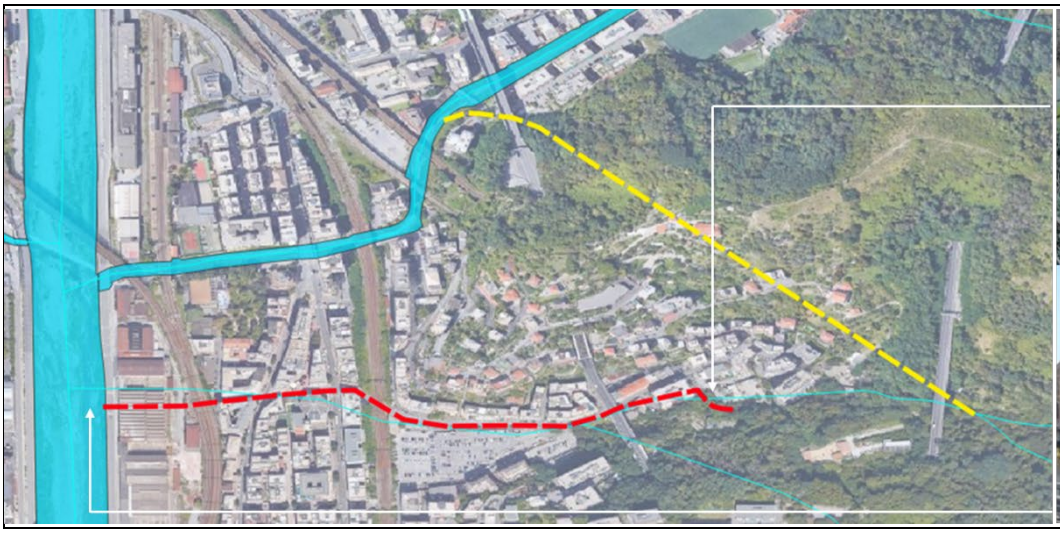
COMUNE DI GENOVA







Servizio di Progettazione di Fattibilità Tecnica ed Economica e definitiva (per appalto integrato) nonché del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle “Opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del rio Maltempo, affluente del torrente Polcevera”

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Roberto Valcalda

PROGETTAZIONE:	MANDATARIA:	MANDANTE:
	TECHNITAL	Dott.ssa Claudia Pizzinato

RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Simone Venturini

TITOLO:

ELABORATI GENERALI
RELAZIONE TECNICA E ILLUSTRATIVA

ORDINE INGEGNERI VERONA E PROVINCIA - Dott. Ing. SIMONE VENTURINI - A 2515

CODICE ESTESO ELABORATO:	SCALA:	DATA:
II151F-PFTE-EG-GEN-RE_002_0	-	12/2021
	NOME FILE: II151F-PFTE-EG-GEN-RE_002_0.docx	

ELABORAZIONE PROGETTUALE:	REVISIONI					
	REV.	DATA	MOTIVO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Ing. SIMONE VENTURINI Ordine degli ingegneri Della Provincia di Verona N. A2515	0	12/2021	Emissione	G.MASSERA	A.CACCIATORI	S.VENTURINI

INDICE

Pag.

1. Premessa ... 1
   - 1.1 Criticità evidenziate e normativa di riferimento ... 2
   - 1.2 Soluzione progettuale individuata ... 5
   - 1.3 Descrizione della soluzione tecnica prescelta ... 5
   - 1.4 Considerazioni idrologico-idrauliche a supporto della scelta della galleria scolmatrice ... 8
   - 1.5 Definizione delle alternative progettuali per la sistemazione del t. Torbella ... 8
2. Inquadramento territoriale ... 12
3. Attività di studi e indagini ... 13
   - 3.1 Rilievo topografico ... 13
   - 3.2 Geologia e Geotecnica ... 13
   - 3.3 Idrologia e Idraulica ... 18
   - 3.4 Archeologia ... 24
4. Progetto dell'opera ... 25
   - 4.1 Scolmatore del rio Maltempo ... 25
     - 4.1.1 Manufatto di imbocco ... 25
     - 4.1.2 Galleria di collegamento ... 25
     - 4.1.3 Camera di dissipazione ... 26
     - 4.1.4 Pozzo di caduta ... 28
     - 4.1.5 Pozzo di ventilazione ... 28
   - 4.2 Sistemazione del torrente Torbella ... 28
   - 4.3 Adeguamento della tombinatura del rio Maltempo ... 33
5. Analisi delle interferenze ... 34
6. Cantieristica ... 35
   - 6.1 Galleria scolmatrice del rio Maltempo ... 35
   - 6.2 Sistemazione idraulica del torrente Torbella ... 36
   - 6.3 Adeguamento tombinatura del rio Maltempo ... 37
7. Ambiente e paesaggio ... 38
8. Piano particellare ... 39
9. Sicurezza ... 40
10. Studio di prefattibilità ambientale ... 41
11. Cronoprogramma ... 45
    - 11.1 1.Cantiere per la galleria scolmatrice del rio Maltempo ... 45
    - 11.2 2.Sistemazione idraulica del torrente Torbella ... 45
    - 11.3 3.Adeguamento della tombinatura del rio Maltempo ... 46
12. Calcolo sommario delle spesa e quadro economico ... 48
13. Conclusioni ... 49

INDICE DELLE FIGURE

Pag.

Figura 1-1: Bacino del Torbella (in rosa), del Maltempo naturale (in verde) e artificiale (in giallo). La freccia indica qualitativamente la nuova galleria scolmatrice 1
Figura 1-2: PDB - Carta dei Sottobacini – Tavola 213150 3
Figura 1-3: Rio Maltempo – Morfologia del bacino 3
Figura 1-4: Restringimento di sezione in via Piombelli 3
Figura 1-5: Restringimento di sezione in via Canepari 3
Figura 1-6: Interferenze e materiali depositati nel tratto tombinato 4
Figura 1-7: profili idraulici del tratto tombinato 4
Figura 1-8: Percorso schematico (in rosso: tratto tombato Rio Maltempo; in giallo: nuova galleria scolmatrice) 5
Figura 1-9: Colmata della valle del Maltempo 6
Figura 1-10: Sbarramento dell'alveo ed inizio strada privata 6
Figura 1-11: Percorso galleria scolmatrice (in rosso: tratti tombinati esistenti; in giallo: galleria scolmatrice) 7
Figura 1-12: Sezioni idrauliche di verifica del T.Torbella (PdB) e punto di confluenza galleria scolmatrice (in rosso) 9
Figura 1-13: PDB - Profilo idraulico t.Torbella (linea azzurra continua: tiranti idrici TR200; linee tratteggiate rossa e verde: quota delle sponde) 9
Figura 1-14: Nuovo profilo qualitativo del fondo del t. Torbella (linea nera tratteggiata) 11
Figura 2-1 Corografia a grande scala con ubicazione della galleria idraulica di derivazione del Rio Maltempo (Geoportale Regionale) 12
Figura 3-1 Stralcio carta geologica d'Italia Foglio 213-230 Genova con evidenza delle opere in progetto. In rosso la galleria ed in blu la sistemazione del Torrente Torbella a valle della confluenza. Legenda: MTE = unità di Montanesi. ROC = Unità di Ronco 14
Figura 3-2 Frane censite lungo il Rio Maltempo a monte dell'opera di presa. In colore rosso frane per scivolamento o scorrimento. In viola frane superficiali tipo soil slip. Nel cerchio rosso l'opera di presa (fonte: Geoportale Regionale - stralcio) 17
Figura 3-3: Massima altezza di precipitazione espressa dalle Curve di Possibilità Pluviometrica, ottenuta da durate < 1h, per i Tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni (grafico in scala logaritmica) 20
Figura 3-4: Ietogrammi di precipitazione e idrogrammi di piena risultanti negli Scenari 1 e 2 per un evento con Tr = 200 anni 20
Figura 3-5: Planimetria generale dello scolmatore del rio Maltempo 21
Figura 3-6: Profilo idraulico in una sezione tipo della galleria scolmatrice (linea blu continua: tiranti idrici Tr 200, $Qc1, Malt, 200 = 26\ m3/s$) 21
Figura 3-7: Confronto tra profilo idraulico per lo Scenario 1bis (linea blu continua) e 4 (linea blu con marcatore): tiranti idrici Tr 200 (linee tratteggiate viola e verde: quota sponda sx e dx) 22
Figura 3-8: Stato di fatto con portata di progetto (linea blu continua) e di progetto (linea blu con marcatore): Tr 200, $Q200, Mal2 = 10.8\ m3/s$ 23
Figura 4-1: Sezione tipo della galleria di collegamento ($Dgal = 3.20\ m$) 26
Figura 4-2: Sezione tipo della camera di dissipazione ($Dcam = 9\ m$) 27
Figura 4-3: Planimetria del primo tratto d'intervento nel t. Torbella 29
Figura 4-4: Sezione tipo "A" nel tratto in cui si prevede uno scavo generalizzato dell'alveo 29
Figura 4-5: Planimetria del secondo tratto d'intervento nel t. Torbella 31
Figura 4-6: Sezione tipo "B" nel tratto in cui si prevede una savanella centrale in alveo 31
Figura 4-7: Planimetria del secondo tratto nella zona dove rimane la pila del ponte ferroviario in alveo 32

Figura 4-8: Sezione tipo "D" nel tratto in corrispondenza della pila in alveo del ponte ferroviario 32
Figura 4-9: 33
Figura 6-1: Planimetria delle aree di cantiere e di stoccaggio per gli interventi previsti 35
Figura 11-1: Rappresentazione del cronoprogramma stimato delle attività durante fino al mese n.8 46
Figura 11-2: Rappresentazione del cronoprogramma stimato delle attività dal mese n.8 fino al mese n.16 47

1. PREMESSA

Il Comune di Genova ha affidato alla Scrivente la Progettazione di Fattibilità Tecnico Economica delle "Opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del rio Maltempo, affluente del torrente Polcevera". Una delle soluzioni che hanno mostrato più interesse della Stazione Appaltante è stata quella che consentirebbe la risoluzione delle criticità idrauliche del rio Maltempo tramite la realizzazione di una galleria scolmatrice, la quale raccoglierebbe tutte le acque provenienti dalla parte non antropizzata e di monte del bacino, collettandole nel tratto terminale del t. Torbella.

Dal momento che tale corso d'acqua soffre già di per sé di problematiche di insufficienza idraulica delle sponde, nell'ambito del presente progetto viene studiato un intervento di sistemazione idraulica dello stesso, data la previsione dell'incremento della portata di progetto a causa dell'immissione della galleria scolmatrice. Tale intervento si basa sull'abbassamento e riprofilatura del fondo dell'alveo del t. Torbella, aumentandone la pendenza media di questo tratto in modo da eliminarne la tendenza al sovralluvionamento sulla basa di un'analisi che valuta anche gli effetti che la nuova configurazione determina sul trasporto solido. Inoltre, per risolvere criticità locali dovute all'effetto di rigurgito a monte di ponti con pila centrale in alveo, si prevede contestualmente la sostituzione di alcune opere che è possibile ricostruire con un'unica campata e senza disturbare il deflusso delle portate in alveo. In questo modo, risulterebbe possibile, dunque, contenere nell'alveo la portata di progetto incrementata dalla galleria scolmatrice del rio Maltempo.

La risoluzione delle criticità idrauliche del rio Maltempo per mezzo della realizzazione della galleria scolmatrice e la verifica che un adeguato intervento di sistemazione idraulica risolva le criticità anche del t. Torbella consentirebbe di prevedere interventi locali e poco invasivi per adeguare idraulicamente il tratto tombato di valle del rio Maltempo, il quale sarebbe sgravato delle portate prodotte nella parte di monte del bacino e sarebbe in grado di far defluire la portata di progetto prodotta in quello di valle.

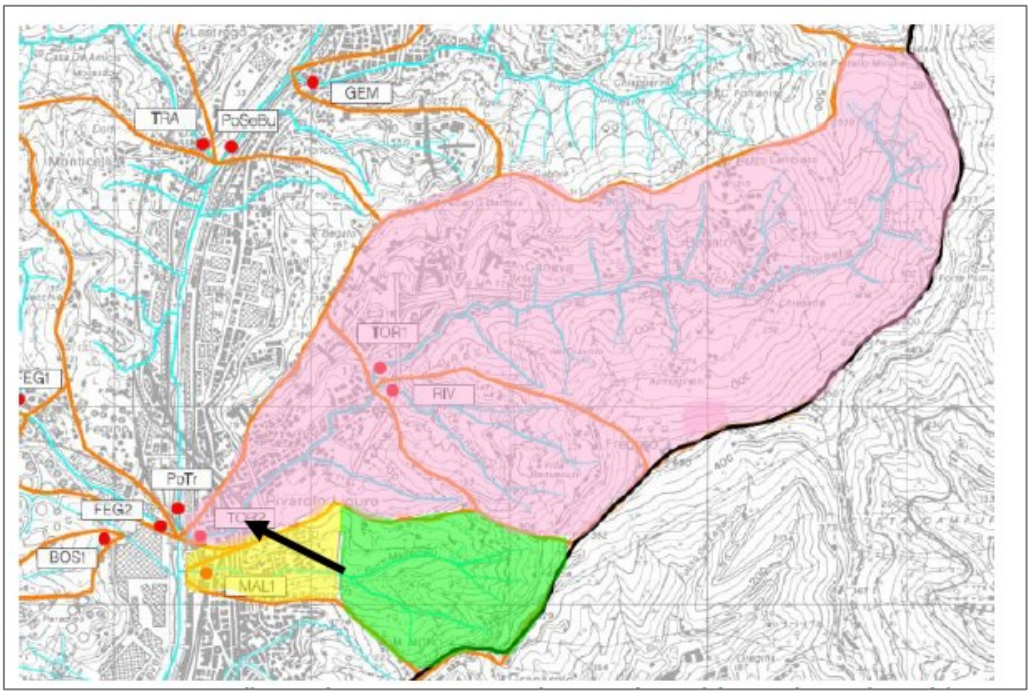


Figura 1-1: Bacino del Torbella (in rosa), del Maltempo naturale (in verde) e artificiale (in giallo). La freccia indica qualitativamente la nuova galleria scolmatrice

La presente Relazione Tecnica e Illustrativa ha lo scopo di descrivere i seguenti aspetti:

- innanzitutto, le criticità idrauliche evidenziate nel rio Maltempo e nel t. Torbella, la normativa di riferimento da seguire per progettare l'intervento previsto, e la soluzione progettuale individuata per risolvere tali criticità.
- Una sintesi delle attività di studi e indagini condotte per definire nel dettaglio la soluzione progettuale individuata e la sua fattibilità tecnica;
- Una descrizione delle parti salienti della progettazione dell'opera, che si compone della galleria scolmatrice, gli interventi previsti nell'alveo del t. Torbella e quelli di adeguamento del rio Maltempo nella parte tombinata di valle;
- L'analisi delle interferenze con l'intervento previsto;
- Una rappresentazione delle aree di cantiere previste per la realizzazione delle opere, definendo le zone coinvolte dai lavori e/o dagli stoccaggi di materiale;
- La sintesi dell'analisi paesaggistica in relazione all'intervento;
- Il risultato del piano particellare studiato per questo intervento, che ha permesso la definizione delle aree che si prevede saranno soggette ad esproprio o asservimento;
- Le prime indicazione in merito alla Sicurezza per la realizzazione delle opere previste;
- Una sintesi dello Studio di Prefattibilità Ambientale dell'intervento;
- Il risultato della stima sommaria della spesa prevista per l'intervento per mezzo del Quadro Economico dell'intero progetto ed intervento, preparato per la Stazione Appaltante allo scopo di definire la fattibilità economica dell'intervento.

Vengono, infine, riportate le principali conclusioni.

1.1 Criticità evidenziate e normativa di riferimento

Nell'ambito degli Studi e delle Indagini a supporto delle attività di progettazione definitiva delle opere di prolungamento della Metropolitana di Genova – tratta fra le fermate Brin e Canepari – il Comune di Genova ha fatto redigere uno Studio Idraulico sul rio Maltempo, evidenziando importanti criticità in merito alla capacità idraulica nel tratto tombinato del rio stesso ed in particolare l'insufficienza dell'attuale sezione a convogliare la portata avente tempo di ritorno 200 anni.

Il rio Maltempo è un affluente del t. Polcevera, sito in sinistra idraulica e prossimo alla foce del torrente. Negli elaborati del Piano di Bacino (*PDB*) (*Approvati con DCP n. 14 del 02/04/2003; Ultima variante approvata: DDG n. 88 del 10/04/2017 entrata in vigore il 03/05/2017; Variante in corso: DDG n.6765 del 02/11/2020*), il bacino idrografico risulta avere una superficie totale di 0.92 km² e le portate di piena al colmo per assegnato tempo di ritorno sono quantificate in Tabella 1-1. Il rio Torbella è anch'esso un affluente del t. Polcevera e il suo bacino è confinante a sud con quello del rio Maltempo. Anche per questo corso d'acqua sono riportate nella medesima tabella le portate di piena al colmo per assegnato tempo di ritorno.

Tabella 1-1: Portate al colmo in funzione del tempo di ritorno per il rio Maltempo e il rio Torbella alle rispettive confluenze nel t. Polcevera, secondo il Piano di Bacino

	rio Maltempo			t. Torbella		
Tr (anni)	50	**200**	500	50	**200**	500
$Q_{colmo}\ [m^3/s]$	25.5	**36.9**	44.4	115	**145**	165

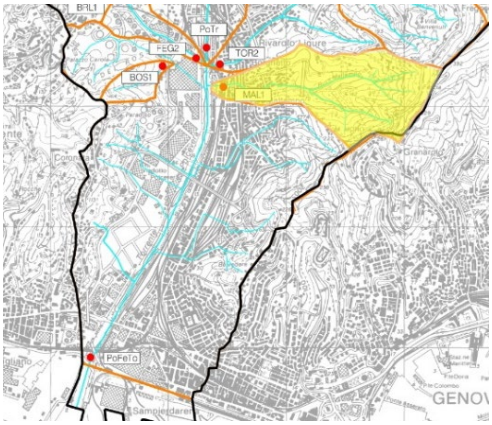


Figura 1-2: PDB - Carta dei Sottobacini – Tavola 213150



Figura 1-3: Rio Maltempo – Morfologia del bacino

In Figura 1-3 si può osservare come nel tempo la morfologia del bacino nella zona di fondo valle sia stata completamente alterata e trasformata in un comparto fortemente urbanizzato. Tale modificazione ha portato alla canalizzazione dell'alveo del rio ed alla successiva tombinatura fino alla confluenza con il T. Polcevera, per dare spazio ad opere viabilistiche, impiantistiche ed alle infra-strutture viarie e ferroviarie necessarie allo sviluppo del comparto. Il tratto tombinato (tratteggiato in rosso) è lungo circa 600 metri. L' urbanizzazione ha portato non solo ad una riduzione di capacità rispetto al preesistente alveo naturale, ma anche alla formazione di numerose interferenze che hanno portato ad ulteriori criticità idrauliche e quindi all'aumento del rischio di insufficienza della tombinatura. Dai rilievi topografici del tratto tombinato eseguiti nell'ambito dello Studio citato, sono emersi significativi restringimenti della sezione idraulica, in particolare in corrispondenza degli attraversamenti delle vie Piombelli (Figura 1-4) e Canepari (Figura 1-5).

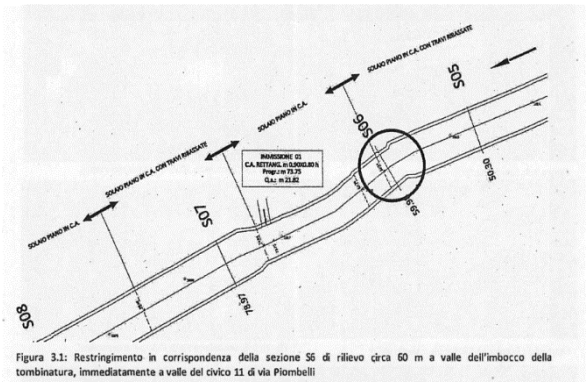


Figura 1-4: Restringimento di sezione in via Piombelli

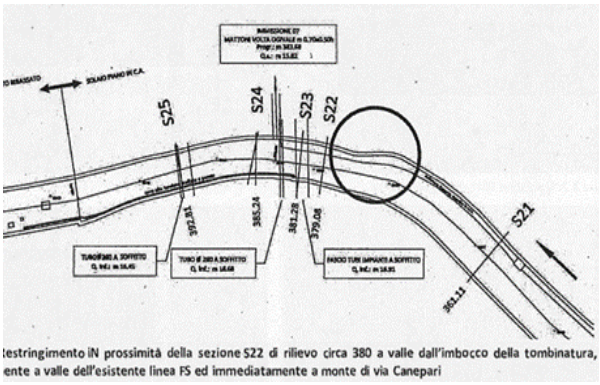


Figura 1-5: Restringimento di sezione in via Canepari

Le ispezioni interne alla tombinatura hanno messo in evidenza l'attuale stato di degrado formatosi anche a causa della presenza di sottoservizi interferenti, che hanno ridotto la sezione idraulica e che provocano in occasione degli eventi più intensi non solo importanti effetti di rigurgito della corrente, ma anche depositi di materiale trasportato (ghiaia e ciottoli, tronchi, altro materiale vario), con l'effetto di ridurre ulteriormente la sezione idraulica, rendendo quindi necessario effettuare frequenti lavori di manutenzione allo scopo di rimuovere tali materiali e ripristinare al meglio la funzionalità idraulica (vedasi Figura 1-6 qui sotto). Dalle verifiche idrauliche effettuate nell'ambito dello Studio comunale, sono emersi sia alcune criticità locali sia la conferma della insufficienza idraulica per eventi con tempo di ritorno elevato.

