Emissioni di particolato in atmosfera Produzione di ossidi di azoto dovuti al traffico veicolare indotto dalle lavorazioni
Rumore e vibrazioni	Disturbo derivante dalla movimentazione dei mezzi e dalle lavorazioni
Acque superficiali	Modifica del regime idrico Alterazione della qualità delle acque
Suolo e sottosuolo	Modifica assetto morfologico Alterazione qualità delle acque sotterranee
Flora, fauna ed ecosistemi	Riduzione o perdita di popolazioni di specie vegetali di interesse conservazionistico Alterazione o perdita di comunità vegetali Alterazione della qualità dell'aria

<b>Componenti ambientali</b>	<b>Potenziali invasività</b>
	Diminuzione della capacità di accoglienza dell'habitat Maggiore mortalità delle specie Minore libertà di movimento della fauna Modifica/variazione degli ecosistemi
Paesaggio	Alterazione del contesto paesaggistico/visuale Danno a elementi di interesse storico-testimoniale Interferenza con vincoli esistenti Alterazioni o danni a contesti consolidati di pregio
Traffico	Interferenze con il traffico veicolare,
Sistema sanitario - salute	Aumento inquinanti gassosi emessi dal traffico veicolare Aumento produzione di polvere e rumore
Rifiuti	Aumento dei rifiuti ed alterazione delle componenti ambientali

### Atmosfera

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione dell'opera sulla componente atmosfera riguardano la produzione di polveri e le emissioni di gas e particolato.

Il controllo della produzione di polveri all'interno delle aree di cantiere potrà essere ottenuto mediante l'adozione degli accorgimenti di seguito indicati:

1. bagnatura periodica delle superfici di cantiere in relazione al passaggio dei mezzi e delle operazioni di carico/scarico, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva;
2. stabilizzazione chimica delle piste di cantiere;

3. bagnatura periodica delle aree destinate al deposito temporaneo dei materiali, o loro copertura al fine di evitare il sollevamento delle polveri;
4. bagnatura del pietrisco prima della fase di lavorazione e dei materiali risultanti dalle demolizioni e scavi.

Si segnalano, infine, le azioni che verranno intraprese per minimizzare i problemi relativi alle emissioni di gas e particolato:

1. utilizzo di mezzi di cantiere che rispondano ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti, ossia dotati di sistemi di abbattimento del particolato di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi;
2. uso di attrezzature di cantiere e di impianti fissi prevalentemente con motori elettrici alimentati dalla rete esistente.

#### Rumore e vibrazioni

Il processo di cantierizzazione genererà problemi legati alle emissioni di rumori e vibrazioni, connesse ad attività legate a scavi e movimentazione terra e per la preparazione dei materiali d'opera.

Gli interventi di mitigazione delle emissioni in cantiere saranno di tipo logistico /organizzativo e di tipo tecnico/costruttivo. Fra i primi rientrano gli accorgimenti finalizzati ad evitare la sovrapposizione di lavorazioni caratterizzate da emissioni significative; allontanare le sorgenti dai recettori più prossimi e sensibili; adottare tecniche di lavorazione meno impattanti e organizzare lavorazioni più impattanti in orari di minor disturbi della popolazione.

Fra i secondi, introdurre in cantiere macchine e attrezzature in buono stato di manutenzione e conformi alle vigenti normative.

#### Acque meteoriche non contaminate

In ogni cantiere di progetto sono previsti sistemi di regimazione delle acque meteoriche non contaminate al fine di evitare il ristagno delle stesse. Si adotteranno accorgimenti necessari al fine di evitare l'ingresso in cantiere delle acque meteoriche esterne al cantiere stesso.

#### Acque di processo e acque di percolazione

Nei cantieri di progetto sono previste aree impermeabili sia nelle zone dove eseguire le operazioni di lavaggio delle betoniere, lavaggio delle macchine operatrici, delle attrezzature e lavaggio gomme e sia nelle aree di deposito dei terreni considerati come rifiuto. Le acque provenienti da tali zone, grazie alla pendenza dello strato impermeabile, defluiscono naturalmente verso le canalette di raccolta, che provvederanno a convogliarle all'impianto di depurazione di cantiere. Dall'impianto di depurazione le acque verranno stoccate in serbatoi di raccolta per il successivo riutilizzo in cantiere.