Con riferimento alla Figura 1-7, risulta che la massima portata alla quale la corrente rimane a pelo libero

non risentendo della presenza dei sottoservizi interferenti sia pari ad 8.0 m³/s (*Figura 1-7 grafico in alto*).

Rimuovendo i sottoservizi, la portata limite diventa pari ad 11 m³/s, oltre la quale si inizia ad avere un funzionamento pressurizzato in certi tratti (*Figura 1-7 grafico al centro*). Si notano in particolare il rigurgito all'altezza di via Canepari ed il rigurgito in via Piombelli, entrambi dovuti a restringimenti di sezione.

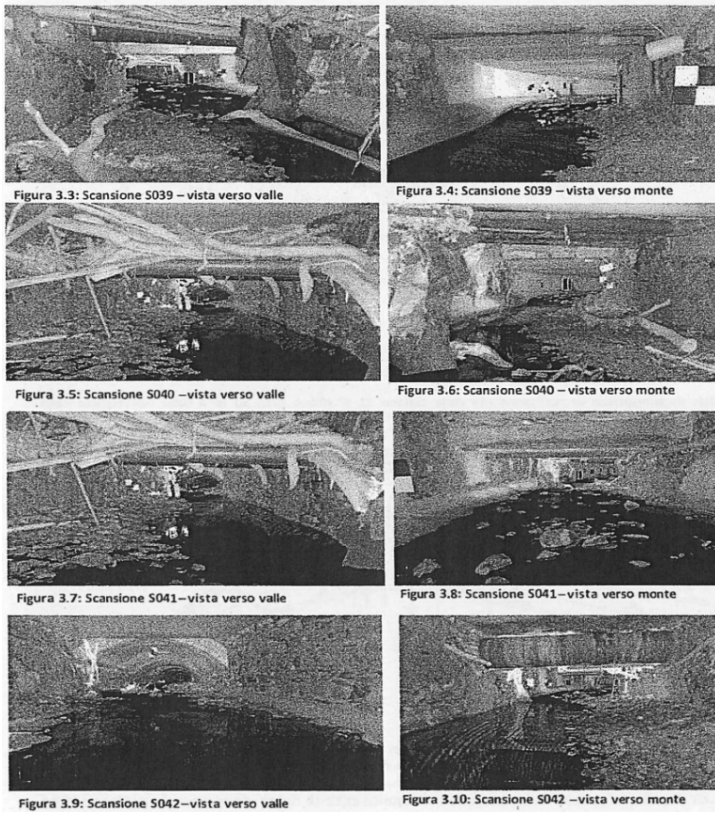


Figura 1-6: Interferenze e materiali depositati nel tratto tombinato

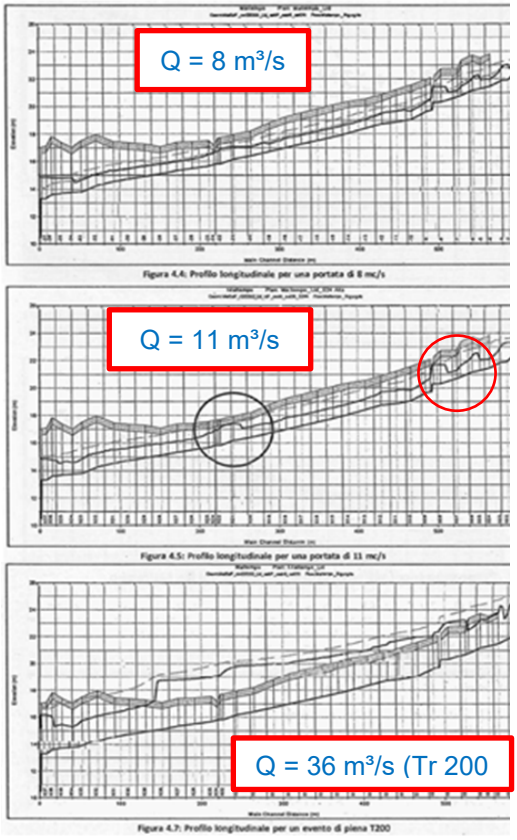


Figura 1-7: profili idraulici del tratto tombinato

La simulazione eseguita per Tr=200 anni (*Figura 1-7 grafico in basso*) utilizzando la geometria rilevata del canale e considerando rimosse tutte le interferenze, mostra il funzionamento in pressione per quasi tutta la lunghezza del tratto tombato e quindi la necessità di opere di adeguamento e ripristino della capacità idraulica richiesta dal Piano di Bacino. Lo Studio Idraulico, richiamando la necessità di eseguire studi di approfondimento anche idrologici e di concerto con l'Autorità di Bacino, propone come possibile soluzione tecnica la rimozione di tutte le interferenze, una riduzione di pendenza al fine di ridurre il carico cinetico, eseguita dall'interno del canale, infine la necessità di mirati interventi di allargamento di sezione.

1.2 Soluzione progettuale individuata

La soluzione progettuale individuata prevede, oltre alla risoluzione delle principali interferenze riscontrate lungo il tratto terminale del Rio Maltempo (cfr. studio Italferr), la realizzazione di un'opera di presa ①, un pozzo di dissipazione del salto ②, una **galleria scolmatrice** ③ dotata di pozzo/i di aerazione, l'opera di confluenza nel T. Torbella ④ e la risistemazione idraulica del tratto terminale del rio fino alla confluenza con il Polcevera ⑤.

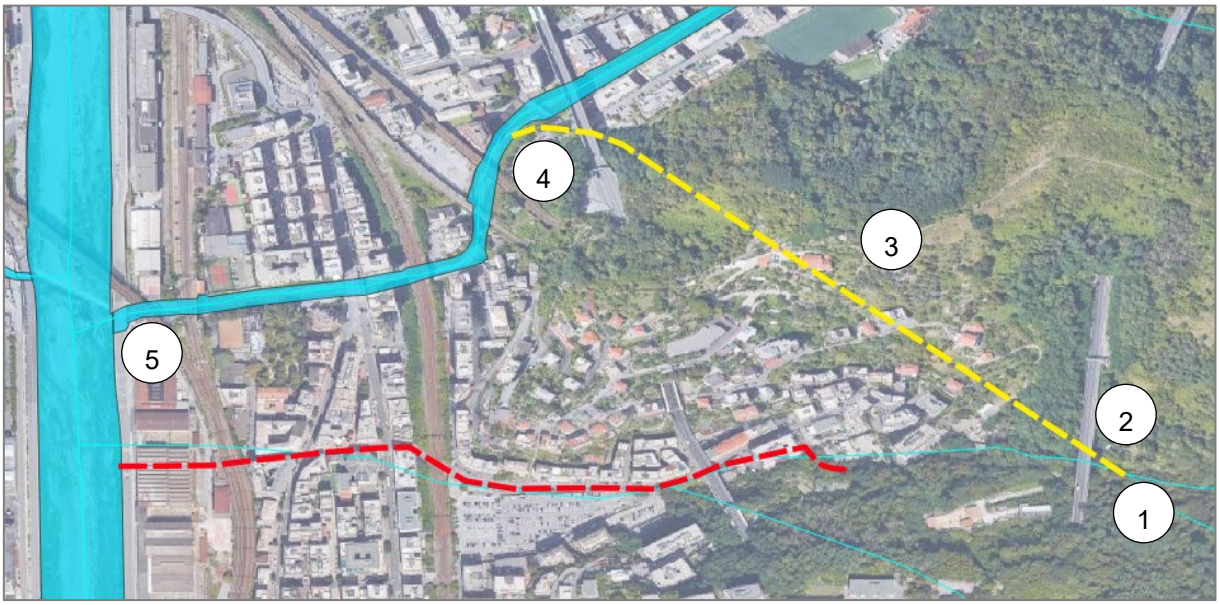


Figura 1-8: Percorso schematico (in rosso: tratto tombato Rio Maltempo; in giallo: nuova galleria scolmatrice)

1.3 Descrizione della soluzione tecnica prescelta

Per risolvere le criticità di sicurezza idraulica del rio Maltempo si prevede di realizzare una **galleria scolmatrice** che consenta la deviazione verso il T. Torbella di tutte le portate in eccesso rispetto alla capacità idraulica attuale della tombinatura esistente rimosse le interferenze, valutata pari a 11 m³/s nello Studio Idraulico di gara, ma con nodo di immissione collocato più a monte. Durante il sopralluogo è stato riscontrato che durante la realizzazione dell'autostrada A7, e nella fattispecie del viadotto di attraversamento della valle del rio Maltempo, il fondovalle è stato colmato evidentemente per limitare l'altezza delle pile (Figura 1-9). Le acque di tutto l'impalcato autostradale vengono raccolte e collettate a monte della colmata.

Tabella 1-2: Sintesi dei vantaggi e svantaggi della soluzione progettuale individuata

VANTAGGI	SVANTAGGI
• mantenimento dell'attuale sezione idraulica nel tratto tombinato; • possibilità di anticipare la messa in sicurezza idraulica e comprimere la durata dei lavori; • intercettazione a monte del tratto tombato del materiale solido ed agevole manutenzione; • cantierizzazioni limitate e puntuali per il tratto tombinato; • agevole manutenzione di tutte le opere; • agevole manutenzione della vasca di deposito, raggiungibile con rampa carrabile; • adeguamento della sezione idraulica del T. Torbella nel tratto di valle	• necessario rivalutare la pericolosità idraulica del T. Torbella e la compatibilità delle nuove opere.



Figura 1-9: Colmata della valle del Maltempo

L'alveo del Maltempo, molto inciso, è intubato per attraversare la colmata. La presenza di vegetazione molto folta e proprietà private non ha consentito di indagare più nel dettaglio sulle modalità di immissione nel tratto intubato e anche il rilievo topografico non è riuscito nei termini di questa fase progettuale a definire con precisione la morfologia dell'area. Anche a causa della stagione piovosa, infatti, l'alveo non era asciutto come accade invece in diversi periodi dell'anno e, per questo motivo, non è stato possibile indagare più nel dettaglio l'area. Questo intervento verrà integrato nella successiva fase progettuale.

Proseguendo verso monte lungo la strada sterrata sita in sponda sinistra del ramo sinistro dei rio (*che origina dal M. Moro – detto Maltempo 1*), si è notato lo stato di degrado dell'alveo, utilizzato in più punti come discarica di inerti. Qualche centinaio di metri più a monte, la strada è sbarrata e diventa privata. All'altezza della sbarra la strada attraversa l'alveo di fatto sbarrando il percorso idraulico. Sul fondo dello sbarramento in pietrame si riscontra una trafilatura di acqua al piede ed a monte dello stesso si nota un accumulo di sedimenti ghiaiosi / ciottolosi (Figura 1-10).



Figura 1-10: Sbarramento dell'alveo ed inizio strada privata

Dato che la presenza della colmata costituisce un ostacolo al naturale deflusso, si è previsto di definire l'ubicazione dell'opera di presa della galleria scolmatrice a monte della colmata.

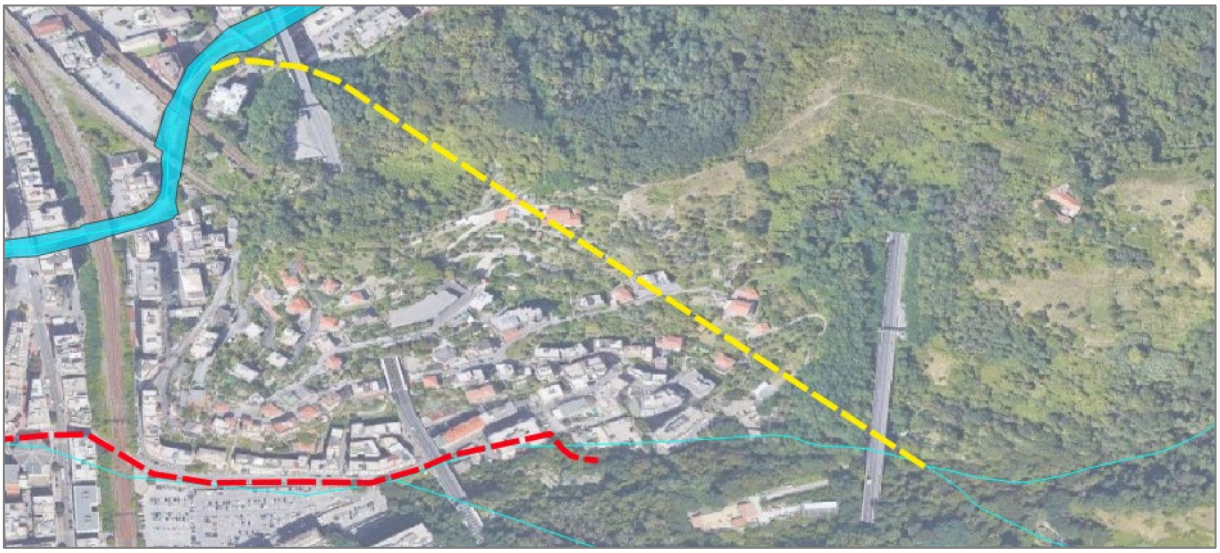


Figura 1-11: Percorso galleria scolmatrice (in rosso: tratti tombinati esistenti; in giallo: galleria scolmatrice)

Questa soluzione progettuale comprende, dunque, le seguenti opere:

- Opere di pulizia dell'alveo del rio Maltempo a monte dell'imbocco. Si prevede una pulizia straordinaria delle sponde del rio in modo da ridurre i rischi di intasamento per effetto della (alberi e arbusti);
- Una vasca di calma e di sghiaiamento con manufatto di imbocco e di ripartizione delle portate. Sulla base della definizione della portata di progetto pari a $Q = 26\ m^3/s$ si descrivono in seguito le caratteristiche geometriche del manufatto d'imbocco, mentre riguardo alla vasca di calma e di sghiaiamento, non disponendo del rilievo topografico completo dell'area, verrà dimensionata nel dettaglio nella successiva fase progettuale. In ogni caso, la sua lunghezza e profondità verranno studiate in modo da consentire la sedimentazione di materiale solido e la sua agevole rimozione. Il materiale flottante di grosse dimensioni verrà intercettato da un pettine che si prevederà a monte della vasca. Seguirà il manufatto di imbocco, che consentirà di convogliare le portate eccedenti la capacità della tombinatura verso la galleria scolmatrice, mentre si descrive nel seguito la previsione di una luce di fondo che introduce una condotta di bypass, la quale si riconnette all'alveo naturale a valle e consente il mantenimento della continuità longitudinale in termini di portate minime;
- immediatamente a valle un pozzo di caduta con dissipazione del salto pari a circa 27 m. Per il pozzo di caduta lo Scrivente propone di realizzare un modello fisico al fine di attestarne le caratteristiche e le prestazioni. Il pozzo, il cui dimensionamento idraulico viene riportato nel seguito, si prevede dotato di aeroforo per minimizzare i fenomeni di cavitazione e di *choking* della vena fluida nella galleria;
- una galleria idraulica facilmente accessibile da valle, lunga circa 543 m avente pendenza pari al 0.4%, nella quale si instaura un moto a pelo libero in corrente lenta di adeguata sezione ed altezza in modo da consentirne la agevole manutenzione da valle. Si è previsto, inoltre, la realizzazione di un pozzo aeroforo intermedio;
- Un manufatto di sbocco che sarà dotato di panconi per manutenzione. Dal momento che essa si presenta a monte di un tratto in curva del t. Torbella, si è prestata attenzione all'idraulica della

confluenza;

- Opere di protezione dell'alveo del T. Torbella alla confluenza. Sono necessarie opere di miglioramento delle sponde e del fondo dell'alveo nella zona innesto e di valle della confluenza tramite l'inserimento di corazzamenti (ad esempio scogliere annegate);
- Opere di miglioramento spondale e riprofilatura del fondo dell'alveo del Torbella;
- Per quanto riguarda invece le opere da realizzare per l'adeguamento della tombinatura esistente nel tratto antropizzato del rio Maltempo di valle, si prevede la rimozione di tutte le interferenze dei sottoservizi, in modo da garantire il ripristino completo dell'attuale sezione idraulica. Inoltre, si prevede la pulizia e la manutenzione straordinaria della superficie interna della tombinatura nelle zone che risultassero particolarmente degradate o soggette a fenomeni di erosione.

1.4 Considerazioni idrologico-idrauliche a supporto della scelta della galleria scolmatrice

Il presente progetto prevede concettualmente di afferire al bacino del T. Torbella le portate eccedenti della parte alta del bacino del rio Maltempo, riducendo di conseguenza l'entità delle portate di piena transitanti nel tratto urbano tombinato del rio Maltempo. La superficie del bacino del T. Torbella è di circa 5 km², mentre quello del rio Maltempo è di circa 0.92 km², di cui circa 0.65 km² alla sezione di chiusura data dall'immissione nel tratto tombato. I risultati dello studio idrologico condotto nell'ambito del presente progetto stimano in circa 26 m^3/s la portata di piena al colmo prodotta nella porzione di bacino naturale del rio Maltempo per un tempo di ritorno di 200 anni (per i dettagli di calcolo si rimanda alla relazione idrologica). Questa portata risulta essere generata, tuttavia, da un evento critico per il bacino "alto" del rio Maltempo, la cui estensione è minore di quello del rio Torbella. Tale portata si riduce leggermente nel caso in cui si consideri un evento di durata critica per il bacino del rio Torbella, per il quale lo studio stima una portata di piena al colmo di 145 m^3/s. Dalla sovrapposizione degli idrogrammi di piena generati nel bacino del rio Torbella e nel bacino naturale del rio Maltempo in quest'ultima condizione, e tenuto conto del trasferimento della portata del rio Maltempo attraverso la galleria scolmatrice identificata come soluzione progettuale, si prevede una portata di piena al colmo in transito nel rio Torbella pari a 164 m^3/s.

Scopo della presente analisi idraulica risulta, dunque, quello di verificare la sicurezza idraulica del t. Torbella nello stato di fatto e nello stato di progetto, tenendo in considerazione una portata di progetto duecentennale del rio Torbella e della somma tra quest'ultima e del contributo proveniente dalla galleria scolmatrice.

1.5 Definizione delle alternative progettuali per la sistemazione del t. Torbella

Negli allegati alla relazione generale del PdB del t. Polcevera sono riportate le verifiche idrauliche condotte per il t. Torbella nel tratto terminale. Le sezioni individuate sono riportate nel seguente estratto dalla Tavola contenente la carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati, dove viene anche individuato il punto di confluenza della nuova galleria scolmatrice (Figura 1-12).

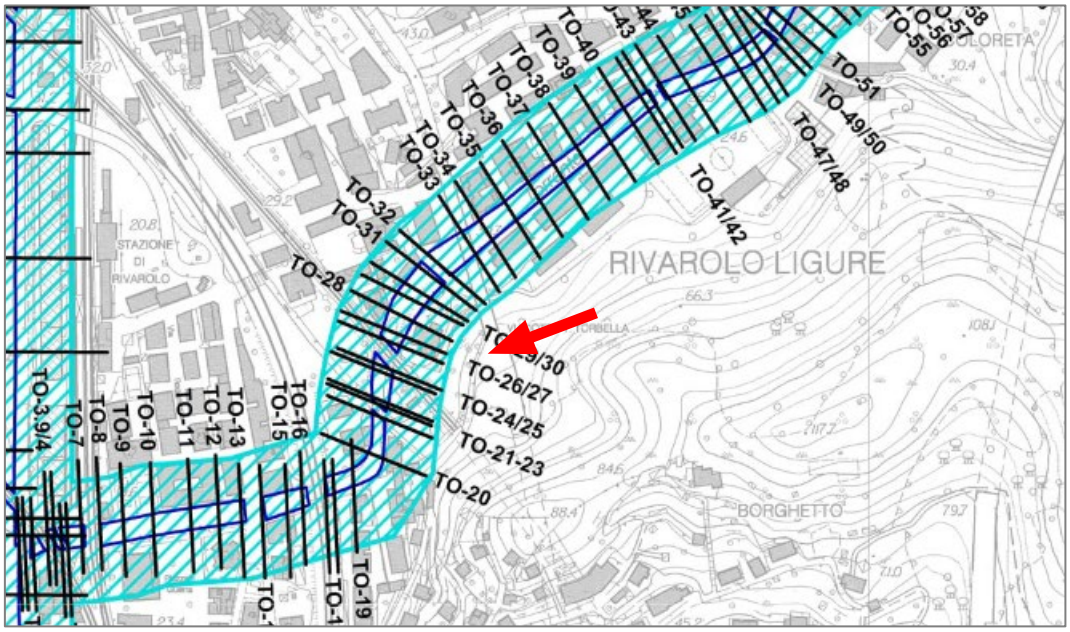


Figura 1-12: Sezioni idrauliche di verifica del T.Torbella (PdB) e punto di confluenza galleria scolmatrice (in rosso)

Il profilo idraulico nel tratto di interesse è mostrato in Figura 1-13.

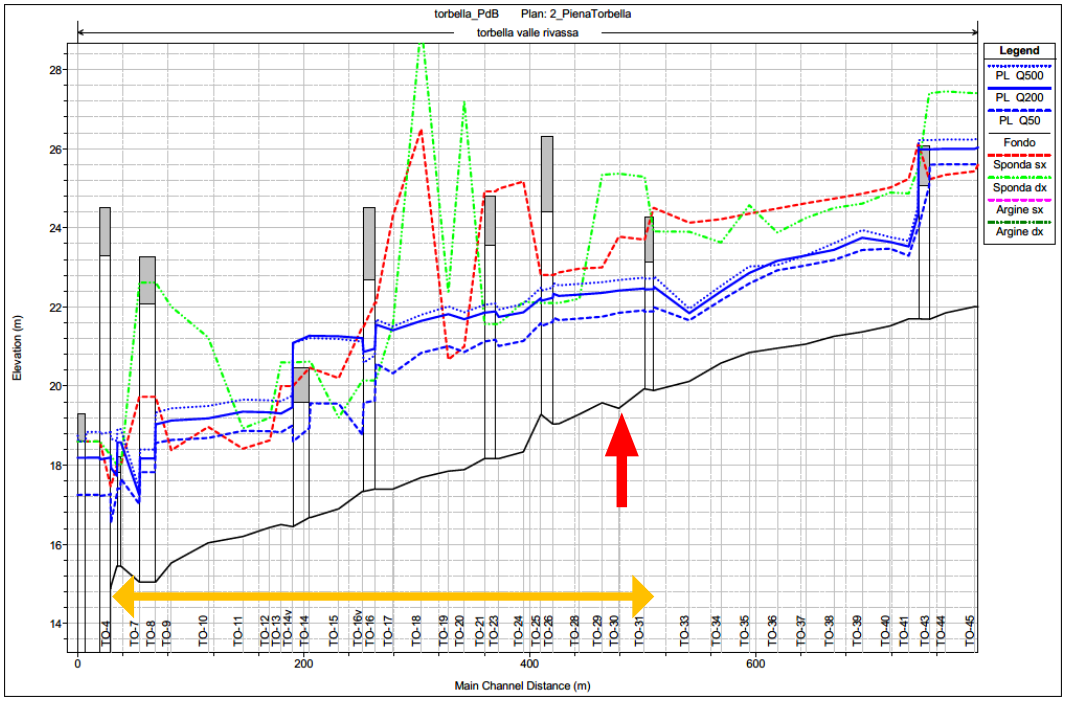


Figura 1-13: PDB - Profilo idraulico t.Torbella (linea azzurra continua: tiranti idrici TR200; linee tratteggiate rossa e verde: quota delle sponde)

Con la freccia rossa si indica la confluenza dell'ipotizzato scolmatore del rio Maltempo, mentre con la freccia gialla l'estensione del tratto di interesse ai fini della verifica idraulica.

La portata duecentennale di progetto del T. Torbella nel tratto indagato è pari a 145 m³/s, verificata anche per mezzo dell'analisi idrologica parte del presente progetto. Si rileva che le principali criticità del tratto sono date dall'insufficienza della capacità idraulica del ponte di via Canepari (a due campate, Sezione TO-14), che genera un rigurgito di circa 1.7 metri e dal rigurgito provocato dal ponte ferroviario immediatamente a valle (a due campate, sezione TO-8).

Come migliorie generali rispetto alle criticità riscontrabili vengono proposte le seguenti proposte progettuali vengono indagate e verificate nel seguito della presente relazione, che permettono la risoluzione di problemi di sicurezza idraulica:

1. Abbassamento del fondo alveo a partire dal salto di fondo a monte della foce nel Polcevera, risalendo fino alla sezione prevista come sbocco dello scolmatore;
2. Rifacimento del Ponte Canepari e della passerella pedonale in prossimità della foce nel t. Polcevera.

In prima battuta, è stata valutata la possibilità di prevedere la realizzazione di una proposta alternativa all'altra. La prima proposta progettuale di abbassare il fondo alveo (qualitativamente esposta in Figura 1-14), infatti, apporterebbe importanti benefici, in quanto consentirebbe alla portata di transitare attraverso la sezione del Ponte Canepari senza provocare il funzionamento in pressione del manufatto. L'entità dell'abbassamento varia in funzione della sezione e verranno studiate nel seguito della presenta relazione soluzioni che ipotizzano una diversa pendenza di progetto da assegnare all'alveo in questo tratto.
La seconda proposta progettuale di rifacimento del Ponte Canepari, apporterebbe ulteriori importanti benefici, in quanto l'eliminazione dell'attuale pila centrale consentirebbe un guadagno in termini di sezione idraulica ed eliminerebbe l'effetto di rigurgito a monte.
Inoltre, l'abbassamento dei tiranti idraulici per via delle migliorie proposte consentirebbe di avere maggiori velocità e quindi una mitigazione nella tendenza al deposito dei sedimenti, che peraltro apparirebbe causata dalla presenza di detriti accumulatisi sotto la campata del ponte ferroviario più a valle, prima della confluenza del Torbella col Polcevera, e che si intende risolvere nell'ambito della presente progettazione.

A seguito di alcuni calcoli idraulici preliminari e di considerazioni sulle opere già presenti nel contesto, è stato scelto di adottare una proposta progettuale che metta insieme entrambe le due citate: l'abbassamento dell'alveo del t. Torbella, di entità differente a seconda del tratto considerato, è strettamente necessario, in quanto già nella situazione dello stato di fatto in più sezioni si verificano esondazioni con la portata di progetto e, dunque, un incremento della stessa a seguito dello sbocco dello scolmatore, accentua ulteriormente, anche se di poco, questo problema. Tuttavia, questo intervento di riprofilatura dell'alveo deve tenere in considerazione il fatto che le opere di difesa spondale possono essere danneggiate o la loro stabilità può essere messa in crisi da un eccessivo scavo del fondo del corso d'acqua.

Per questo motivo, si è scelto di valutare uno scavo ponderato dell'alveo ed una riprofilatura, mostrata nel seguito, che consenta di non arrecare danni a queste opere. In queste condizioni, la previsione del rifacimento del ponte di via Canepari con l'eliminazione della pila in alveo permette di ridurre notevolmente il livello idraulico a monte dello stesso. Riguardo invece la passerella pedonale più a valle, sebbene meno influente come restringimento, si troverebbe in una sezione dove il livello del fondo verrebbe notevolmente abbassato, per consentire il raccordo tra il profilo di progetto e l'alveo a valle. Perciò la sua pila centrale rimarrebbe comunque un ostacolo e si troverebbe con un fondo molto più basso dell'attuale con la fondazione eccessivamente scoperta.

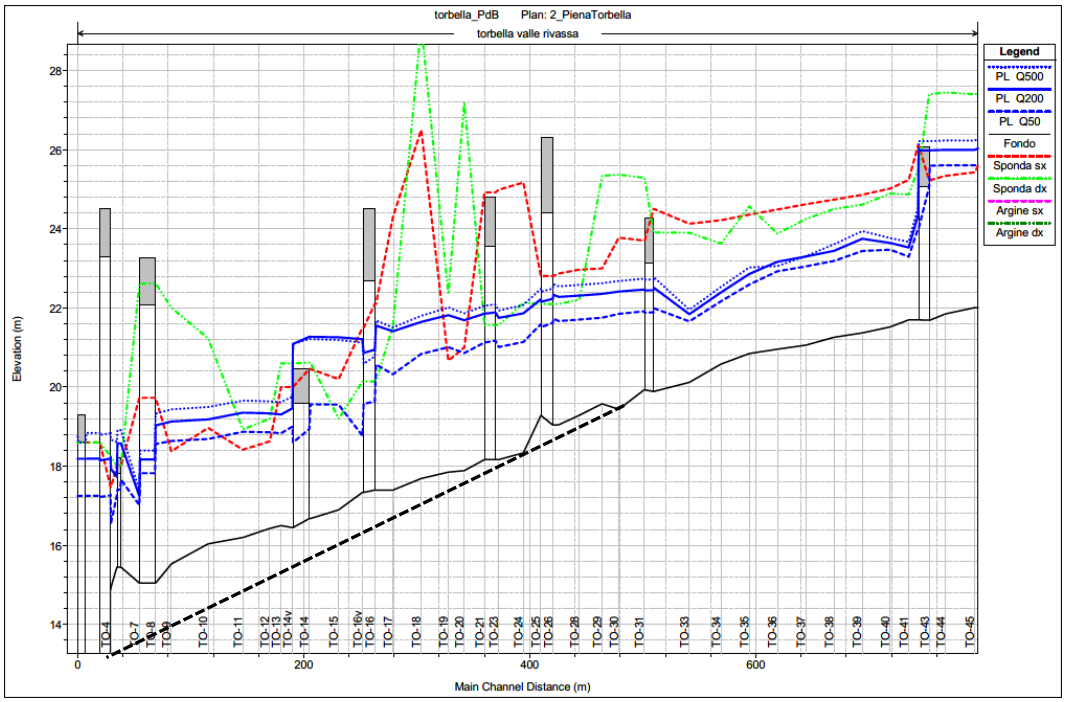


Figura 1-14: Nuovo profilo qualitativo del fondo del t. Torbella (linea nera tratteggiata)

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in studio ricade nella porzione occidentale della città di Genova in corrispondenza del quartiere di Rivarolo, in sinistra idrografica del torrente Polcevera.

La morfologia è collinare tipica del genovese, interrotta al piede dall'ampia spinata alluvionale del torrente Polcevera, larga in questo tratto fino a 900 m, avente orientazione circa nord sud ed il cui corso è regimato e delimitato da argini artificiali. I rilievi collinari sono solcati dagli affluenti dello stesso Polcevera che nell'ambito dell'area in studio sono il Rio Maltempo e il Rio Torbella, aventi direzione circa E-W o NE-SW. Il Rio Maltempo come molti corsi d'acqua della città è tombato nella parte terminale in ambito urbano, mentre il Rio Torbella scorre a cielo aperto delimitato comunque da muri e/o argini artificiali.

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare (IGM) ricade nella tavoletta 82-II-NE in scala 1:25.000 "Sestri Ponente". Nella Carta Tecnica Regionale della Liguria in scala 1:10.000 nel foglio 213150.

In figura seguente si riporta una corografia a grande scala tratta dal Geoportale della Regione Liguria con ubicazione della galleria idraulica e del reticolo idrografico principale.

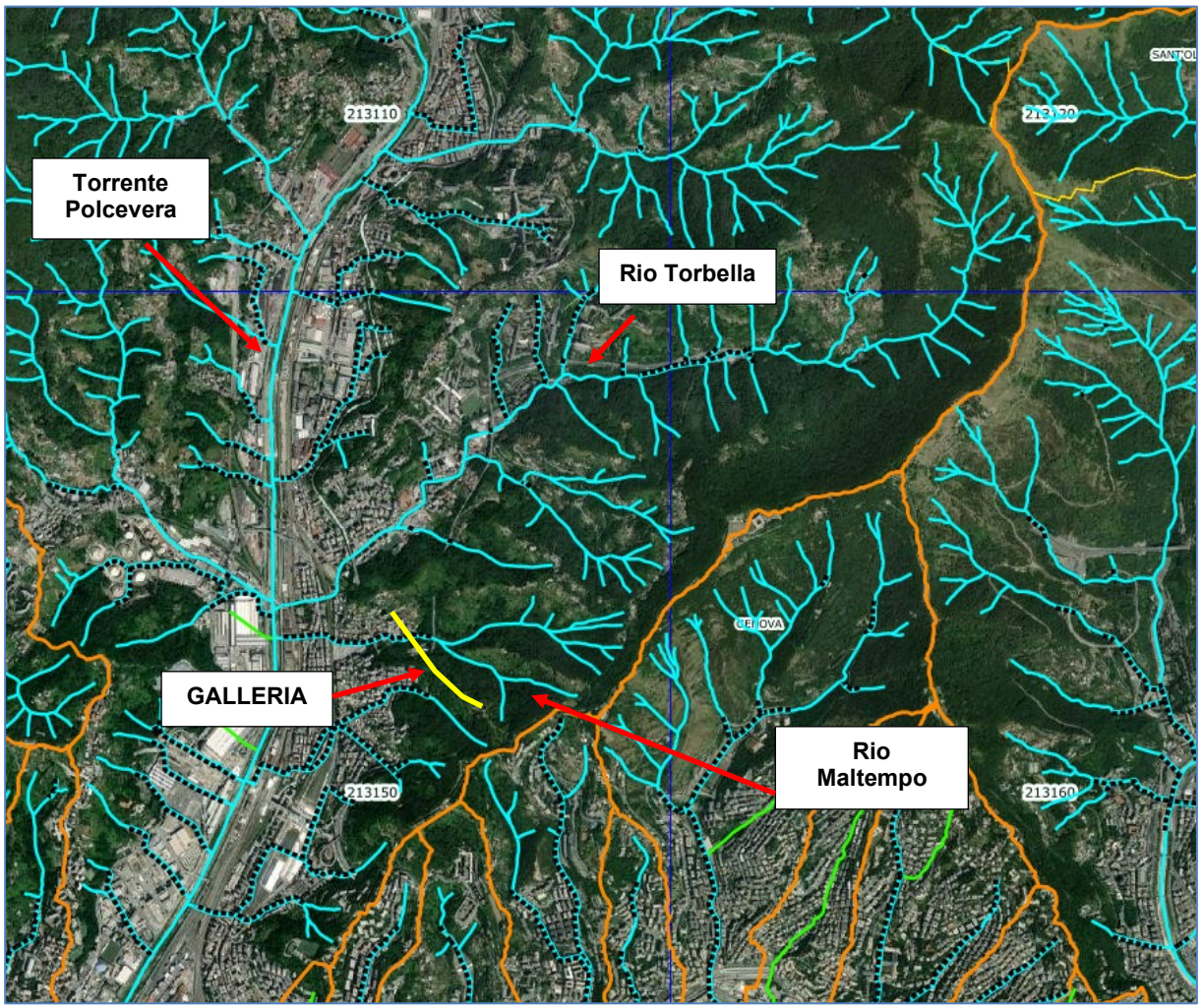


Figura 2-1 Corografia a grande scala con ubicazione della galleria idraulica di derivazione del Rio Maltempo (Geoportale Regionale)

3. ATTIVITÀ DI STUDI E INDAGINI

3.1 Rilievo topografico

I dati a disposizione a priori rispetto alle attività del presente Progetto erano basati sulla Carta Tecnica Regionale, realizzata in scala 1:5000, e sul Modello Digitale del Terreno regionale di maglia 5x5 m. Entrambe questa basi cartografiche erano liberamente disponibili. Sebbene tali dati siano stati molto utili a supporto di una serie di attività di analisi preliminari e anche definitive in questa progettuale, per altre attività è stato necessario ricorrere alla realizzazione di un rilievo topografico. Ad esempio, per l'analisi dei profili dell'intera opera della galleria scolmatrice è stata utilizzata la CTR e nell'ambito dello studio idrologico è stato sufficiente disporre del DTM 5x5 per la definizione dei parametri morfometrici del bacino del rio Maltempo e del torrente Torbella.

Per una definizione più precisa delle quote delle aree di intervento, ovvero le aree di imbocco e sbocco della galleria scolmatrice e l'alveo del t. Torbella, è stato necessario ricorrere ad un rilievo topografico. In questo modo, è stato possibile definire la soluzione progettuale, la sua compatibilità con il territorio esistente e le variazioni che si determinano tra lo stato di fatto e quello di progetto.

L'obiettivo iniziale del rilievo topografico delle aree d'intervento era quello di:

- Determinare le quote dell'area dove si prevede di realizzare la presa del rio Maltempo a monte dell'omonimo viadotto autostradale, che risulta essere difficilmente accessibile a causa della densa vegetazione arbustiva ed arborea. In questo modo, si sarebbe potuto procedere alla definizione dell'area in cui è stato riscontrato che a monte dell'ubicazione prevista dell'opera di presa è presente la confluenza tra le due aste principali della porzione alta del bacino del rio Maltempo, sia durante i sopralluoghi condotti che dalla visione dell'idrografia regionale e nello studio idrologico;
- Definire le quote dell'area urbanizzata in sinistra idraulica del t. Torbella dove si prevede la realizzazione dello sbocco della galleria scolmatrice e del manufatto di connessione con il t. Torbella;
- Definire le quote dell'alveo del t. Torbella nel tratto in cui si prevede la riprofilatura del fondo, oltre che delle opere spondali e delle pile dei ponti che poggiano nell'alveo stesso.

Di questi tre punti è stato possibile ottenere il rilievo dettagliato delle aree descritte nel secondo e nel terzo punto, ovvero l'area di sbocco della galleria e il fondo alveo e opere del t. Torbella. Al contrario, a causa delle non favorevoli condizioni meteo del periodo e del tempo ridotto a disposizione in cui si è sviluppata questa fase progettuale, oltre che per la difficoltà nell'accedere alla zona prevista per l'ubicazione dell'opera di presa della galleria scolmatrice, non è stato possibile completare il rilievo di questa area. I punti che è stato possibile quotare sono stati ritenuti troppo ridotti per una descrizione dettagliata dell'area e se ne prevede l'integrazione e la definitiva elaborazione nella successiva fase progettuale. Per ovviare a questo problema, le quote utilizzate in questa area si rifanno alla CTR, che è stata ritenuta comunque sufficientemente di dettaglio per ottenere una rappresentazione adeguata alla presente fase progettuale.

3.2 Geologia e Geotecnica

Dalla nutrita documentazione bibliografica consultata e dai rilievi geologici di campo eseguiti risulta che le unità geologiche affioranti in sinistra del Polcevera sono rappresentate da Flysch in facies torbiditica riferibili

al Dominio Ligure con grado metamorfico basso o bassissimo, sui quali poggiano terreni di copertura quaternari. In particolare, in corrispondenza ed immediato dell'area di progetto si riscontrano:

- Unità tettonica di Ronco;
- Unità tettonica di Montanesi;
- Depositi alluvionali e colluviale o riporti.

In figura seguente si riporta uno stralcio della carta geologica d'Italia in scala 1:50.000 centrato nell'area compresa fra il Rio Maltempo ed il Torbella.

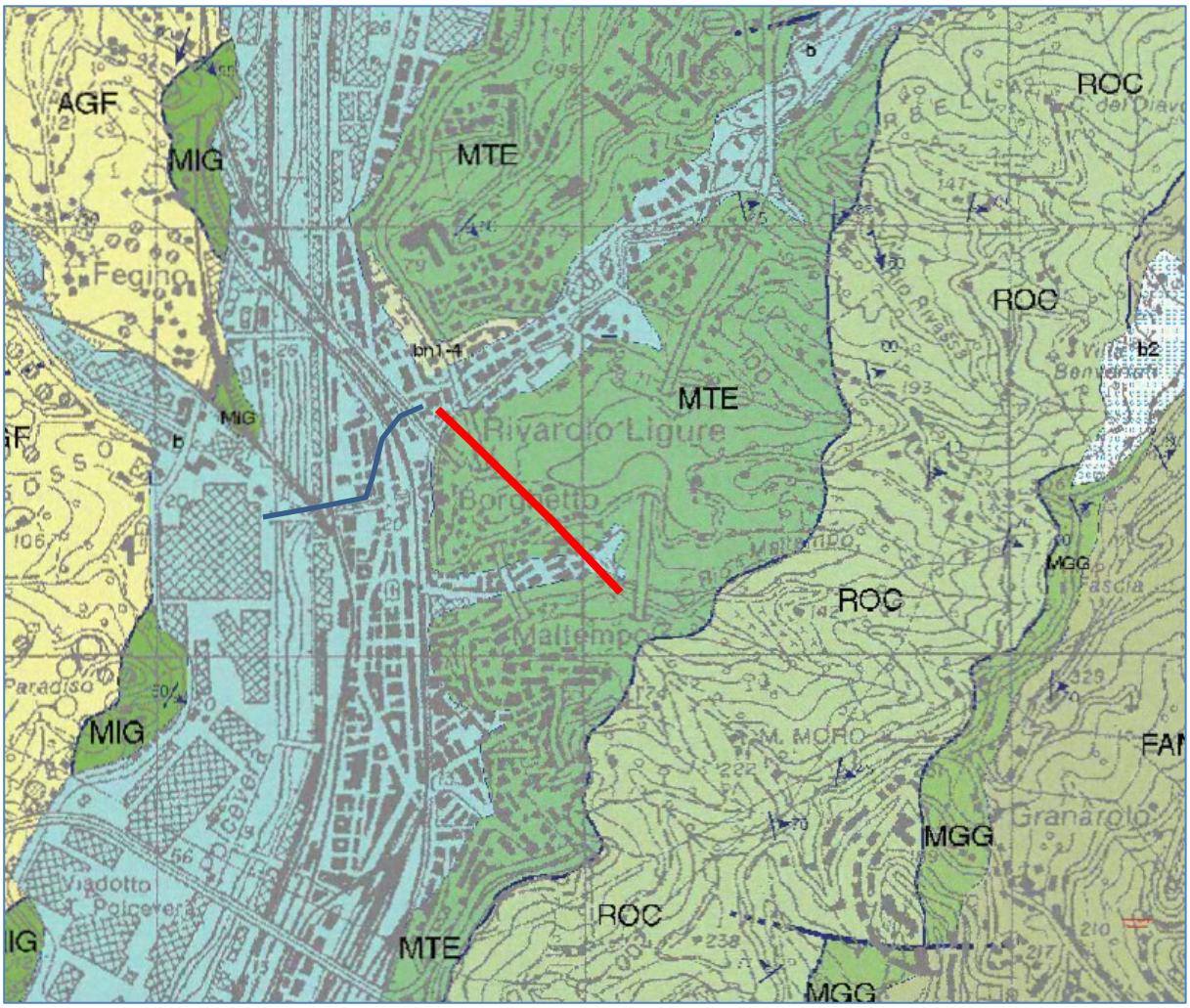


Figura 3-1 Stralcio carta geologica d'Italia Foglio 213-230 Genova con evidenza delle opere in progetto. In rosso la galleria ed in blu la sistemazione del Torrente Torbella a valle della confluenza. Legenda: MTE = unità di Montanesi. ROC = Unità di Ronco.