#### Acque meteoriche di dilavamento

Non sono previste

#### Acque di provenienza dalle zone di deposito olii e carburanti e acque di scarto

Per le acque di lavaggio mezzi con presenza di idrocarburi, acque di percolazione olii e carburanti e altre acque di scarto sarà invece previsto l'accumulo e lo smaltimento come rifiuto.

#### Suolo e sottosuolo

Le attività di cantiere possono generare impatti significativi sul suolo e sottosuolo, nonché sulle acque sotterranee, si riferiscono essenzialmente alla stabilità dei siti, alla modifica dell'uso del suolo e alla necessità di tutela dall'inquinamento. In particolare, si segnala il rischio potenziale di contaminazione del terreno determinato da: versamenti accidentali di carburanti e lubrificanti; percolazione nel terreno di acque di lavaggio o di betonaggio; interrimento di rifiuti o di detriti.

Per ottenere misure operative a bassa invasività si realizzeranno provvedimenti di carattere logistico, quali, ad esempio, lo deposito dei lubrificanti e degli oli esauriti in appositi contenitori dotati di vasche di contenimento; l'esecuzione delle manutenzioni, dei rifornimenti e dei rimbocchi su superfici pavimentate e coperte; la corretta regimentazione delle acque di cantiere e la demolizione con separazione selettiva dei materiali.

#### Flora, fauna ed ecosistemi

In relazione a quanto sino ad ora riportato si ritiene opportuno adottare le seguenti azioni di mitigazione:

1. La gestione dei movimenti terra dovrà essere fatta nello stretto ambito di intervento dell'area di cantiere. Dovranno essere inoltre evitati sbancamenti e spianamenti laddove non siano strettamente necessari.
2. Il terreno di riporto dovrà essere depositato nell'area di cantiere, al fine di un suo utilizzo qualora si rendano necessari interventi di copertura del terreno al termine dei lavori. In questo modo si eviterà l'introduzione accidentale di specie infestanti o non coerenti con il contesto ambientale.
3. Alla fine dei lavori la superficie occupata temporaneamente dal cantiere dovrà essere ripulita da qualsiasi rifiuto, da eventuali sversamenti accidentali, dalla presenza di inerti e da altri materiali estranei.

Gli interventi di ripristino nell'area interessata dai lavori dovranno avvenire immediatamente dopo la fine della fase di cantiere, al fine di impedire l'insediamento di specie erbacee ruderali che potrebbero causare l'alterazione della composizione floristica dell'area.

#### Paesaggio

Le problematiche indotte dalle azioni di cantiere sulla componente paesaggistica riguardano le alterazioni delle condizioni di visibilità e qualità dei siti, per le quali sono da prevedere idonee misure in corso d'opera, in aggiunta a quanto già effettuato nella fase di scelta delle aree di cantiere.

#### Traffico

Le interferenze col traffico veicolare ordinario devono essere valutate in relazione ai flussi dei mezzi per il trasporto del materiale per le lavorazioni (approvvigionamenti) e per lo smaltimento delle terre di scavo.

Per ottenere misure a bassa invasività si adotteranno dei provvedimenti di natura logistica e organizzativa come, ad esempio, la corretta programmazione e razionalizzazione degli approvvigionamenti; la regolamentazione degli accessi e dei necessari restringimenti della sede viaria; il lavaggio delle ruote e delle carrozzerie in uscita dal cantiere e l'obbligo di copertura con teloni dei carichi polverulenti.

Saranno, a tal fine adottate le misure di seguito riportate.