L'unità di Ronco affiora nella dorsale che da Sampierdarena sale verso Fregoso ed è geometricamente compresa fra l'Unità Montanesi al letto e l'Unità Antola al tetto. Comprende la **formazione di Ronco** (Santoniano Sup. - Campaniano Inf) che affiora a monte delle aree di progetto, ed è delimitata da contatti tettonici al tetto ed a letto. Le giaciture sono mediamente orientate verso Est. Caratterizzata da un metamorfismo di anchizona consiste in una alternanza di siltiti marnose, areniti fini ed argilliti in strati da centimetrici a decimetrici. Lo spessore, difficilmente quantificabile a causa delle pieghe sovrapposte; è

ipotizzato da Marini (1998) tra 250 e 350 m, mentre Ellero (2000) riporta uno spessore apparente di circa 2.000 m.

L'Unità tettonica Montanesi affiora estesamente lungo il versante in sinistra idraulica del torrente Polcevera dal fondovalle fino al contatto tettonico con l'Unità tettonica Ronco. Il limite superiore non è mai direttamente osservabile ma si assiste ad un progressivo incremento del grado di disturbo tettonico (scompaginazione degli strati e clastesi). Il limite inferiore con l'Unità tettonica Mignanego, anch'esso tettonico, è coperto dalle alluvioni di fondovalle del Polcevera. Comprende la sola **formazione delle Argilliti di Montanesi** (Cenomaniano-Turoniano – Cretaceo inf) che consistono in argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere, solo raramente policrome, in strati da centimetrici a pluri-decimetrici, con intercalazioni di arenarie siltose fini laminate, grigie, di spessore da centimetrico a pluri-centimetrico. Il rapporto arenaria/pelite è mediamente pari a 1:10. Sono presenti numerose vene di quarzo di spessore centimetrico. Le superfici di laminazione sono lisce, con ossidazione superficiale e sviluppo di patine limoso-argillose. La stratificazione raramente appare poco disturbata, e dove questo si verifica le giaciture sono vergenti mediamente verso Est. Localmente si osserva una pseudo-stratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio con interruzione della continuità degli strati arenacei, sempre con immersione verso i quadranti orientali e vergenza mediamente verso Ovest. La foliazione suddivide l'ammasso in lithons di aspetto scaglioso interessati da fenomeni di pedogenesi fino a 5-6 m di profondità.

Depositi alluvionali antichi ed attuali (Olocene -Attuale) sono composti da ciottoli anche grossolani con ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbioso-limosa e sabbioso-argillosa da scarsa ad abbondante. Talora sono presenti blocchi e/o lenti di materiali fini sabbioso limosi o limoso sabbiosi. Occupano la piana alluvionale del torrente Polcevera e perimetrano l'alveo del Rio Torbella dalla confluenza nel Polcevera verso monte sino a nord di Fischi. La composizione litologica, coerentemente con le litologie affioranti nel bacino, è data da prevalenti argilliti e argilloscisti.

Coltri eluvio colluviali (Olocene) sono depositi continentali di versante e di alterazione del sottostante substrato, di cui rispecchiano la composizione litologica. Sono composte da clasti argillitici di dimensioni eterometriche in abbondante matrice limoso sabbiosa o limoso argillosa; talvolta risultano pedogenizzate e possono inglobare elementi grossolani mobilizzati da processi di versante. Derivanti da fenomeni di erosione, alterazione e limitato (o assente) trasporto, ricoprono diffusamente il substrato argillitico per spessori che nella cartografia di pianificazione territoriale, e con buon riscontro dai rilievi di campagna, sono variabili fra 0,5 – 3 m.

Riporti (attuale) sono materiali eterogenei ed eterometrici, generalmente a composizione ghiaioso sabbiosa in matrice limosa e limoso- argillosa con presenza di frammenti di laterizi e resti vegetali, messi in opera per spianare le aree e favorire lo sviluppo del tessuto urbano. Per composizione litologica possono talvolta essere difficilmente distinguibili dalle coltri eluvio colluviali in posto.

Dal quadro informativo desunto, e come rappresentato nella carta geologica e nel profilo geologico alleati al progetto, la galleria di derivazione idraulica con relativa opera di presa si svilupperà interamente nelle argilliti di Montanesi, una formazione strutturalmente complessa caratterizzata da valori di resistenza relativamente modesti, una marcata fissilità e scagliosità, elevata alterabilità con decadimento delle resistenze in caso di contatto prolungato con l'acqua. La giacitura è immergente verso Est o Sud Est, il che considerando una direzione di scavo da valle verso monte significa condizioni a reggipoggio rispetto al

versante. Tale condizione è favorevole solo all'apparenza poichè la fissilità di cui sopra, e una struttura fortemente deformata, potranno determinare nel corso dello scavo le più svariate intersezioni fra discontinuità strutturali e le superfici di scavo. L'ammasso attraversato è lapideo con un comportamento elastico perfettamente plastico e cioè, raggiunta la resistenza massima, manifesta deformazioni continue senza variazione dello stato tensionale e di volume (angolo di dilatanza nullo). Dalla cartografia geologica non risulta la presenza di faglie evidenti; ciononostante si ritiene comunque assai probabile che lo scavo attraverserà fasce maggiormente fratturate fino a brecciate, più frequenti probabilmente nella parte alta della formazione e quindi verso l'opera di presa, avvicinandosi al limite tettonico con l'unità di Ronco.

Il valore di GSI è influenzato dalla fissilità della roccia, da una complessa storia geologica e da numerose discontinuità strutturali variando fra 25 e 30, con punte minime di 20-22 nelle zone di alterazione per pedogenesi o di attesa maggiore fratturazione.

Dalla classificazione di Bieniawsky si è previsto un RMR indicativamente variabile fra 15 e 30, attribuibile nel primo caso ad una classe IV molto scadente e nel secondo ad una V classe scadente.

La resistenza a compressione della roccia si orienta attorno a valori medi di 19-20 MPa, che si riducono a 5 MPa per le zone alterate e/o molto fratturate di faglia

Gli scavi di riprofilatura lungo il torrente Torbella andranno ad interessare depositi alluvionali prevalentemente ciottoloso ghiaioso sabbiosi in debole matrice sabbiosa, con possibili e subordinate intercalazioni limoso sabbiose.

Dal punto di vista geomorfologico non risultano condizioni di particolare vincolo in corrispondenza e immediato intorno delle opere, fatta eccezione per le elevate pendenze medie dei versanti. A monte dell'opera di presa, anche per effetto dell'affioramento della più "tenera" ed alterabile formazione di Ronco, lungo i versanti che si affacciano sui due rami del Rio Maltempo sono cartografate alcune frane prevalentemente superficiali tipo soil slip, e meno frequentemente per scivolamento (vedi figura seguente) che interessano le coltri di copertura e/o la porzione corticale della coltre di alterazione, oltre a fenomeni di erosione superficiale. Erosione in alveo è cartografata in diverse tratte del Rio Maltempo per effetto delle elevate pendenze longitudinali e della natura erodibile dei materiali. Questi elementi non interferiscono direttamente con le opere, se non per il fatto che in occasione di fenomeni meteorici particolarmente intensi potrebbero determinare un trasporto solido verso l'opera di presa. Una frana di piccole dimensioni messa in sicurezza con una copertura in geostintetico, rete, chiodi e reticolo di funi è stata individuata a margine di Via Fasciotti a nord dello sbocco della galleria. La distanza è tale da non creare pregiudizi o condizionamenti alle opere. Una seconda frana di piccole dimensioni è riscontrabile lungo via Pontetti, a valle dell'opera di presa in sinistra idraulica del Rio Maltempo; anche in questo caso la posizione non crea pregiudizio ai lavori in progetto, ma una sua riattivazione potrebbe scaricare materiale nell'alveo del Torbella in un punto dove questi è piuttosto ristretto.

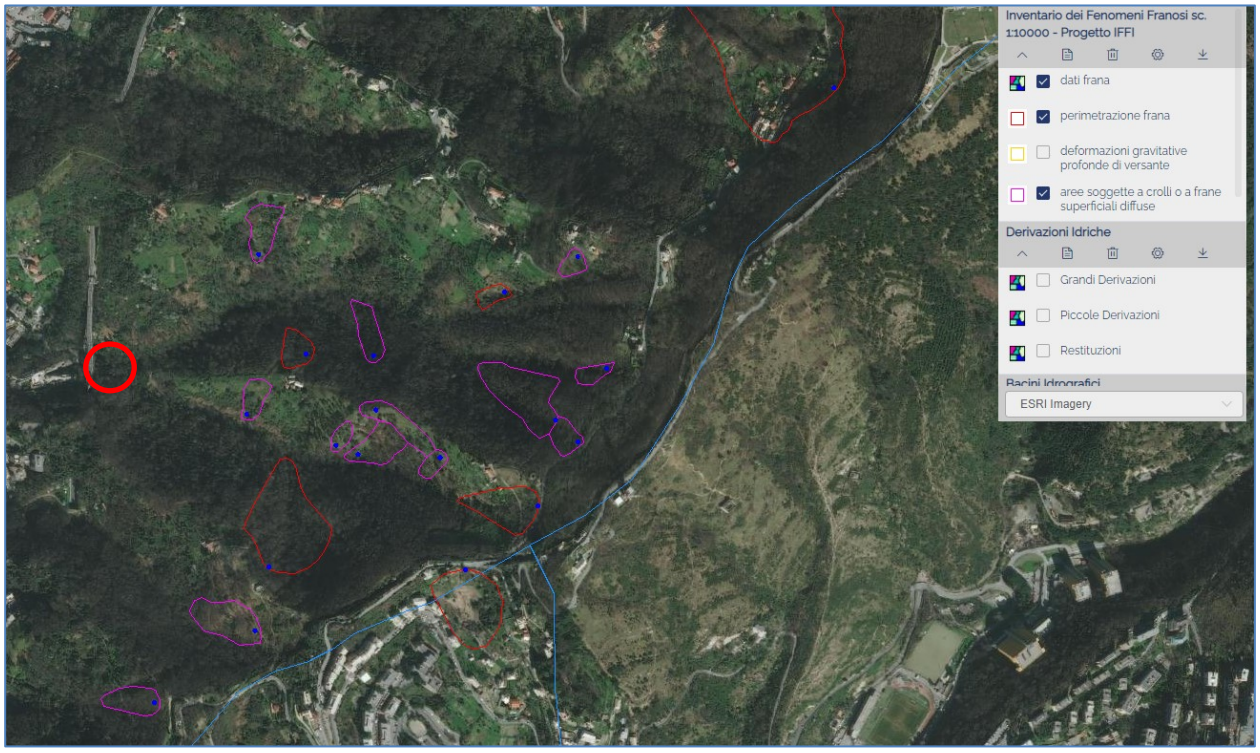


Figura 3-2 Frane censite lungo il Rio Maltempo a monte dell'opera di presa. In colore rosso frane per scivolamento o scorrimento. In viola frane superficiali tipo soil slip. Nel cerchio rosso l'opera di presa (fonte: Geoportale Regionale - stralcio)

Dal punto di vista idrogeologico la formazione delle argilliti di Montanesi, entro cui si sviluppa la galleria, è sostanzialmente impermeabile. Non sono censite sorgenti entro e nell'intorno dei lavori. In fase di scavo la roccia si presenterà da asciutta a umida, ma non mancheranno tratte con condizioni di stillicidio più o meno intenso specie in corrispondenza di fasce maggiormente fratturate e/o dell'intercettazione di intercalazioni arenacee. Le quantità d'acqua intercettate saranno tali da non condizionare direttamente le operazioni di scavo, anche tenuto conto che la pendenza della galleria diretta verso valle ne favorisce lo smaltimento. Tecnicamente però si dovrà fare sempre in modo di allontanare tali acque evitandone accumuli in sotterraneo che potrebbero compromettere la stabilità della sezione e dei rivestimenti a causa della comprovata alterabilità e degradabilità della roccia proprio a contatto con l'acqua.

Nell'alveo del Rio Torbella la falda è attesa a profondità nell'ordine di 3-4 m da p.c. o superiori, ma a seguito di eventi meteorici particolarmente intensi può affiorare. La sua vulnerabilità idrogeologica è elevata e di ciò si dovrà tener conto nell'esecuzione dei lavori in alveo. Alcuni pozzi per acqua sono censiti in prossimità della confluenza fra il Torbella ed il Polcevera.

Dal punto di vista sismico il riordino della normativa nazionale inizia con l'ordinanza n° 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", che fissa le regole per l'identificazione dei comuni sismici e definisce nuove norme costruttive. In quest'ambito il territorio nazionale è suddiviso in quattro zone sismiche, di cui la prima è quella a maggiore pericolosità. Ciascuna zona è caratterizzata da un fissato intervallo di accelerazioni previste al suolo e da uno spettro di risposta. L'Ordinanza 3274 conferma la modesta pericolosità sismica di buona parte della Liguria ed inserisce il Comune di Genova in zona 4 (quella a minore sismicità su base nazionale).

Con Delibera della Giunta Regionale della Liguria 1362 del 19 novembre 2010 viene apportata una diversa attribuzione di classe di sismicità all'interno del territorio Comunale per cui l'unità urbanistica di Rivarolo nella quale ricade il sedime di progetto, e con essa altre 60 unità urbanistiche del territorio cittadino rimangono in zona 4 a sismicità molto bassa, mentre le 11 unità urbanistiche più settentrionali ed orientali vengono inserite in zona 3 a sismicità bassa. Con successiva DGR 216 del 17.03.2016 viene aggiornata la classificazione sismica del territorio della Regione Liguria; per effetto di tale aggiornamento si ha il passaggio dell'intero Comune di Genova in Zona Simica 3 a bassa sismicità.

Secondo l'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), ed in coerenza con le precedenti NTC 2008, le azioni sismiche debbono essere determinate in relazione al periodo di riferimento VR, che si ricava moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU, rispettivamente come da tabella 2.4.I e 2.4.II delle N.TC.

VR = VN* CU

Nel caso in studio ed in conformità con la progettazione di altre gallerie idrauliche e opere di derivazione sul territorio di Genova si è ritenuto di considerare un'opera ordinaria con funzioni pubbliche o strategiche importanti (classe d'uso IV) da cui deriva:

VR = VN x CU = 50 x 2,0 = 100 anni

La bassa pericolosità sismica è stata confermata dalla consultazione dei database DISS ed ITHACA.

Il DISS contiene l'elenco delle sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. Dall'esame di questo database le sorgenti più vicine al territorio di Genova sono la sorgente "Imperia Promontory (ITCS022)" con Mw massima 6,6 e la sorgente "Lunigiana (ITCS026)" con Mw massima 6,0, le quali comunque rimangono ad est ed a significativa distanza dal territorio cittadino. Il database ITHACA ha escluso a livello di area vasta la presenza di faglie capaci, ovvero in grado di creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni distruttivi per l'attività antropica.

Il progetto di fattibilità si è avvalso degli esiti di rilievi geologici di campo eseguiti da tecnici del gruppo di progettazione e dei risultati di indagini pregresse eseguite sui medesimi terreni ed in aree immediatamente limitrofe. Lo sviluppo della successiva fase progettuale sarà comunque supportato da una specifica campagna geognostica imperniata su sondaggi, prove in sito, di laboratorio ed indagini geofisiche, la cui ubicazione è prevista lungo la galleria idraulica e la riprofilatura del Rio Torbella, e le cui attività preparatorie sono state già avviate alla data di redazione del presente documento. Nei sondaggi saranno installati piezometri per il monitoraggio della falda idrica.

3.3 Idrologia e Idraulica

Lo studio Idrologico – Idraulico ha permesso di valutare tecnicamente le condizioni idrologiche di deflusso nel rio Maltempo e nel torrente Torbella in concomitanza degli eventi di piena più gravosi da considerare dal punto di vista normativo e di analizzare gli effetti in termini di sicurezza idraulica che si sviluppano a seguito degli interventi previsti.

In particolare, lo studio idrologico raccoglie la determinazione delle massime portate al colmo per vari tempi di ritorno, tra cui quello duecentennale di progetto. Tali portate sono calcolate a partire dall'analisi delle precipitazioni dell'area d'intervento ed il calcolo delle Curve di Possibilità Pluviometrica.

Per la definizione degli eventi meteorici da considerare per ottenere la stima della massima precipitazione,

si è scelto di considerare la stazione di Genova Università, la quale è ubicata presso la sede dell'Università di Genova in via Balbi, ad una quota di 21 m s.m.m.. Di tale stazione sono disponibili in forma discontinua i dati storici di precipitazione per il periodo 1921 – 1993. Si sceglie questa stazione pluviometrica, in considerazione del numero di dati disponibili e della sua ubicazione, prossima all'area in esame e perché è solitamente considerata la stazione di riferimento per la città di Genova.
L'analisi morfometrica dei due bacini ha permesso di stimare attraverso i metodi tipicamente utilizzati per questo tipo di analisi il tempo di corrivazione del bacino (pari a $\boldsymbol{t_{corr,Malt} = 11\,min}$ per il Maltempo e $\boldsymbol{t_{corr,Torb} = 56\,min}$ per il Torbella). Perciò, sono state considerate e successivamente utilizzate le Curve di Possibilità Pluviometrica per le durate inferiori all'ora (Figura 3-3).

L'analisi pluviometrica e morfometrica ha così consentito di calcolare gli idrogrammi di piena che si realizzano nei bacini del rio Maltempo, nella sua porzione alta, e in quello del torrente Torbella, ricorrendo alla stima della massima precipitazione netta con il metodo SCS ed applicando il metodo indiretto si trasformazione afflussi-deflussi dell'idrogramma unitario di Clark, riconducibile al metodo razionale.

Sono stati quindi definiti due differenti eventi di precipitazione, al fine di calcolare la massima portata al colmo del rio Maltempo (Evento 1) e la massima portata al colmo del t. Torbella (Evento 2), considerando in questo ultimo caso anche l'idrogramma prodotto nel rio Maltempo che verrebbe trasferito verso il t. Torbella attraverso la galleria scolmatrice. Sono state, quindi, definite le massime portate al colmo per l'evento duecentennale ($\boldsymbol{Q_{c1,Malt,200} = 26\,m^3/s}$ per il Maltempo e $\boldsymbol{Q_{c2,Torb,200} = 164\,m^3/s}$ per il Torbella, Figura 3-4), che sono quelle da tenere in considerazione per la definizione della portata di progetto, e per l'evento cinquantennale ($\boldsymbol{Q_{c1,Malt,50} = 19.8\,m^3/s}$ per il Maltempo e $\boldsymbol{Q_{c2,Torb,50} = 125\,m^3/s}$ per il Torbella).

Sono state, inoltre, calcolate le portate al colmo prodotte nella porzione di valle del rio Maltempo, attraverso il metodo diretto CIMA sviluppato per bacini di piccole dimensioni e adottato dal PdB del t. Polcevera. Anche in questo caso sono state così determinate le massime portate al colmo per l'evento duecentennale ($\boldsymbol{Q_{c,CIMA,Malt,200} = 10.8\,m^3/s}$) e cinquantennale ($\boldsymbol{Q_{c,CIMA,Malt,50} = 7.5\,m^3/s}$).

In questo modo, è stato possibile utilizzare tali portate come condizioni al contorno nella modellazione idraulica degli interventi di sistemazione idraulica del t. Torbella e di adeguamento del tratto tombato del rio Maltempo. Lo studio idraulico effettuato ha raccolto, infatti, l'individuazione della soluzione progettuale per risolvere le criticità legate alla sicurezza idraulica del rio Maltempo e, contestualmente, quelle del torrente Torbella.

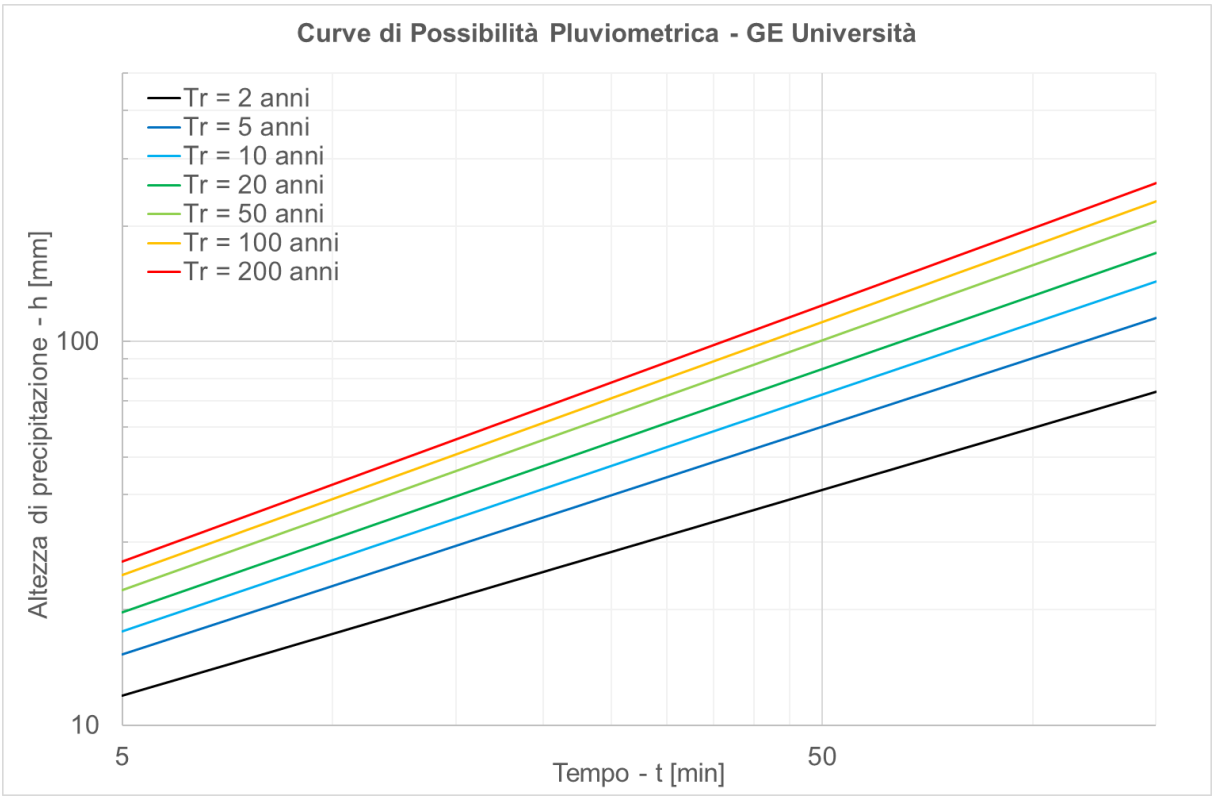


Figura 3-3: Massima altezza di precipitazione espressa dalle Curve di Possibilità Pluviometrica, ottenuta da durate < 1h, per i Tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni (grafico in scala logaritmica)

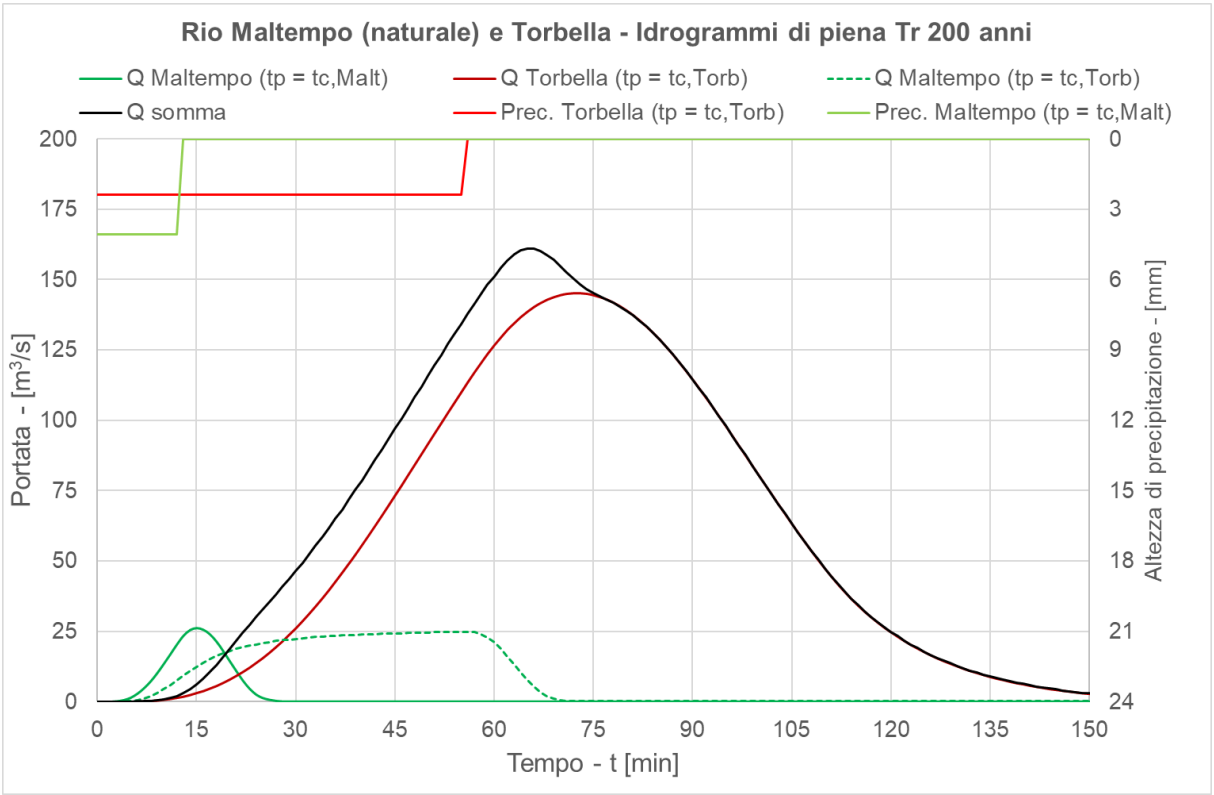


Figura 3-4: Ietogrammi di precipitazione e idrogrammi di piena risultanti negli Scenari 1 e 2 per un evento con Tr = 200 anni

La soluzione scelta per risolvere le criticità idrauliche del rio Maltempo è stata quella che si basa sulla realizzazione di una galleria scolmatrice. Per mezzo dell'opera di presa prevista a monte del viadotto autostradale "Maltempo" e composta da un manufatto scatolare d'imbocco, un pozzo di caduta ed una camera di dissipazione, è possibile convogliare le portate di piena eccedenti della porzione alta del bacino di questo corso d'acqua in una galleria di collegamento della lunghezza di circa 525 m (Figura 3-5).



Figura 3-5: Planimetria generale dello scolmatore del rio Maltempo

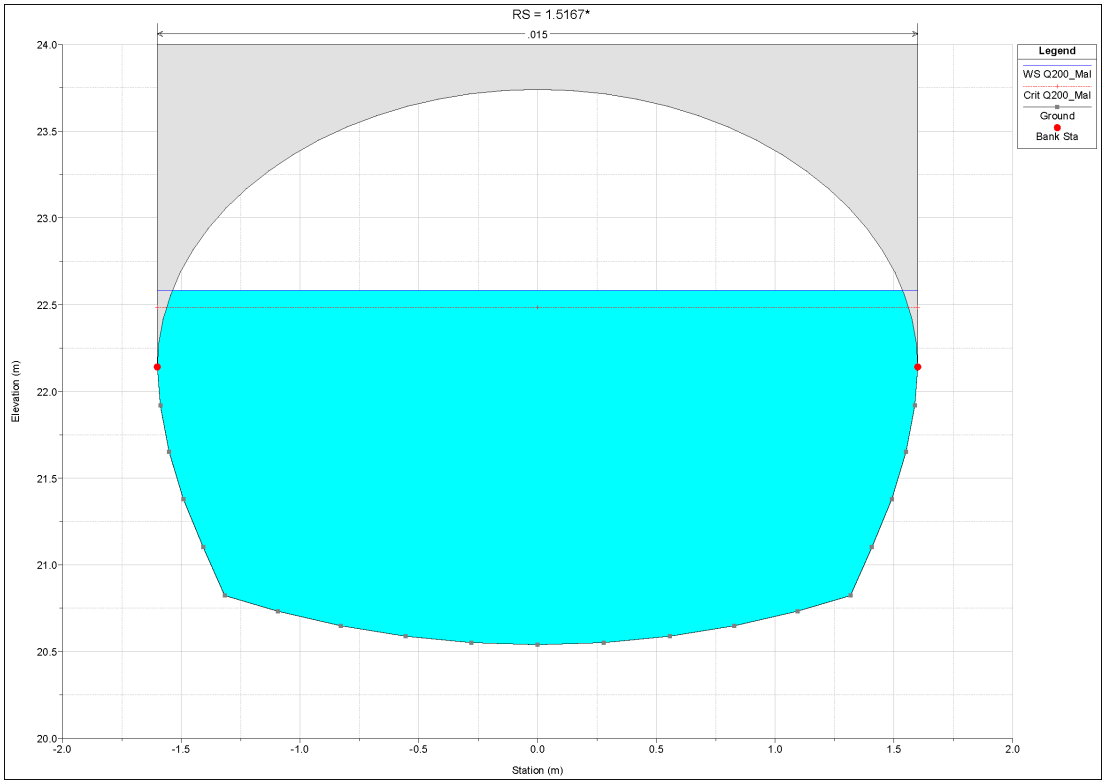


Figura 3-6: Profilo idraulico in una sezione tipo della galleria scolmatrice (linea blu continua: tiranti idrici Tr 200, $Q_{c1,Malt,200} = 26\ m^3/s$)

Questa galleria è prevista a sezione policentrica con un diametro di $D_{gal} = 3.20\ m$, ha una pendenza pari a $i = 0.4\%$, attraversa il rilievo che separa il bacino del rio Maltempo da quello del t. Torbella e termina nell'opera di sbocco, situata nell'area in sinistra idraulica di quest'ultimo corso d'acqua, sottostante il viadotto autostradale "Torbella". Nel dettaglio, la galleria di collegamento sfocia in un'apposita vasca di dissipazione, la quale a sua si connette ad un manufatto scatolare chiuso, che permette il trasferimento delle portate verso l'immissione nel t. Torbella. È stata condotta una modellazione idraulica di tipo monodimensionale a moto permanente per mezzo del modello HEC-RAS, in modo da verificare che il moto che si instaura all'interno della galleria sia in corrente lenta e con un sufficiente grado di riempimento, ottenuto pari al 68% con la portata duecentennale di progetto $Q_{c1,Malt,200} = 26\ m^3/s$.

La risoluzione delle criticità idrauliche del rio Maltempo, seguendo questa soluzione progettuale, determina l'incremento delle portate di piena nel t. Torbella, il quale già di per sé soffre di una distribuita insufficienza idraulica delle sponde, soprattutto a causa degli effetti di rigurgito di alcuni ponti che presentano pile in alveo. Per questo motivo, è stata colta l'occasione per progettare contestualmente alla galleria scolmatrice un intervento di sistemazione idraulica del t. Torbella, considerando l'aggiornamento della portata di progetto, dovuto all'incremento previsto dall'immissione dello scolmatore. L'intervento previsto si basa sull'abbassamento e riprofilatura del t. Torbella, sostituendo inoltre il ponte stradale di via Canepari e la passerella pedonale ubicata in prossimità dell'attuale salto di fondo a monte della foce, in modo da rimuovere due sensibili ostacoli per la corrente.

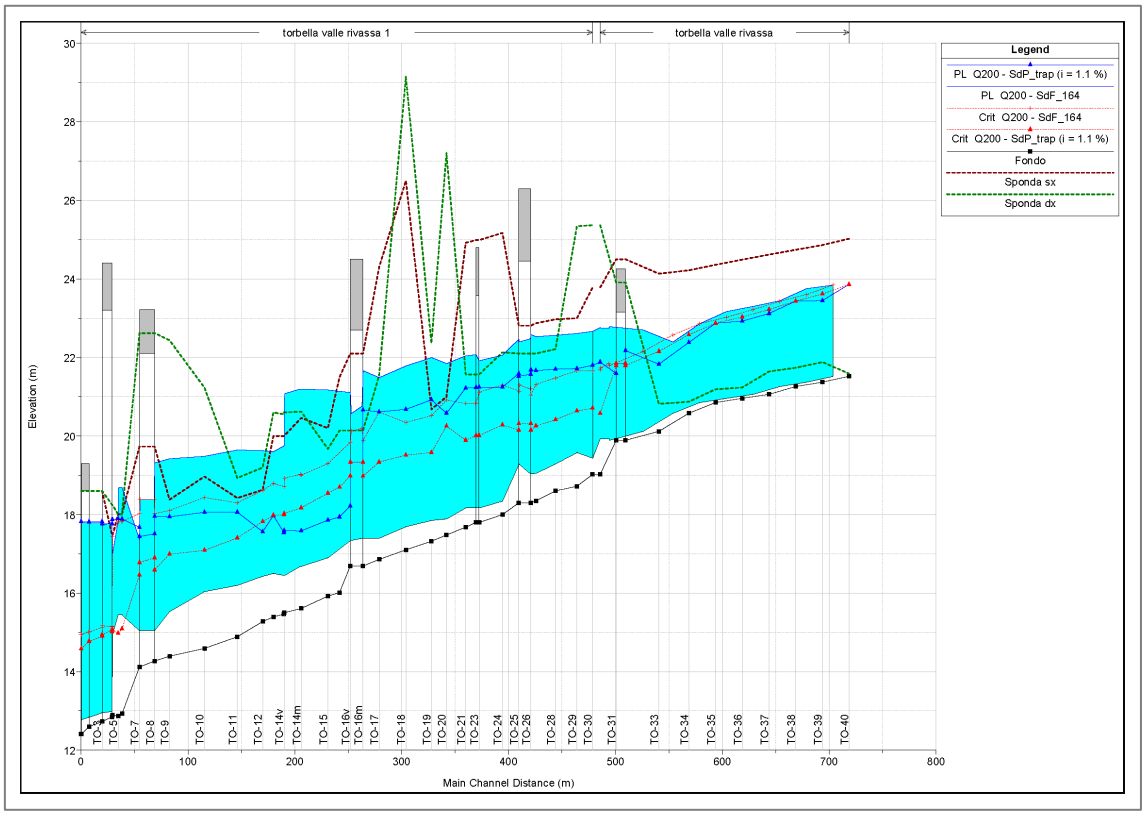


Figura 3-7: Confronto tra profilo idraulico per lo Scenario 1bis (linea blu continua) e 4 (linea blu con marcatore): tiranti idrici Tr 200 (linee tratteggiate viola e verde: quota sponda sx e dx)

L'intervento di abbassamento e riprofilatura del fondo alveo del t. Torbella, caratterizzato da sovralluvionamento, si è basato sull'aumentare la pendenza media di questo tratto del corso d'acqua, tenendo conto allo stesso di come evitare danneggiamenti alle opere spondali e le rimanenti porzioni di

opere in alveo. Perciò, è stata prevista una zona di monte in cui lo scavo è distribuito su tutta la sezione e ha una profondità contenuta (nell'ordine del 0.5 m), mentre a valle è stato previsto uno scavo distribuito al centro della sezione trasversale dove, nel tratto di valle, lo scavo assume entità nell'ordine del 1.0 - 1.2 m, prevedendo l'inserimento di una savanella. A seguito della valutazione di diverse configurazioni alternative di questa riprofilatura dell'alveo e dell'analisi del trasporto solido in questo tratto, si è giunti alla conclusione che il diametro mobile critico del materiale d'alveo si trova in equilibrio con una pendenza dell'alveo che risulta essere pari a quella definita nella riprofilatura dell'alveo.

Considerando questo intervento, la portata prodotta nella porzione di bacino di valle del rio Maltempo, calcolata nello studio idrologico con la metodologia "CIMA" utilizzata per i piccoli bacini nel PdB del t. Polcevera, risulta essere infatti pari a $Q_{200,Mal2} = 10.8\ m^3/s$, di poco inferiore alla capacità idraulica della tombinatura, definita in $Q_{max,tomb} = 11\ m^3/s$. Perciò, si sono potuti definire ulteriori locali interventi di adeguamento della tombinatura in cui scorre il tratto di valle del rio Maltempo, prima della sua confluenza nel t. Polcevera, basati sulla rimozione di condotte interferenti che transitano allo stato attuale all'interno della sezione di deflusso della tombinatura. Con la nuova portata di progetto definita, è stato considerato uno scenario con la medesima configurazione dello stato di fatto, in cui risulta che il tratto a monte di tali interferenze va in pressione con la portata duecentennale di progetto, ed uno con lo stato di progetto, con l'eliminazione delle interferenze, in cui la corrente va soltanto a lambire il cielo della tombinatura nell'unico tratto dove si verifica un restringimento della sezione.

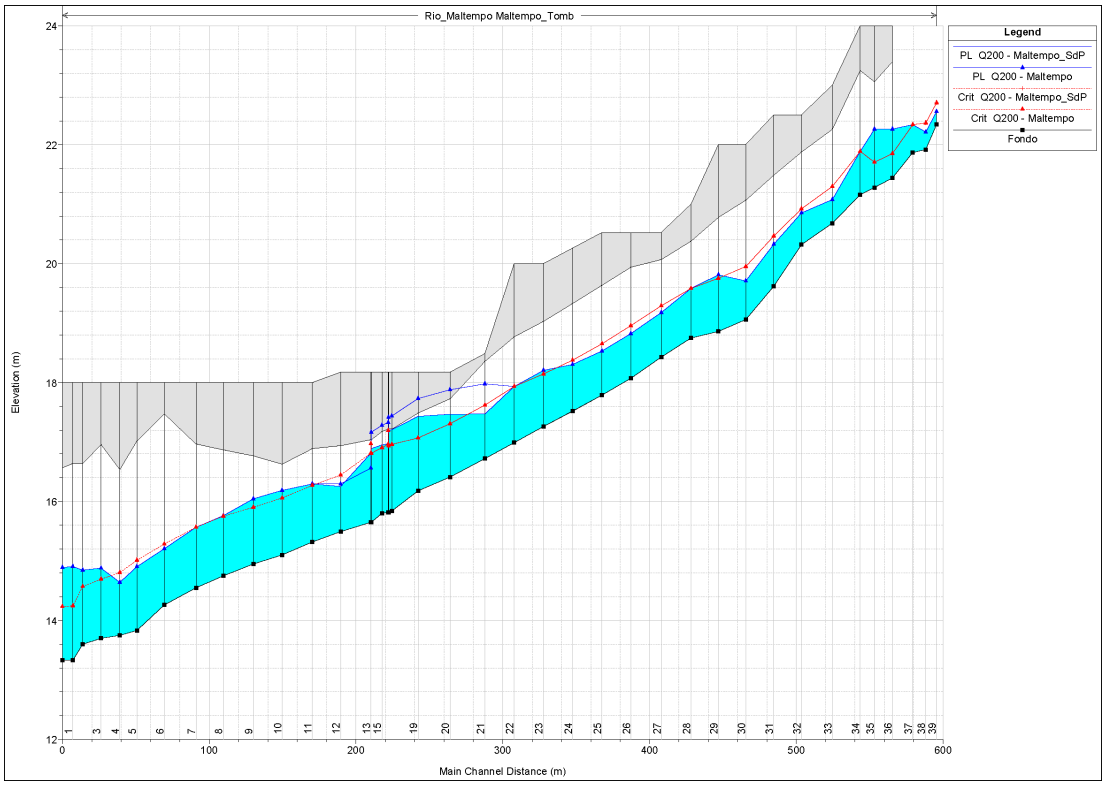


Figura 3-8: Stato di fatto con portata di progetto (linea blu continua) e di progetto (linea blu con marcatore): Tr 200, $Q_{200,Mal2} = 10.8\ m^3/s$

Ciò consente di eliminare per un vasto tratto la principale criticità della tombinatura del rio Maltempo, senza dover realizzare interventi più invasivi, quali un rifacimento ed allargamento della tombinatura, rispetto alla scoperchiatura dell'opera ed alla rimozione delle condotte interferenti.

3.4 Archeologia

Lo studio Archeologico si è basato sulla redazione della Valutazione Preventiva del Rischio Archeologico. La finalità di questo studio, in ottemperanza con il D.Lgs. 50/2016, art. 25, consiste nel fornire indicazioni affidabili per ridurre il grado di incertezza relativamente alla presenza di eventuali beni o depositi archeologici e nel definire il livello di rischio circa la possibilità di effettuare ritrovamenti archeologici nel corso dei lavori in oggetto.
Esso, inoltre, fornisce istruzioni specifiche circa le operazioni finalizzate all'abbattimento del rischio di danneggiamenti al patrimonio archeologico non ancora noto, e suggerisce le modalità operative, relativamente ai lavori previsti, adeguate agli indici di rischio riscontrati e conformi alle procedure usualmente richieste dalla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio competente per la zona, sotto la cui direzione si svolge l'intera procedura e a cui spetta la condivisione delle proposte effettuate.
Come risultato dello studio Archeologico si è ottenuto che, innanzitutto, nessun tratto dell'opera in oggetto insiste su aree nelle quali si è accertata la presenza di resti archeologici, per le quali vige l'obbligo di bonifica completa dei depositi archeologici attraverso la programmazione di uno scavo archeologico mirato. Inoltre, nessun tratto dell'opera in oggetto è altresì da ritenersi a rischio nullo di interferenza, in quanto le opere non insistono su aree già archeologicamente bonificate o oggetto di sondaggi.