1. Sarà predisposto un piano di Segnalamento Temporaneo, con le finalità di informare gli utenti della strada della presenza del cantiere, guidarli in modo corretto e chiaro, convincerli a tenere sempre un comportamento adeguato e responsabile per ogni situazione non abituale allo scopo di salvaguardare la loro incolumità e quella di tutti coloro che lavorano sulle strade, pur cercando di garantire la fluidità della circolazione.
2. Sarà istituito un limite di velocità inferiore a quello attuale in considerazione sia della presenza che della durata del cantiere, oltre che della tipologia di strada.
3. Al fine di garantire la fluidità della circolazione e la sicurezza esterna al cantiere, inoltre, nel caso di approvvigionamenti mediante trasporti eccezionali, sarà adottato un protocollo per l'ingresso/uscita degli automezzi dal cantiere che prevede: segnalazione da remoto dell'arrivo dei mezzi per evitare lo stazionamento all'esterno e fluidificare le manovre di ingresso, utilizzo di apposito personale (movieri), che segnali ai veicoli ordinari l'uscita dei mezzi dal cantiere.

### Rifiuti

In fase di cantiere la maggior parte dei rifiuti prodotti sono quelli derivanti dalle operazioni di scavo, per quelle quote di materiale escavato che non saranno gestite ai sensi dell'art 185 c.1 (riutilizzo in sito) e art.184-bis (sottoprodotti) del D.Lgs 152/06 e s.m.i.; altri rifiuti saranno quelli derivanti dalle operazioni di demolizione di manufatti preesistenti. La maggior parte dei rifiuti generati sarà concentrata nell'area di cantiere, dove sarà realizzata l'area di deposito temporaneo degli scarti di lavorazione, di materiali fuori specifica e imballaggi.

Acea ATO 2 SpA ha adottato il Sistema di Gestione Ambientale certificato ISO 14001. L'applicazione di tale sistema comporta l'adozione di procedure e tecniche che prevedono che tutti i rifiuti regolarmente prodotti vengano classificati (pericoloso/non pericoloso), identificati dal relativo Codice CER e destinati alle relative aree di deposito temporaneo (dedicate e realizzate secondo normativa), per poi essere smaltiti o recuperati all'esterno del sito, con la massima garanzia di sicurezza per l'ambiente e rintracciabilità dei flussi generati.

La raccolta e gestione dei rifiuti sarà affidata a imprese specializzate per il loro smaltimento in impianti autorizzati previa differenziazione a seconda della loro origine. Tale Sistema di Gestione insieme al rispetto degli adempimenti previsti dalla normativa vigente (conferimento a ditte autorizzate, registro di carico / scarico, utilizzo del formulario di trasporto, ecc), all’adozione di appositi dispositivi di contenimento e salvaguardia per tutte le aree di deposito rifiuti ed al perseguimento dell’obiettivo di ridurre al minimo il quantitativo di rifiuti prodotti, assicurano il rispetto delle misure previste dalla corretta gestione del ciclo dei rifiuti e dunque costituiscono un efficace misura di prevenzione, controllo e riduzione degli impatti prodotti.

### Sistema sanitario

In fase di cantiere le attività più rilevanti per la salute sono circoscritte all’area di cantiere e quindi riguardano principalmente la salute degli operai addetti ai lavori. Gli aspetti maggiormente impattanti per la salute sono dovuti:

- al traffico veicolare (inquinanti gassosi emessi dai motori e rischio di investimento);
- alla produzione di polveri dovute all’attività di demolizione e rimozione dei manufatti esistenti;
- alla produzione di polveri dovute all’attività di carico e scarico dei materiali di costruzione;
- alla produzione di polveri dovute alla attività di scavo;
- alla produzione di rumore.

Al fine di mitigare gli impatti, saranno presi tutti gli opportuni accorgimenti di buona prassi di cantiere atti a garantire la salute degli addetti ai lavori delle popolazioni circostanti, tra cui:

- l’utilizzo di veicoli autorizzati alla circolazione in strada;
- bagnatura delle ruote dei veicoli e delle piste non pavimentate;
- copertura dei cumuli di terra con teli anti-vento per evitare il più possibile la diffusione di polveri;
- scelta di macchinari di tecnologia avanzata a bassa rumorosità;

- utilizzo di barriere fonoassorbenti nei cantieri in prossimità dei centri abitati.

## 6.4 Approvvigionamento energetico

L'impianto elettrico di cantiere sarà costituito essenzialmente dall'impianto di distribuzione in Bassa Tensione per le utenze del campo industriale, tra le quali principalmente:

- impianti di pompaggio acqua industriale;
- impianto trattamento acque reflue;
- illuminazione esterna;
- officina, laboratorio, uffici, spogliatoi etc.