I rinvenimenti noti e provenienti sia dalla val Polcevera sia dalle vallecole create dagli affluenti del torrente consentono di delineare un quadro frammentario del popolamento di questi territori. Pur nella disorganicità dei dati e nella limitatezza delle indagini archeologiche queste zone paiono chiaramente inserite all'interno della viabilità e dei commerci che dal centro cittadino raggiungevano i territori dell'Oltregiogo a partire dall'età romana e soprattutto durante il Medioevo, periodo di cui restano le testimonianze maggiori come il palazzo dei Fieschi, prossimo all'area d'intervento, e la chiesa di San Bartolomeo della Certosa tra gli altri.

Il rischio archeologico assoluto rilevato per il territorio può dunque, nel complesso, essere considerato MEDIO - ALTO in virtù sia dei dati raccolti legati al passaggio della viabilità antica sia dell'assenza di indagini sistematiche in queste aree. Il rischio archeologico relativo per l'area oggetto d'intervento da svolgere sul Torbella può essere considerato MEDIO – BASSO. Le attività di scavo potrebbero esporre antiche arginature del torrente. Si considera BASSO il rischio archeologico relativo agli interventi da eseguirsi sul rio Maltempo. Infatti, l'innesto dello scolmatore avverrà in un'area già fortemente compromessa dalle attività per la costruzione dei piloni del viadotto Autostradale.

4. PROGETTO DELL'OPERA

4.1 Scolmatore del rio Maltempo

Lo scolmatore è caratterizzato dalle seguenti parti d'opera:

- il manufatto di imbocco;
- la camera di dissipazione;
- la galleria di collegamento;
- il pozzo di caduta;
- i pozzi di ventilazione.

Si descrivono nel seguito le caratteristiche e le modalità esecutive di tali strutture.

4.1.1 Manufatto di imbocco

Il manufatto d'imbocco si prevede essere costituito da un canale scatolare in cls a cielo aperto realizzato nell'alveo naturale del rio Maltempo, per collettare le acque provenienti da monte, e da una camera d'imbocco a vortice del pozzo di caduta, in modo da inviare la portata nel pozzo di caduta. Dopo lo sfalcio e disboscamento dell'area in cui è presente allo stato attuale una fittissima vegetazione, sarà possibile realizzare una rampa carrabile d'accesso a partire dalla strada in sinistra idraulica proveniente da valle. Una volta che l'area sarà ripulita, sarà possibile procedere alla realizzazione del canale scatolare che consente il trasferimento delle portate provenienti da monte verso la camera a vortice ed il pozzo di caduta. Tale canale si prevede di larghezza pari a $b = 2.70$ m e pendenza pari allo $i = 0.15$ %, con un'altezza dei muri di sponda pari a $H_{sponda} = 4.5$ m rispetto al fondo, in modo da garantire un adeguato franco rispetto al tirante di moto uniforme $h_0 = 3.75\ m$ in corrispondenza della portata di progetto duecentennale $Q_{200} = 26\ m^3/s$. Si sottolinea che, a causa della manca di un rilievo dettagliato dell'area che, come descritto in precedenza, si potrà concludere successivamente rispetto a questa fase progettuale, si rimanda la definizione precisa delle altre componenti del manufatto d'imbocco, quali ad esempio la vasca di sghiaiamento a monte ed una soglia di fondo sagomata in ingresso al canale, opere per cui è necessaria la conoscenza delle quote e la precisa morfologia dell'area.

4.1.2 Galleria di collegamento

La galleria di collegamento si estende dalla camera di dissipazione a monte fino all'imbocco sul versante in prossimità del torrente Torbella a valle e presenta una lunghezza di 526.61 m; è caratterizzata da una sezione policentrica con raggio interno di 1.60 m, mentre quello di scavo varia in base alla sezione tipo adottata. Il rivestimento definitivo presenta uno spessore minimo in calotta di 0.30 m e in arcorovescio di 0.40 m. In Figura 4-1 si riporta la sezione trasversale tipo.

Lo scavo avverrà procedendo da valle verso monte e sarà eseguito, viste le caratteristiche dell'ammasso, con metodologie tradizionali tramite essenzialmente l'utilizzo di martellone e/o fresa puntuale, con l'applicazione di 3 sezioni tipologiche di scavo: A0c, B0c e B0Vc.

La sezione tipo B0Vc, la più pesante tra quelle previste, viene adottata per circa il 20% dell'opera in sotterraneo e verrà applicata nelle zone ove sarà presente un elevato grado di fratturazione che richiede un consolidamento del contorno di scavo, come per esempio all'imbocco.

Essa è caratterizzata da un consolidamento del contorno di scavo con infilaggi metallici iniettati, da un

prerivestimento costituito da centine metalliche con uno strato di spritz beton di spessore 0.25 m fibrorinforzato o armato con rete metallica e da un rivestimento definitivo caratterizzato da uno spessore di cls in arcorovescio di 0.40 m ed in calotta variabile da 0.30 a 0.93 m.

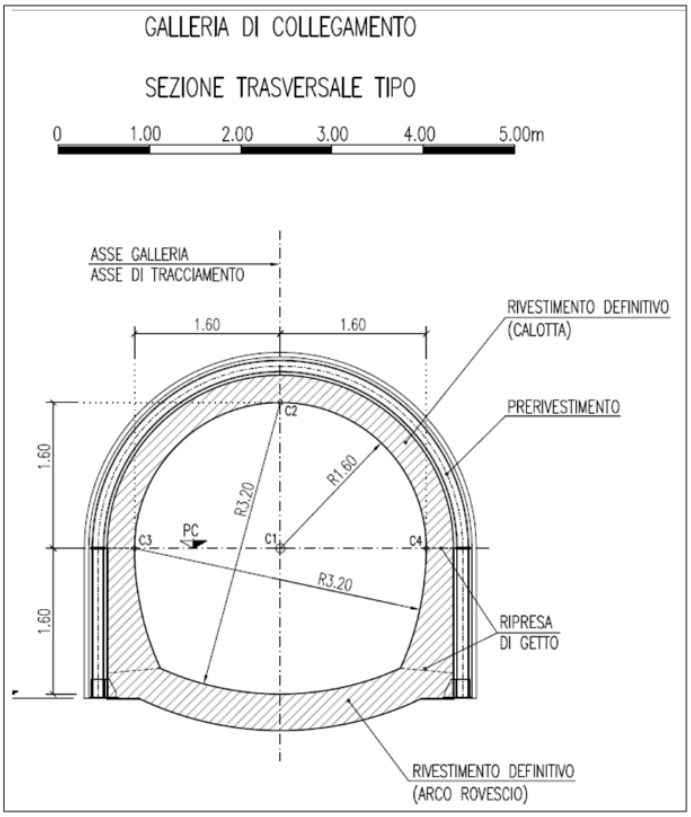


Figura 4-1: Sezione tipo della galleria di collegamento ($D_{gal} = 3.20\ m$)

La sezione tipo B0c è invece applicata sul 70% della galleria dove l'ammasso presenta sempre buone caratteristiche ed è caratterizzata da un prerivestimento costituito da centine metalliche con uno strato di spritz beton di 0.25 m fibrorinforzato o armato con rete metallica e da un rivestimento definitivo caratterizzato da uno spessore di cls in arcorovescio di 0.40 m ed in calotta i 0.30 m.

L'ultima sezione tipo di scavo è la A0c applicata nella restante parte della galleria per il 10% circa della sua lunghezza, dove l'ammasso presenta le migliori caratteristiche geomeccaniche con il massimo valore del parametro GSI. Essa è caratterizzata da un prerivestimento costituito da uno strato di spritz beton di 0,15 m fibrorinforzato e da un consolidamento radiale realizzato con chiodi radiali tipo Swellex lunghi 3.50 m sfalsati; il rivestimento definitivo è caratterizzato da uno spessore di cls in arcorovescio di 0.40 m ed in calotta di 0.30 m.

Si evidenzia che il rivestimento definitivo delle 3 sezioni tipo sarà gettato in opera in corrispondenza delle murette e dell'arcorovescio mentre la calotta, dal piano dei centri in su, sarà gettata con l'ausilio di lastre prefabbricate tralicciate che fungono da cassero a perdere.

4.1.3 Camera di dissipazione

La camera di dissipazione è compresa tra la galleria di collegamento ed il pozzo di caduta e presenta una lunghezza di 16.60 m (15.00 m al finito). Essa ha una sezione policentrica caratterizzata da un raggio interno pari a 4.50 m, mentre il raggio di scavo risulta essere pari a 5.50 m.

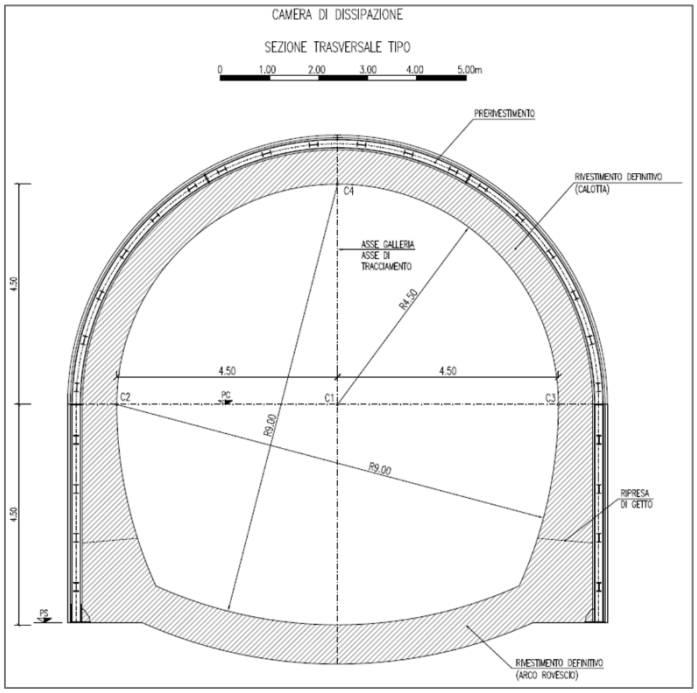


Figura 4-2: Sezione tipo della camera di dissipazione ($D_{cam} = 9\ m$)

Lo scavo della camera di dissipazione avviene per fasi successive: infatti, una volta raggiunto il suo inizio con la galleria di collegamento, si procederà con un allargamento progressivo per un breve tratto fino ad arrivare ad una sezione di dimensioni intermedie che presenterà un raggio di scavo di circa 3.50 m, con la geometria della quale si arriverà a completare lo scavo per tutta la lunghezza della camera di dissipazione.

Al termine di tale scavo si procederà a quello del pozzo di caduta con la tecnica del raise-borer, di cui si dirà nel capitolo successivo. Solo al suo completamento, avrà inizio l'allargamento della sezione in modo da arrivare alla sua geometria finale.

Lo scavo di tale opera avverrà all'interno di un ammasso di discrete caratteristiche geomeccaniche e ciò consentirà di mettere in opera nella sezione intermedia un prerivestimento più leggero che verrà facilmente demolito nella successiva fase di allargamento.

In particolare, la sezione intermedia che rappresenta la fase di scavo parziale della camera di dissipazione, sarà caratterizzata da un prerivestimento costituito da uno strato di spritz beton fibrorinforzato di spessore 0.20 m e da un consolidamento radiale realizzato con chiodi radiali tipo Swellex di opportuna lunghezza. Tale tipologia di prerivestimento, consente, come detto, di procedere facilmente e senza aggravi, allo scavo di allargo successivo.

La camera di dissipazione finale viene poi realizzata tramite la sezione di scavo tipo B0d che, procedendo con allarghi successivi, dalla sua estremità in prossimità del pozzo di caduta verso la galleria di collegamento, è caratterizzata da un prerivestimento costituito da centine metalliche con uno strato di spritz beton di 0.30 m fibrorinforzato o armato con rete metallica e da un rivestimento definitivo caratterizzato da uno spessore di cls armato di 0.70 m in calotta e di 0.80 m in arcorovescio. Quest'ultimo, insieme alle murette, sarà gettato in opera con le modalità classiche, mentre la calotta, sarà gettata con l'ausilio di lastre prefabbricate tralicciate che fungono da cassero a perdere.

4.1.4 Pozzo di caduta

Il pozzo di caduta, di lunghezza pari a 13.00 m circa, presenta un diametro di scavo di 3.40 m ed al finito di 2.90 m e la sua realizzazione avverrà quando la camera di dissipazione sarà completata con la sezione intermedia. Esso viene scavato con la tecnologia del Raise-borer: dalla superficie viene eseguito dapprima un foro pilota di diametro di alcune decine di centimetri e, una volta raggiunta la camera di dissipazione, sull'asta viene montata una testa fresante che, in risalita, provvede all'alesaggio del foro in modo da ottenere il diametro desiderato. Tale utensile nella sua operazione di scavo, provvede a far cadere in basso il materiale di smarino che può quindi essere raccolto e trasportato all'esterno attraverso la galleria di collegamento.
Una volta realizzato lo scavo del pozzo di caduta con il Raise-borer, si prevede la sua messa in sicurezza con un prerivestimento caratterizzato da uno strato di spritz beton fibrorinforzato. Qualora lungo il pozzo siano presenti delle zone ove l'ammasso si presenta maggiormente fratturato, esse saranno rinforzate tramite l'esecuzione di chiodature radiali eseguite con barre cementate Ø24 ad opportuno interasse sulla verticale.
Il rivestimento definitivo verrà invece realizzato con un getto in cls di spessore pari a 0.20 m, armato con rete metallica, ed eseguito tramite un cassero rampante che dal basso risalirà verso la superficie.

4.1.5 Pozzo di ventilazione

Il pozzo di ventilazione, di lunghezza pari a circa 18.00 m, presenta un diametro di scavo di 1.80 m circa ed al finito di 1.50 m e la sua realizzazione avverrà quando la camera di dissipazione sarà già completata con il suo rivestimento definitivo. Esso viene scavato con la tecnologia del Raise-borer già descritta relativamente al pozzo di caduta, con una testa fresante di diametro inferiore rispetto a questo.
Una volta realizzato lo scavo del pozzo di ventilazione con il Raise-borer, si prevede il suo rivestimento tramite la messa in opera di un tubo di acciaio di diametro pari a 1.50 m ed opportuno spessore, mentre l'intercapedine presente tra tale tubo ed il profilo di scavo verrà intasata con malta cementizia.

4.2 Sistemazione del torrente Torbella

L'intervento di sistemazione del torrente Torbella si basa sull'abbassamento dell'alveo, suddiviso in due parti principali in funzione del tipo di riprofilatura e configurazione da assegnare all'alveo:

- Nel primo tratto a partire da monte, a partire dal previsto sbocco dello scolmatore del rio Maltempo fino al terzo ponte della ferrovia che attraversa il t. Torbella, si prevede uno scavo generalizzato dell'alveo per una profondità media di circa 0.5 m rispetto al livello attuale. In questo caso l'intervento si caratterizzerà essenzialmente di un iniziale sfalcio nelle parti dove è presente vegetazione erbacea in alveo e, successivamente, di uno scavo della profondità definita.
  In Figura 4-3 e Figura 4-4 si riportano rispettivamente la planimetria e la sezione tipo del tratto.

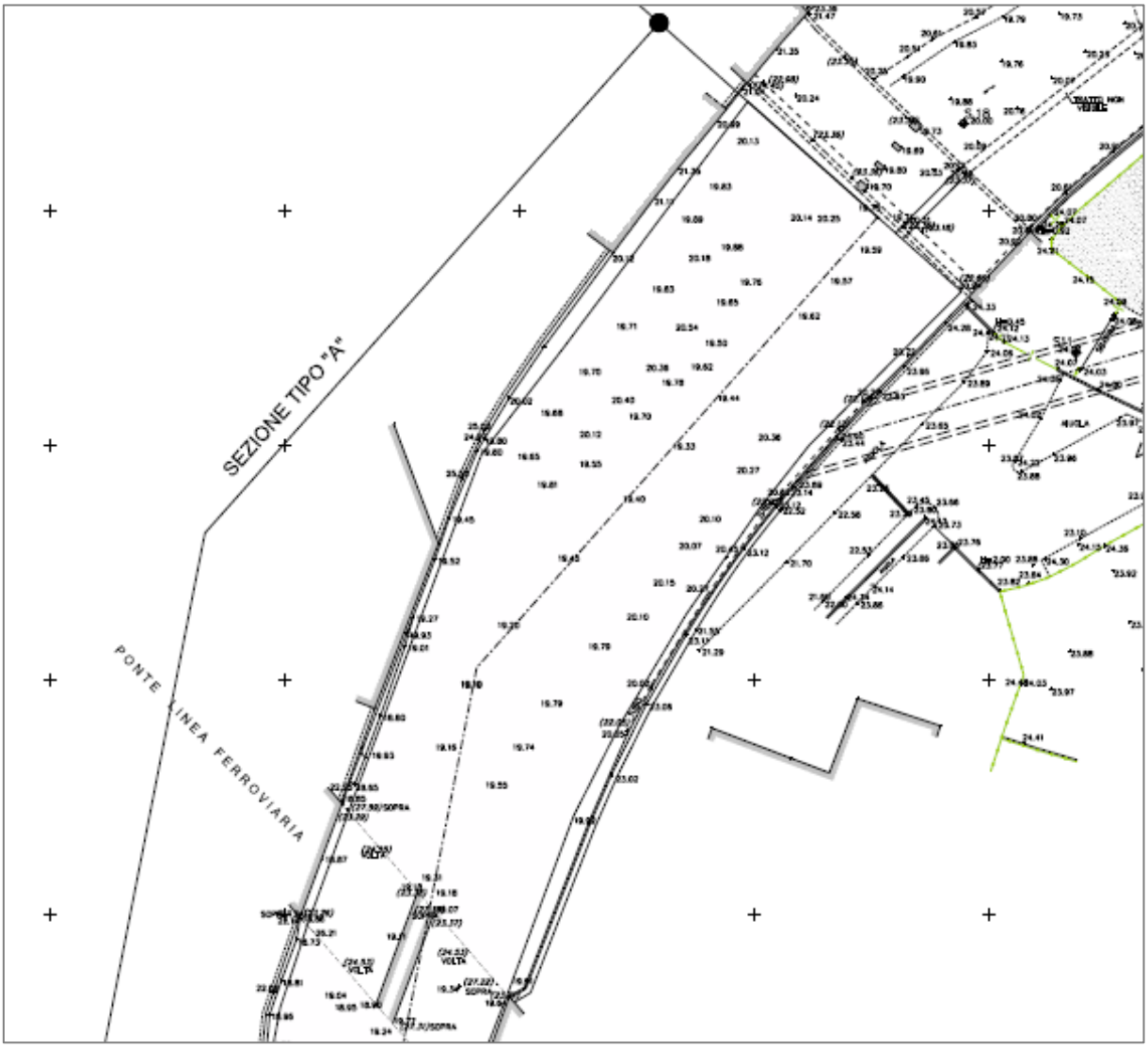


Figura 4-3: Planimetria del primo tratto d'intervento nel t. Torbella

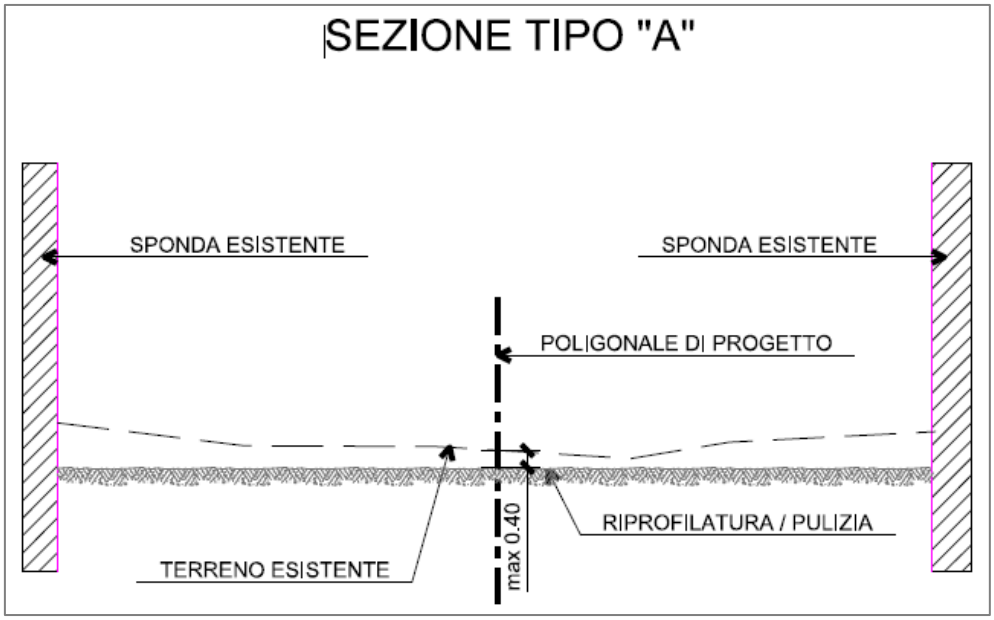


Figura 4-4: Sezione tipo "A" nel tratto in cui si prevede uno scavo generalizzato dell'alveo

- Nel secondo tratto a partire da monte, a partire dal terzo ponte della ferrovia che attraversa il t. Torbella fino al termine del tratto di intervento in prossimità della confluenza nel t. Polcevera, si prevede di realizzare una savanella centrale e mantenere due banche laterali. In questo modo è possibile evitare di arrecare danno alle opere spondali con uno scavo eccessivo dell'alveo e di comprometterne la stabilità. Tale scavo verrà realizzato anche in questo caso con escavatore fino a raggiungere la profondità e larghezza definita, dal momento che in alveo si trova materiale sciolto. Successivamente, sarà possibile realizzare il rivestimento in materiale più grossolano su tutta la sezione trasversale tipo, definendo la forma della savanella centrale. Al di sotto di tale rivestimento si prevede l'inserimento di un geotessuto in modo da garantire la separazione tra lo strato soprastante e quello sottostante, evitare l'erosione del materiale più fine al di sotto del rivestimento stesso e permettere la filtrazione dell'acqua verso gli strati sub-superficiali, mantenendo di fatto la continuità verticale nell'alveo.
  In questo tratto si prevede, inoltre, il rifacimento senza pile in alveo del ponte di via Canepari e della passerella pedonale a monte della confluenza. Tali interventi verranno realizzati prima dell'abbassamento dell'alveo, in modo da poter poi realizzare la configurazione definita senza questo tipo di ostacolo. In riferimento al ponte stradale si prevede la realizzazione dell'intervento considerando le seguenti fasi: innanzitutto, verrà effettuata la demolizione dell'impalcato e della pila, inserendo immediatamente un ponte Bailey, per garantire il transito nella via almeno a senso unico alternato durante la fase di costruzione del nuovo ponte; a quel punto si procederà nella realizzazione del nuovo ponte, costituito da una sola campata di luce pari a circa la larghezza dell'alveo, ovvero 20 m. Nella fase successiva si procederà alla definizione più dettagliata di questo intervento.
  In Figura 4-5 e Figura 4-6 si riportano rispettivamente la planimetria e la sezione tipo del tratto.
  Dal momento che in prossimità della confluenza nel t. Polcevera rimane la presenza della pila in alveo del quarto ponte ferroviario che attraversa il Torbella a partire da monte, si prevede un adattamento della sezione definita di tipo "B" in modo da convogliare la portata ai lati della pila centrale e garantire la stabilità dell'opera, fino a raggiungere la sezione di tipo "D". Dal punto di vista planimetrico si illustra questa parte dell'intervento di sistemazione del t. Torbella in Figura 4-7, mentre la sezione tipo è riportata in Figura 4-8.

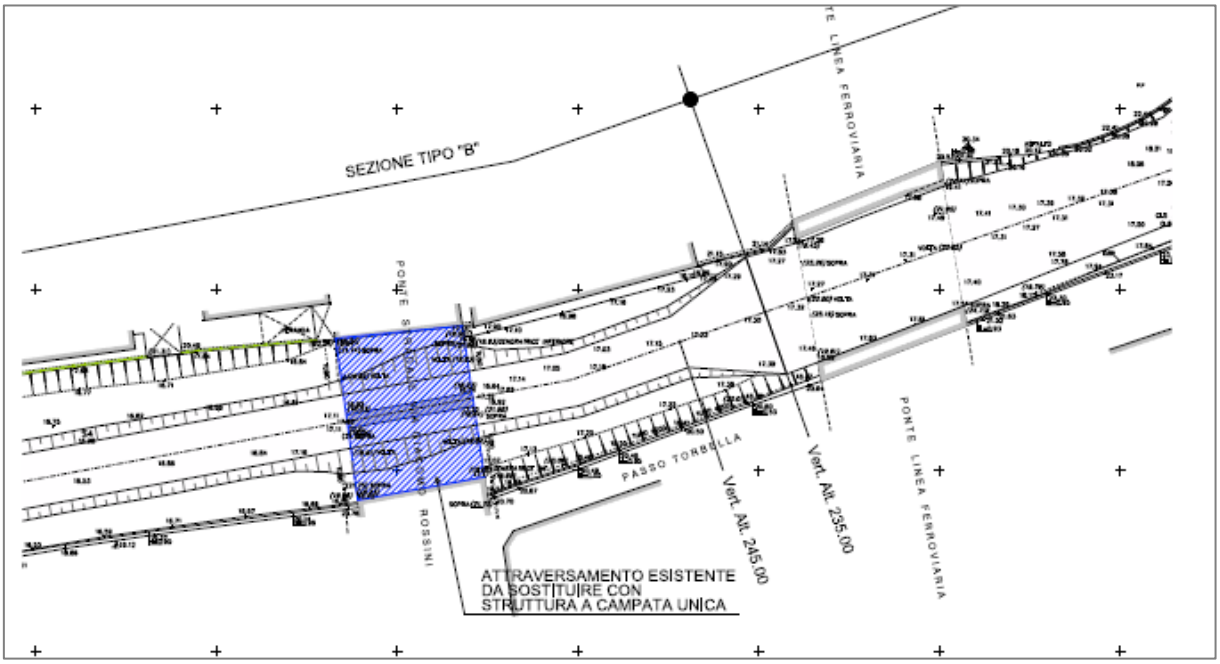


Figura 4-5: Planimetria del secondo tratto d'intervento nel t. Torbella

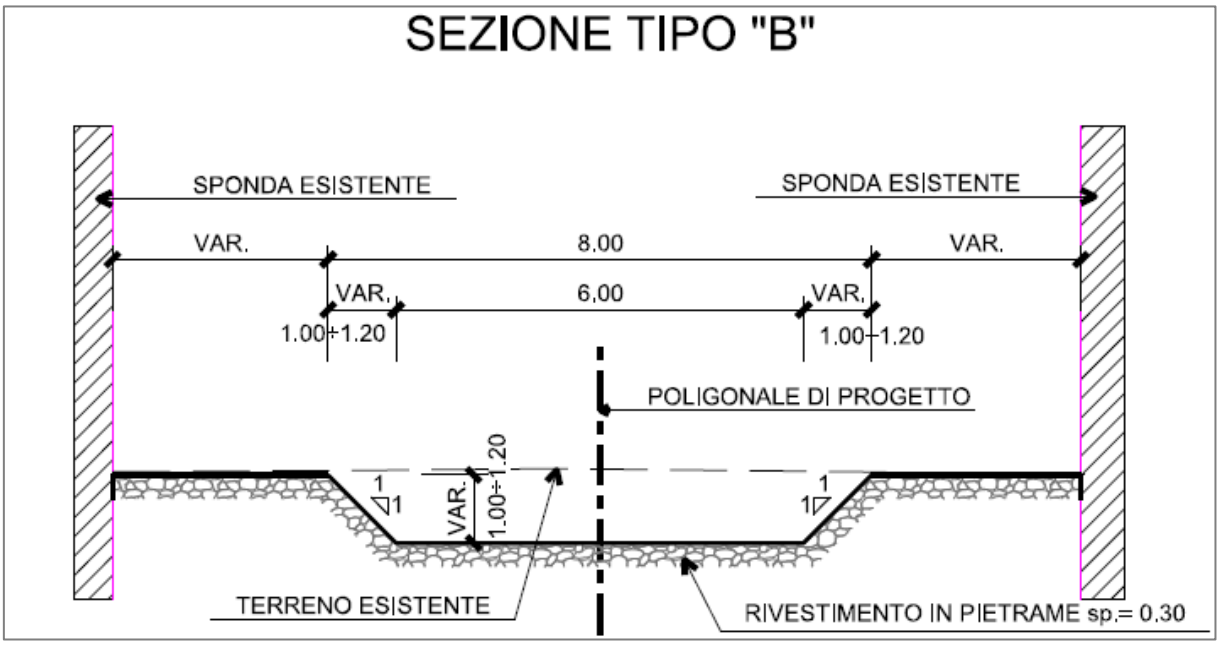


Figura 4-6: Sezione tipo "B" nel tratto in cui si prevede una savanella centrale in alveo

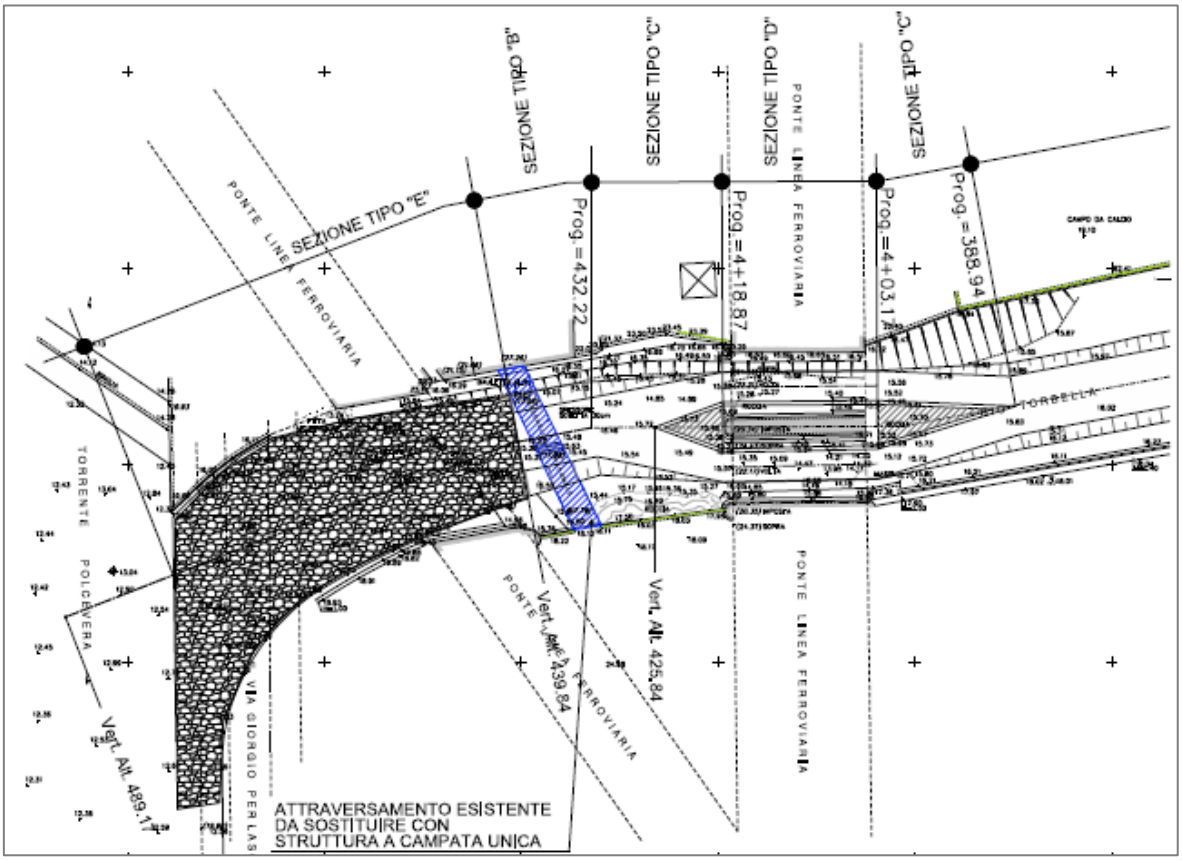


Figura 4-7: Planimetria del secondo tratto nella zona dove rimane la pila del ponte ferroviario in alveo

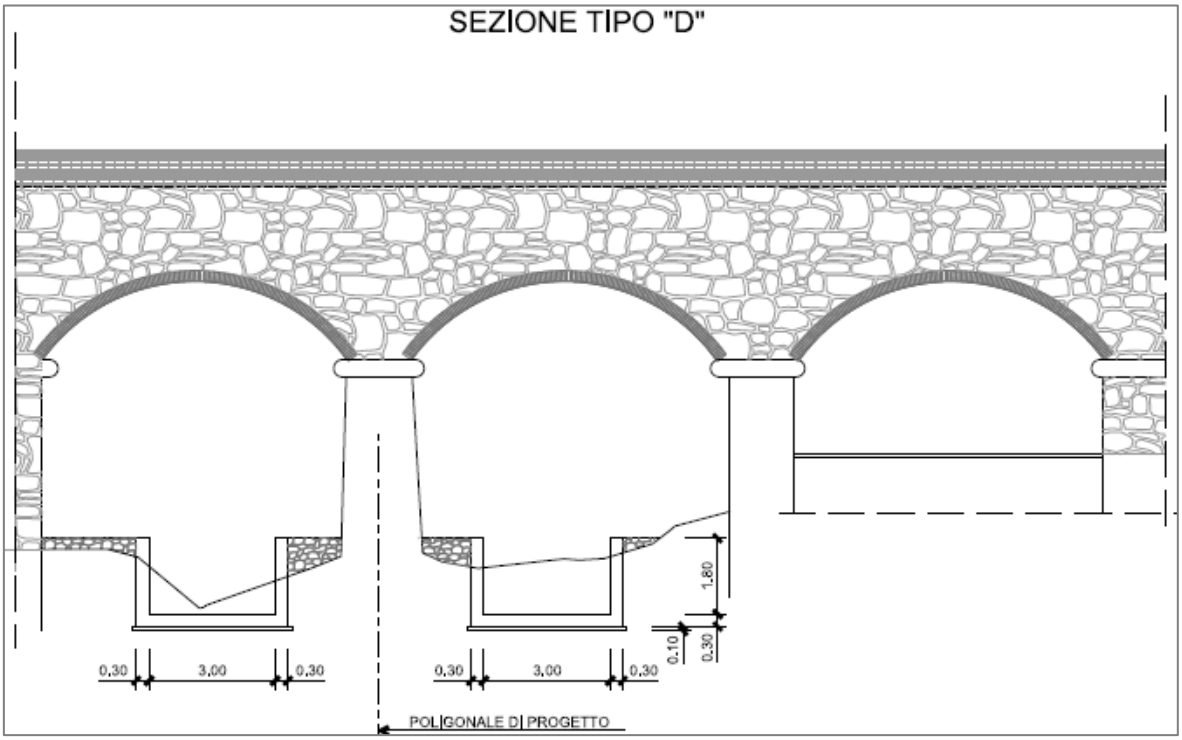


Figura 4-8: Sezione tipo "D" nel tratto in corrispondenza della pila in alveo del ponte ferroviario

4.3 Adeguamento della tombinatura del rio Maltempo

L'intervento di adeguamento della tombinatura del rio Maltempo si basa sulla rimozione delle interferenze poste in corrispondenza dell'incrocio tra lo scatolare chiuso in scorre il corso d'acqua e via Canepari. La verifica idraulica ha consentito di mostrare come le condizioni di deflusso migliorino non solo con realizzazione della galleria scolmatrice, che garantisce la notevole riduzione della portata in arrivo a valle, ma anche con la rimozione delle interferenze interne allo scatolare. L'intervento previsto è costituito dalle seguenti fasi principali: innanzitutto la scoperchiatura del piano stradale e dello scatolare, rimozione delle condotte interferenti e il rifacimento del cielo dello scatolare e del piano stradale.

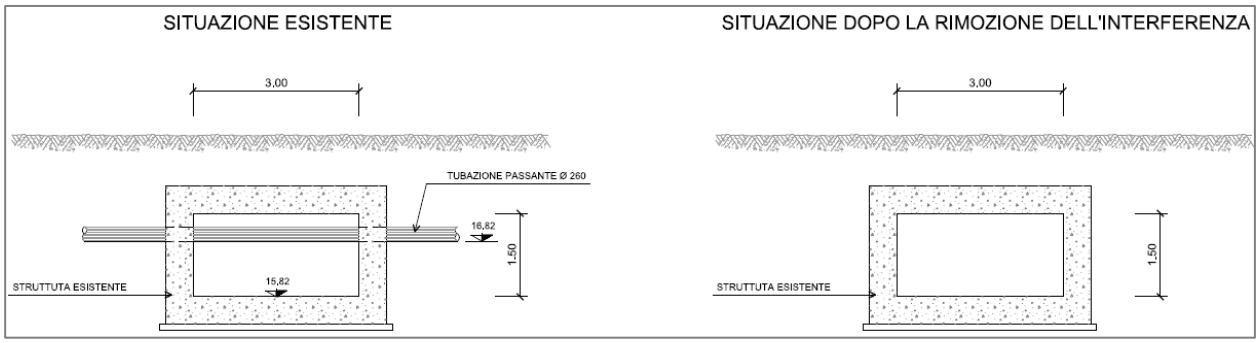


Figura 4-9:

5. ANALISI DELLE INTERFERENZE

Nel corso della progettazione delle opere di adeguamento del rio Maltempo e dell'intervento di riprofilatura dell'alveo del t. Torbella sono state rilevate interferenze con reti di sottoservizi. Esse si suddividono tra:

- Interferenze nel tratto tombato del rio Maltempo, che consistono in condotte che attraversano la sezione utile di deflusso del corso d'acqua e ne ostacolano il moto;
- Interferenze lungo il corso del t. Torbella, che consistono nella presenza di condotte che scorrono lungo i muri di sponda del corso d'acqua nel tratto in cui è prevista una riprofilatura.

Alla luce delle soluzioni previste dal progetto di adeguamento idraulico, si prevede di risolvere tali interferenze nel seguenti modi:

- Interferenze nel tratto tombato del rio Maltempo: nelle due sezioni che presentano l'attraversamento delle condotte, si prevede la rimozione delle stesse in modo che si possa liberare l'intera sezione di deflusso;
- Interferenze lungo il corso del t. Torbella: la condotta individuata sul muro di sponda in sinistra idraulica a monte del ponte ferroviario situato di poco a monte di via Canepari non si ritiene possa interferire con i lavori previsti ed il tracciato di progetto.

6. CANTIERISTICA

Le aree da destinare alla cantieristica sono state definite sulla base degli interventi principali che costituiscono il progetto, definendo per ciascun caso un'area di cantiere dove verranno realizzati gli interventi ed un'area di stoccaggio per i materiali provenienti dagli scavi. Di seguito si elencano le aree così definite per ciascuno degli interventi e visibili nell'estratto della planimetria allegata al progetto in Figura 6-1.

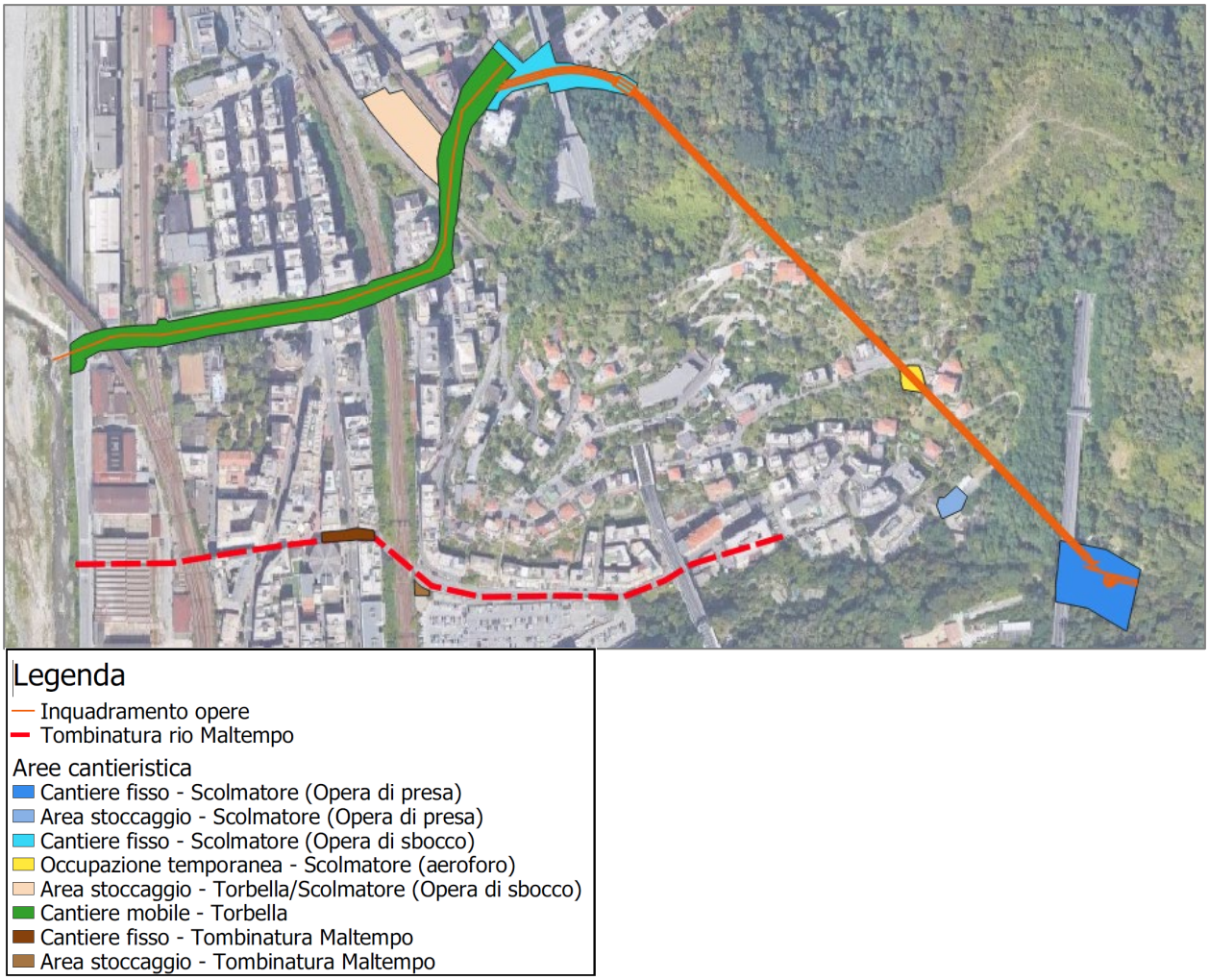


Figura 6-1: Planimetria delle aree di cantiere e di stoccaggio per gli interventi previsti

6.1 Galleria scolmatrice del rio Maltempo

Le aree destinate alla cantieristica per la realizzazione della galleria scolmatrice del rio Maltempo, definite in legenda della planimetria come "Scolmatore", si dividono in:

- Cantiere fisso – Scolmatore (Opera di presa): è l'area in cui si prevede la realizzazione del manufatto d'imbocco, costituito dal canale d'imbocco e dalla camera a vortice. Tale area, raggiungibile da via Piombelli, dovrà essere dotata di una rampa d'accesso dalla strada in sinistra idraulica, in modo da superare il notevole dislivello tra la strada stessa e la zona dell'alveo.
- Area stoccaggio – Scolmatore (Opera di presa): è un'area identificata lungo la strada di accesso di via Piombelli che potrà essere utilizzata come area di stoccaggio materiali provenienti dall'intervento relativo all'opera di presa, considerando la difficile accessibilità dell'area di cantiere

fisso.