La fornitura di energia elettrica dall'ente distributore sarà in media tensione mediante una linea in cavo dedicata.

L'impianto consta essenzialmente di:

- cabina "punto di consegna" ente gestore dei servizi elettrici;
- cabina di trasformazione containerizzata completa di scomparti M.T., trasformatore, quadro generale di distribuzione B.T. e centralina di rifasamento automatica;
- impianto di distribuzione alle utenze in B.T. attraverso cavi alloggiati entro tubazioni in PVC interrate;
- impianto generale di messa a terra per tutte le apparecchiature e le infrastrutture metalliche;
- stazione di produzione energia per le emergenze.

Tutte le apparecchiature considerate saranno dimensionate, costruite ed installate nel rispetto delle normative e leggi vigenti.

## 6.5 Modalità di trasporto e deposito dei materiali

### 6.5.1 Materiali ferrosi

I materiali ferrosi necessari alla realizzazione delle opere civili verranno depositati in piccole quantità lungo le aree di lavoro, in prossimità dei luoghi di utilizzo. Maggiori quantitativi potranno essere depositati, anche per lunghi periodi, nell'ambito delle aree attrezzate di cantiere (cantieri operativo e aree tecniche).

### **6.5.2 Inerti e terre**

Di norma gli inerti necessari alla realizzazione di sottofondi, rilevati e riempimenti sono approvvigionati “just in time”; non sono quindi necessarie aree per il loro deposito. Al contrario, gli inerti destinati al confezionamento di calcestruzzo verranno depositati in apposite aree a cielo aperto nel cantiere operativo ove potrà essere installato l’impianto di betonaggio. Il trasporto avverrà esclusivamente via autocarro.

### **6.5.3 Calcestruzzo**

Il calcestruzzo prodotto negli impianti di betonaggio verrà approvvigionato direttamente ove necessario tramite autobetoniere. La produzione di calcestruzzo sarà variabile in funzione delle attività in corso nelle varie aree di lavoro.

### **6.5.4 Tubazioni in acciaio**

I conci di tubazione prodotti in stabilimento dovranno essere portati nelle apposite aree di cantiere attraverso opportuni trasporti eccezionali, verranno poi giuntati e saldati a costruire lo sviluppo complessivo della collettrice.

I tronchi di tubazione formati dai conci provenienti dallo stabilimento verranno posati sulle selle in acciaio tramite l’ausilio di carrelli gommati, appositamente ingegnerizzati, dotati di martinetti idraulici e posizionatori di precisione.

### **6.5.5 Tubi microtunneling**

I tubi in calcestruzzo armato prefabbricato saranno trasportati all’interno delle aree di cantiere dei pozzi di spinta attraverso opportuni trasporti eccezionali, ogni area di cantiere prevede delle zone dedicate allo deposito di questi materiali.

## **7 Macchinari utilizzati durante i lavori**

Per la realizzazione delle opere in progetto si può prevedere, in linea generale, l'impiego delle seguenti tipologie di macchinari:

- Autobetoniere
- Autobotti
- Autocarri e dumper
- Autogru idrauliche ed a traliccio
- Autovetture
- Benna mordente
- Carrelli elevatori
- Carriponte
- Casseri
- Cercamine
- Compressori
- Escavatori
- Escavatori con martellone
- Fresa puntuale per scavo in tradizionale
- Impianti aria compressa
- Impianti di miscelazione
- Impianti lavaggio betoniere
- Impianti selezione e vagliatura smarino
- Impianti trattamento acque
- Macchina per taglio forestale
- Motocompressori
- Nastro trasportatore per operazioni di smarino
- Pale meccaniche
- Perforatrici per consolidamenti
- Pompe per acqua
- Pompe per calcestruzzo
- Posizionatore per consolidamenti e infilaggi

- Rulli compattatori
- Saldatrici
- Sollevatori telescopici
- Trivelle per esecuzione micropali
- Trivelle per esecuzione pali trivellati
- Trivelle per esecuzione pali CSP
- Vibratori per cls.

## 8 Flussi di traffico

Per la stima dei flussi di traffico relativi alle singole aree di cantiere è stata considerata, come da cronoprogramma, la tipologia delle lavorazioni e al contempo la loro consequenzialità/contemporaneità.

Nello specifico, per ogni cantiere, sono state considerate le fasi che prevedono le maggiori movimentazioni di materiali/mezzi, ovvero:

- scavo e realizzazione opere di sostegno;
- realizzazione scavi a cielo aperto;
- realizzazione dei manufatti;
- realizzazione tratti in microtunnel.

I mezzi ipotizzati per la stima dei flussi di traffico hanno le seguenti caratteristiche:

- *Autobotte*: capacità 10 m<sup>3</sup>;
- *Camion trasporto Marino (Auto-Articolato)*: capacità 17 m<sup>3</sup>;
- *Camion trasporto conci (Auto- Articolato)*: capacità 4 conci/viaggio.

Per tutte le stime è stato considerato che i mezzi possano transitare 5 giorni su 7 (Lun – Ven).

I volumi delle terre/pietrisco sono stati maggiorati di un coefficiente pari a 1.20 (coefficiente moltiplicativo per il passaggio da banco a cumulo).

### 8.1 Contributo traffico di cantiere

È stata eseguita un'analisi del contributo di traffico secondo il seguente criterio:

- 1) Individuazione scenario critico per calcolare i maggiori flussi orari derivanti dalla contemporaneità di più cantieri.
- 2) I cantieri le cui attività di scavo risultano contemporanee tra loro sono state individuate dal cronoprogramma e sono: Nodo A, TR2PZ1 e TR4PZ3.
- 3) Per questi tre cantieri si riportano i flussi orari, desunti dall'Allegato 1 alla presente relazione:

CANTIERI	FLUSSI	U.d.M
Nodo A	16	v/h
TR2PZ1	4	v/h
TR4PZ3	5	v/h

La Via Tiburtina rappresenta una delle principali viabilità di cantiere interessata dai flussi di traffico di cantiere. Non avendo dati a disposizione sui traffici effettivi circolanti su Via Tiburtina, in considerazione del noto elevato livello di traffico presente, si è presa in considerazione la capacità massima di Via Tiburtina (circa pari a 2400 veicoli/ora considerando entrambe le corsie di marcia), assimilabile al flusso presente su di essa.

Quindi è stato calcolato il contributo percentuale dei flussi di cantiere dello scenario critico attraverso il rapporto tra il traffico di cantiere bidirezionale (calcolato come la somma dei traffici relativi ai tre cantieri contemporanei tra loro, che rappresentano lo scenario critico) e la capacità di Via Tiburtina.

Come indicato nella sottostante tabella, tale contributo è risultato pari al 2%, valore molto basso, che ai fini modellistici e ambientali è stato ritenuto trascurabile.

	<b>Valore</b>	<b>U.d.M</b>
Traffico di cantiere monodirezionali	25	v/h
Traffico di cantiere bidirezionali	50	v/h
Capacità Via Tiburtina bidirezionale	2400	v/h
Contributo % traffico di cantiere sulla capacità della Tiburtina	<b>2</b>	<b>%</b>

Si evidenzia che il contributo percentuale stimato essendo riferito allo scenario critico rappresenta la configurazione peggiore rispetto a tutte le condizioni di flusso possibili nell'intera durata di cantiere.

Si riportano, in allegato alla presente relazione, le tabelle relative alle tempistiche delle fasi lavorative (come da cronoprogramma) ed ai flussi di traffico, redatte per ciascun cantiere.

## **Allegato 1: Tabulati con dati riepilogativi delle singole aree di cantiere**

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

**CASSETTA ROSSA (MCR) + TRATTO TC1**

Nella zona delle sorgenti è prevista la realizzazione di un piccolo manufatto a pianta quadrata di circa 8.60 m x 8.60 m in affiancamento al Manufatto origine degli Acquedotti

	Velocità di avanzamento scavo (m/giorno)	9
	Orario di lavoro previsto per le lavorazioni (DEL CANTIERE SPECIFICO)	07:00 - 16:00
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	07:00
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	60
	Cantierizzazione (giorni)	50
	Durata cantiere manufatto (giorni)	135
	Durata cantiere scavo (giorni)	270
	Rimozione cantiere (giorni)	30
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	821
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	>90
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	971
	N. di cumuli	4
N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2	
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	40 - 60
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico del mezzo (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/giorno)	21
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
	Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere (m)	4400
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/giorno)	19
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	32
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

**NODO A (MNA) + pozzo arrivo TR2M1/TR4M1**

Manufatto di forma rettangolare di dimensioni minime in pianta di circa 545 mq e profondità di 13 m circa dal p.c.; Sullo stesso sito è prevista la realizzazione di un pozzo di arrivo dei tratti TR2M1 e TR4M1.

	Velocità avanzamento manufatto (m <sup>3</sup> /giorno)	800
	Orario di lavoro previsto	07:00 - 16:00
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	07:00
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	60
	Cantierizzazione (giorni)	100
	Durata cantiere scavo+manufatto (giorni)	358
	Rimozione cantiere (giorni)	50
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	454
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	>90
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	10 818
	N. di cumuli	42
	N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	40 - 60
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	16
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
	Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere (m)	400
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	16
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	24
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

<b>TR4PZ1 - spinta</b>		
Pozzo di spinta tratto microtunneling TR4M1 (profondità 10 m, diametro interno 11 m circa).		
	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	8
	Orario di lavoro previsto h 24 per la MTBM e 7-16 per le altre attività	H 24
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	---
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	9
	Cantierizzazione (giorni)	32
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	20
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	70
	Durata cantiere microtunnel (giorni)	138
	Rimozione cantiere (giorni)	30
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	290
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	40
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	5 715
	N. di cumuli	23
	N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	40
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	6
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
	Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere	200
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	4
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	9
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

**TR2PZ1 - spinta**

Pozzo di spinta tratto microtunneling TR2M1 (profondità 23 m, diametro interno 11 m circa).

	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	8
	Orario di lavoro previsto h 24 per la MTBM e 7-16 per le altre attività	H 24
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	---
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	9
	Cantierizzazione (giorni)	30
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	30
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	140
	Durata cantiere microtunnel verso nodo A (giorni)	80
	Rimozione cantiere (giorni)	20
Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	300	
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	20 - 40
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	5 690
	N. di cumuli	23
	N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	40
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	6
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere	310	
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	4
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	9
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

TR4PZ2 - arrivo		
Pozzo di arrivo tratto microtunneling TR4M1 (profondità 15 m, diametro interno 7,5 m circa).		
	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	---
	Orario di lavoro previsto	07:00 - 16:00
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	07:00
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	7
	Cantierizzazione (giorni)	30
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	25
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	90
	Durata cantiere microtunnel (giorni)	0
	Rimozione cantiere (giorni)	20
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	234
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	40
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	1 031
	N. di cumuli	4
	N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	40
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	4
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
	Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere	170
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	3
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	6
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

**TR4PZ3 - spinta con soglia**

Pozzo di spinta con soglia tratto microtunneling TR4M1 (profondità 17 m, diametro interno 16 m circa).

	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	8
	Orario di lavoro previsto h 24 per la MTBM e 7-16 per le altre attività	H 24
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	---
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	13
	Cantierizzazione (giorni)	30
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	25
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	110
	Durata cantiere microtunnel (giorni)	199
	Rimozione cantiere (giorni)	20
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	414
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	0 - 20
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	11 860
	N. di cumuli	46
	N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	0 - 20
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	7
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
	Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere	310
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	5
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	11
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

TR4PZ4 - arrivo		
Pozzo di arrivo tratto microtunneling TR4M1 (profondità 23 m, diametro interno 7,5 m circa).		
	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	---
	Orario di lavoro previsto	07:00 - 16:00
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	07:00
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	7
	Cantierizzazione (giorni)	30
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	40
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	140
	Durata cantiere microtunnel (giorni)	0
	Rimozione cantiere (giorni)	20
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	260
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	0 - 20
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	1 646
	N. di cumuli	7
N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2	
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	0 - 20
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	4
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere	270	
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	3
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	6
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

**TR4PZ5 - spinta con soglia**

Pozzo di spinta con soglia tratto microtunneling TR4M1 (profondità 20 m, diametro interno 16 m circa).

	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	8
	Orario di lavoro previsto h 24 per la MTBM e 7-16 per le altre attività	H 24
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	07:00
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	13
	Cantierizzazione (giorni)	30
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	35
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	120
	Durata cantiere microtunnel (giorni)	224
	Rimozione cantiere (giorni)	20
Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	429	
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	0 - 10
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	12 451
	N. di cumuli	49
N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2	
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	0 - 10
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	7
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere (m)	250	
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	5
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	11
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

TR4PZ6 - arrivo		
Pozzo di arrivo tratto microtunneling TR4M1 (profondità 17 m, diametro interno 7,5 m circa).		
	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	---
	Orario di lavoro previsto	07:00 - 16:00
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	07:00
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	7
	Cantierizzazione (giorni)	35
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	35
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	113
	Durata cantiere microtunnel (giorni)	0
	Rimozione cantiere (giorni)	20
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	295
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	0 - 10
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	1 179
	N. di cumuli	5
N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2	
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	0 - 10
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	4
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere	240	
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	3
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	6
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

**TR4PZ7- spinta - manufatto interconn.**

Manufatto di interconnessione tra i tratti TR2M1 e TR4M1 - Pozzo di spinta per entrambi i tratti profondo 22 m, dimensioni ad oggi non

	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	8
	Orario di lavoro previsto h 24 per la MTBM e 7-16 per le altre attività	H 24
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	---
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	9
	Cantierizzazione (giorni)	30
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	45
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	120
	Durata cantiere microtunnel verso TR4PZ6 e TR4PZ8 (giorni)	140
	Rimozione cantiere (giorni)	20
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	386
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	0 - 10
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	8 417
	N. di cumuli	33
	N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	0 - 10
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	6
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
	Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere	480
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	4
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	8
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---

**PRIMA FASE FUNZIONALE**

TR4PZ8 - arrivo		
Pozzo di arrivo tratto microtunneling TR4M1 (profondità 14 m, diametro interno 7,5 m circa).		
	Velocità di avanzamento pali+consolidamento (m/giorno)	45
	Velocità di avanzamento pozzo (m/giorno)	0,50
	Velocità avanzamento microtunnel (m/giorno)	---
	Orario di lavoro previsto	07:00 - 16:00
	Orario di accensione delle singole sorgenti/impianti in esercizio	07:00
	Eventuale presenza di GE con P > 1 Mwh	---
	Fabbisogno calcestruzzo (mc/giorno)	7
	Cantierizzazione (giorni)	30
	Durata cantiere realizzazione pali+consolidamento (giorni)	25
	Durata cantiere scavo+pozzo (giorni)	90
	Durata cantiere microtunnel (giorni)	0
	Rimozione cantiere (giorni)	20
	Durata totale del cantiere da cronoprogramma (giorni)	167
<b>MATERIALI E VOLUMI DI SCAVO</b>	Umidità (contenuto %) del materiale movimentato	20 - 40
	Base del cumulo (m)	15
	Lunghezza del cumulo (m)	10
	Altezza del cumulo (m)	2,5
	angolo di abbancamento (gradi)	50
	Volume cumulo (mc)	258
	Area in pianta del cumulo (mq)	150
	Volume terreno scavo (mc)	967
	N. di cumuli	4
	N. di cumuli contemporaneamente in cantiere	2
<b>TRANSITO SU STRADE STERRATE</b>	Contenuto di limo nel suolo (% in massa)	0 - 10
	Peso medio del mezzo a vuoto (ton)	11
	Peso medio del mezzo carico (ton)	40
	Volume di carico (mc)	17
	Traffico medio orario (n. mezzi/ora)	4
	Traffico stradale attuale sulle arterie utilizzate per l'accesso al cantiere	---
	Lunghezza e localizzazione del percorso interno al cantiere (m)	180
<b>FLUSSO MEZZI DI CANTIERE</b>	Traffico orario (n. camion/ora)	3
	Flussi di trasporto in entrata e uscita dai cantieri (n. di mezzi di cantiere/ora)	6
<b>FABBISOGNI IDRICI</b>	Fabbisogni idrici (volumi)	---
	Punti di approvvigionamento (profondità scavi e metodologie realizzative)	---