- Cantiere fisso – Scolmatore (Opera di sbocco): è l'area in cui si prevede la realizzazione, innanzitutto, dello scavo per l'inizio della galleria scolmatrice, in prossimità del versante. Tale area rimarrà per tutta la durata dello scavo ed il rivestimento della galleria l'accesso attraverso il quale far pervenire i mezzi. Per questo motivo si prevede la chiusura del ponte di via Fasciotti: l'accesso dei residenti delle abitazioni situate in sinistra idraulica del t. Torbella in prossimità dell'area di cantiere sarà dunque il primo ponte a monte, situato in prossimità del campo da calcio (via Marco Giuseppe Compagnoni). Al termine della realizzazione della galleria si potrà procedere allo scavo per la realizzazione dello scatolare di collegamento al t. Torbella.
- Occupazione temporanea – Scolmatore (Aeroforo): questa piccola area è situata in corrispondenza di terrazzamenti sul rilievo che separa il bacino del rio Maltempo da quello t. Torbella, sul versante sud. Questa area sarà di occupazione temporanea, dal momento che l'aeroforo intermedio della galleria presenta un diametro molto contenuto e, perciò, il foro da praticare si prevede sia simile a quello per un sondaggio. L'accesso avviene sempre da via Piombelli, che termina proprio in questa zona.
- Area stoccaggio – Torbella/Scolmatore: questa area è stata definita come area di stoccaggio, poiché sebbene utilizzata come parcheggio, è potenzialmente molto utile ai fini della cantieristica relativa al presente intervento. Tale area, infatti, risulta essere interclusa tra le due linee ferroviarie presenti, presenta un accesso di ridotta larghezza a causa della vicinanza di un edificio alla linea ferroviaria di monte; tuttavia, confina con il muro di sponda in destra del t. Torbella e si potrebbe prevedere, se necessario, la possibilità di realizzare un accesso all'alveo, utile ai fini del trasporto del materiale di scavo. Data la vicinanza con l'area di sbocco dello scolmatore, si prevede possa essere utilizzata come area di stoccaggio dei materiali provenienti dallo scavo della galleria e dello scatolare di collegamento con il t. Torbella.
  Nella successiva fase progettuale e in accordo con la Stazione Appaltante si potrà procedere ad un'analisi più approfondita sull'utilizzo di questa area.

6.2 Sistemazione idraulica del torrente Torbella

Le aree destinate alla cantieristica per l'intervento di sistemazione idraulica del torrente Torbella, definite in legenda della planimetria come "Torbella", si dividono in:

- Area stoccaggio – Torbella/Scolmatore: la descrizione di questa area è riportata nel paragrafo precedente. Si sottolinea nuovamente la vicinanza dell'area rispetto al corso d'acqua, cosa che potrebbe supportare lo stoccaggio del materiale non solo proveniente dalla galleria, ma anche quello dall'alveo. Un aspetto da tenere in considerazione è che l'unico vero e proprio accesso attuale all'alveo è quello in corrispondenza della curva verso destra, in destra idraulica, a monte del successivo ponte della ferrovia: tale accesso è caratterizzato, tuttavia, da un sottopassaggio della ferrovia stesso con ridotta altezza, che potrebbe risultare in una complicazione dell'attività. Come in precedenza, si nota che nella successiva fase progettuale e in accordo con la Stazione Appaltante si potrà procedere ad un'analisi più approfondita sull'utilizzo di questa area.
- Cantiere mobile – Torbella: questa area di cantiere corrisponde esattamente all'alveo del t. Torbella da scavare secondo le indicazioni raccolte nel presente progetto. Precedentemente rispetto allo scavo, si prevede l'intervento di rifacimento del ponte di via Canepari e della passerella pedonale. In seguito, inizierà lo scavo dell'alveo, che avverrà da valle verso monte, procedendo inizialmente

con la sottofondazione del ponte della ferrovia (secondo a partire da valle) e la rimozione del salto di fondo presente allo stato attuale nella sezione terminale del t. Torbella immediatamente a monte della confluenza nel t. Polcevera. Successivamente, si potrà procedere allo scavo della savanella centrale, da rivestire successivamente con materiale lapideo. Infine, giunti nel tratto di monte si potrà procedere alla realizzazione dello scavo di più modesta entità fino alla sezione d'immissione dello scolmatore.

6.3 Adeguamento tombinatura del rio Maltempo

Le aree destinate alla cantieristica per l'intervento di adeguamento della tombinatura del rio Maltempo, definite in legenda della planimetria come "Tombinatura Maltempo", si dividono in:

- Cantiere fisso – Tombinatura Maltempo: è l'area in cui si prevede la realizzazione dell'intervento di adeguamento per mezzo della rimozione delle interferenze che attraversano la sezione di deflusso del corso d'acqua tombato. Si prevede in questa area la realizzazione di un'area di cantiere fisso, che consenta di effettuare le operazione di apertura dello scatolare, rimozione delle interferenze e ricopertura dello scatolare.
- Area stoccaggio – Tombinatura Maltempo: è un'area identificata in corrispondenza di una piccola superficie recintata, in adiacenza a via Piombelli ed al parcheggia Filea, affiancata alla linea ferroviaria. Tale area si prevede possa essere utilizzata come area di stoccaggio dei materiali provenienti dall'intervento relativo all'adeguamento della tombinatura, considerando la elevata densità abitativa della zona, i pochi spazi e la vicinanza all'intervento.

7. AMBIENTE E PAESAGGIO

La presente categoria progettuale è stata sviluppata attraverso la redazione di una Relazione Paesaggistica, che ha lo scopo di valutare la compatibilità paesaggistica dell'intervento, con riferimento ai contenuti e alle indicazioni del piano urbanistico-territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici.

A valle di un'analisi della normativa e del contesto di riferimento, sono stati riportati i principali riferimenti in termini inquadramento paesaggistico e della vincolistica, in modo da determinare la compatibilità dell'intervento. Si riporta di seguito una sintesi dello studio paesaggistico, mentre si rimanda all'elaborato di riferimento per un approfondimento della tematica:

- In prossimità dell'area interessata dall'intervento e in alcune zone di intervento si ricade nel vincolo di aree tutelate per legge "territorio coperti da foreste e da boschi" art. 142 Dlgs 42/04. Gli interventi risultano, perciò, compatibili previo parere della soprintendenza.
- Dal momento la parte d'intervento che ricade in ambito urbano presenta un'interferenza con un percorso storico di probabile origine romana e con un'emergenza architettonica, si dovrà verificare in sede di Definitivo per la richiesta del parere della Soprintendenza, sebbene non risultino motivi ostativi alla realizzazione dell'intervento previo i necessari pareri degli enti preposti;
- A livello urbanistico gli interventi risultano compatibili previo i necessari pareri della soprintendenza e dell'ente forestale;
- Poiché l'intervento ricade in ambito di alveo fluviale in area con vincolo idrogeologico, risulta necessaria l'autorizzazione idrogeologica;
- L'intervento risulta compatibile a livello della rete ecologica;
- L'intervento risulta compatibile a livello del rischio idrogeologico e dell'uso del suolo, previo parere dell'ente preposto.

L'intervento risulta compatibile con gli strumenti urbanistici e paesaggistici in quanto trattasi di opera ipogea e di tipo lineare che si inserisce in un contesto compatibile con i criteri di progettazione e intervento relativi all'ambito 1.3 Genova. Essendo in alcuni punti l'area di intervento vincolata secondo l'art. 142 del D.Lgs 42/04 risulta necessario il parere della soprintendenza.

8. PIANO PARTICELLARE

I criteri legali per la determinazione delle indennità di esproprio, occupazione temporanee e di qualsiasi altro diritto reale che si appone sulle proprietà interferite dal progetto sono disciplinati dal D.P.R. 327/2001 e sue successive modifiche ed integrazioni e in particolar modo dettagliati al Capo VI del Titolo II del suddetto Testo Unico.

In particolare, la realizzazione dell'opera in progetto comporterà necessariamente:

- la formazione di un'occupazione definitiva (esproprio) relativamente all'area relativa all'opera di presa del Rio Maltempo;
- la formazione di occupazione temporanea relativamente alla fase di realizzazione dell'opera e per le aree occorrenti allo stoccaggio dei materiali e dei campi base per una durata complessiva di 20 mesi;
- la formazione di un asservimento nel caso in cui le opere di progetto sono ad una profondità inferiore a 15 m dal piano campagna e laddove ricade il manufatto di aereazione intermedio alla galleria scolmatrice del Rio Maltempo;

Si evidenzia che strade pubbliche (provinciali, comunali, secondarie) anche se numerate catastalmente non saranno prese in considerazione per il calcolo degli indennizzi e non saranno oggetto di indennizzo nemmeno le particelle di proprietà del Comune di Genova eventualmente interferite dal progetto.

Non saranno indennizzate nemmeno le particelle di proprietà del Demanio, mentre per tutte le altre superfici, essendo di proprietà privata come indicato sulle visure catastali, si rende necessario il calcolo delle indennità.

La determinazione dell'indennità di espropriazione, occupazione temporanea e di asservimento avviene conformemente alla lettura dello strumento urbanistico vigente che determina la tipologia dell'area interessata. Sono state individuate perciò due tipologie di aree: aree edificate ed aree non edificabili.

Per la stima del valore di mercato delle aree edificate è stato fatto riferimento a quanto adottato in progetti analoghi sviluppati precedentemente nella città di Genova, quali le opere di sistemazione idraulica del Rio Noce e lo scolmatore del torrente Bisagno.

Per le aree non edificabili si sono adottati invece i valori pubblicati nel *"Listino dei valori immobiliari dei terreni agricoli – Provincia di Genova – Listino 2021 - Rilevazioni valori anno 2020" (Iovine, Griffa, 2021).*

Infine, si è tenuto conto degli indennizzi relativi ai frutti pendenti per le aree non edificabili e della relativa diminuzione del valore immobiliare delle proprietà interessate da esproprio parziale e da asservimento.

Grazie a questa analisi è stato possibile stimare i costi per le acquisizioni di aree ed occupazioni temporanee, che in questa fase della progettazione sono stati valutati in € 762'303.00.

9. SICUREZZA

La categoria progettuale legata alla Sicurezza ed alla definizione delle indicazioni preliminari per la preparazione nella successive fasi del Piano di Sicurezza e di Coordinamento è stata sviluppata attraverso la redazione delle Prime Indicazioni di Sicurezza. Tale elaborato è stato sviluppato nel rispetto del D.Lgs. 81/2008, del DPR 207/2010 e D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. – con particolare riferimento a quanto disposto in merito i PSC ed ai POS – si ritiene innanzitutto che i lavori di cui sopra rientrino negli obblighi riepilogati nello schema che segue e si propone venga applicato nell'iter di progettazione e di esecuzione dell'opera nella quale sia prevista la presenza anche non contemporanea di più imprese. Per un approfondimento della tematica, si rimanda all'elaborato di riferimento.

Grazie a questa analisi è stato possibile stimare i costi della sicurezza, che in questa fase della progettazione sono stati valutati in € 547'533.82.

10. STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica delle Opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del rio Maltempo comporta sostanzialmente 5 interventi tra loro collegati

a) Galleria per il collettamento delle portate eccedenti la capacità di deflusso della parte tombinata del t. Maltempo nel r. Torbella;
b) Opera di presa della galleria di derivazione;
c) Opera di scarico della galleria di derivazione nel rio Torbella;
d) Adeguamento della parte terminale del rio Torbella;
e) Interventi localizzati nella parte tombinata del rio Maltempo per eliminare insufficienze di deflusso localizzate.

Questi interventi sono tra loro sinergici e consentono di raggiungere, in modo coordinato, l'obiettivo alla base dell'intervento e, pertanto, la loro valutazione, anche da un punto di vista ambientale, deve essere considerato in modo complessivo sia per gli impatti in fase di costruzione che per quelli in fase di esercizio

Considerando ogni singola componente ambientale, rispetto alla quale ogni singolo impatto è stato descritto nel dettaglio nell'ambito della presente relazione di prefattibilità ambientale, si riporta nel seguito una valutazione sintetica che fornisca un quadro di insieme degli effetti degli interventi.

Suolo e Sottosuolo

La componente suolo e sottosuolo viene ampiamente coinvolta, soprattutto in fase di realizzazione delle nuove opere, in quanto tutte le lavorazioni principali, da a) a d) dell'elenco precedente prevedono movimenti di terra (b), c), e d)) ed interazioni con il sottosuolo (a)) molto rilevanti.

Da un punto di vista ambientale e della salute umana possono configurarsi delle interazioni negative qualora si dovessero riscontrare, nel corso della caratterizzazione dei sedimenti che verrà effettuata a breve, la presenza di elementi che richiedano procedure particolari per la lavorazione e lo smaltimento.

In particolare, possono essere considerati potenzialmente a rischio le lavorazioni dei sedimenti del rio Torbella, qualora fosse riscontrata la presenza di sostanze inquinanti di natura civile, dovute al traffico o da residuo industriale. Questi inquinanti sembra meno probabile interessino i residui di scavo della galleria, mentre sia in questa lavorazione che nei sedimenti di alveo dovrà essere verificata l'eventuale, per quanto improbabile, presenza di amianto. Per tali motivi si valuta la fase di realizzazione per questa componente potenzialmente negativa. Nell'arco delle seguenti fasi di progettazione, sarà realizzato una caratterizzazione preliminare dei terreni coinvolti dal progetto per valutarne il possibile riutilizzo.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, invece, anche se il funzionamento della nuova opera non ha un'interferenza diretta su questa componente, il fatto di avere rimosso nella fase di costruzione sedimenti potenzialmente inquinati comporta una valutazione comunque positiva dovuta ad una riduzione potenziale dell'inquinamento nel suo complesso.

Ambiente idrico

In corso di realizzazione dell'opera si potranno verificare dei temporanei impatti sulla qualità delle acque, essenzialmente a carico della concentrazione di solidi sospesi. Tali impatti, oltre ad essere temporanei, avvengono a carico di corsi d'acqua di non particolare pregio, che in larga parte scorrono in aree fortemente

antropizzate. Per quanto non si dispongano di dati di qualità direttamente riferibili ai rii Torbella e Maltempo, si ritiene che l'impatto sia da considerarsi negativo ma sostanzialmente trascurabile in termini di significatività e reversibilità.

In fase di esercizio, gli impatti positivi sono ascrivibili alla riduzione del rischio idraulico per entrambi i torrenti, con particolare riferimento al rio Maltempo, con un effetto positivo significativo e permanente.

Atmosfera

Per quanto riguarda la componente atmosfera, nel corso del presente studio è stato indicato che la concentrazione delle lavorazioni in ambiente fortemente urbano, con la collocazione dei cantieri tra edifici di altezza rilevante ed in valli particolarmente incise, può comportare un aumento delle immissioni di sostanze inquinanti sia dovute alla movimentazione di sedimenti che alla concentrazione di macchinari con motori a combustione. Inoltre, la speciale conformazione dei luoghi di cantiere può, potenzialmente, comportare in determinate situazioni meteo-climatiche, specialmente nella stazione estiva, una stasi di ventilazione con conseguente potenziale peggioramento della qualità dell'aria.

Un ulteriore motivo di attenzione è da evidenziare nel traffico che i cantieri potranno generare nella viabilità ordinaria, specialmente per il trasporto del materiale di risulta degli scavi, sia del r. Torbella che della galleria di derivazione. Non essendo ancora nota la qualità degli stessi, non è possibile determinarne in questa fase la potenziale destinazione ed utilizzo. Resta comunque evidente che, con percorsi più o meno lunghi, dovranno essere allontanati dai cantieri, con aggravio almeno del traffico locale. Anche questa attività potrebbe comportare un aggravio della qualità dell'aria, almeno nelle zone prossime ai cantieri.

Per tale motivo si ritiene consigliabile, nel corso delle seguenti fasi di progettazione, di svolgere analisi più approfondite, magari con l'applicazione di modelli dispersivi dell'aria, al fine di verificare eventuali situazioni di potenziale criticità

Per quanto riguarda la fase di esercizio, invece, non si ravvisano interferenze tra la nuova opera e la componente atmosfera

Rumore

Indicazioni del tutto analoghe a quelle già illustrate per la componente atmosfera possono essere tratte dalle analisi svolte per la componente rumore, per la quale la fase di realizzazione delle opere potrebbe comportare un aggravio della situazione esistente, sia per quanto riguarda le lavorazioni stesse, sia per quanto riguarda la movimentazione dei materiali fuori dalle aree di cantiere. Anche in questo caso si ritiene, quindi, consigliabile un approfondimento degli effetti indotti su questa componente in fase di costruzione, specialmente una volta che siano definiti nel dettaglio l'organizzazione dei cantieri. La tempistica delle lavorazioni e dei trasporti, in modo da poter definire gli scenari maggiormente gravosi di immissione acustica e, nel caso, verificarne gli effetti con opportuni strumenti di analisi, anche modellistiche.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, invece, non si ravvisano interferenze tra la nuova opera e la componente atmosfera

Vibrazioni

Per quanto riguarda la componente vibrazioni, invece, è stato indicato che, sia durante la fase di costruzione che in quella di esercizio, non sono previste interazioni particolari.

Rimane comunque da verificare, tramite opportuno monitoraggio, da effettuare specialmente in corso d'opera, che l'interazione tra la realizzazione delle nuove opere e le infrastrutture esistenti, specialmente le pile autostradali, non determinino effetti secondari su quest'ultime e poter, in questo caso, adottare per tempo le contromisure necessarie.

Fauna

Dato che la zona interessata dell'intervento è una zona a vocazione ciprinicola, i lavori in alveo del rio Torbella verranno realizzati al di fuori del periodo di riproduzione dei ciprinidi (che va da marzo a luglio), sfruttando i periodi ricorrenti durante la stagione estiva, in cui l'alveo risulta in secca. L'impatto sulla fauna è quindi da considerarsi trascurabile.

La riprofilazione dell'alveo del Torbella prevista a progetto consentirà di connettere l'habitat fluviale del Polcevera con quello del Torrente Torbella, attualmente separati da un salto di circa 2m. Tuttavia, le escavazioni d'inerti fluviali, per favorire il deflusso delle acque, determinano generalmente un deficit solido locale che viene ridistribuito su tutta l'asta fluviale, fino al raggiungimento di un nuovo profilo d'equilibrio. Il tratto approfondito dall'escavazione, infatti, determina generalmente un aumento dell'erosione a monte e a valle del tratto interessato. Gli accorgimenti previsti a progetto consentono di minimizzare la possibile erosione dell'alveo. Nel complesso, la situazione post operam è da considerarsi invariante rispetto all'attuale, e quindi l'impatto sostanzialmente trascurabile.

Ambiente antropico ed archeologia

Durante la fase di cantiere il rischio archeologico assoluto può essere considerato **MEDIO - ALTO** in virtù sia dei dati raccolti legati al passaggio della viabilità antica sia dell'assenza di indagini sistematiche in queste aree.

Il rischio archeologico relativo per l'area oggetto d'intervento da svolgere sul Torbella può essere considerato **MEDIO – BASSO**. Le attività di scavo potrebbero esporre antiche arginature del torrente. Si considera **BASSO** il rischio archeologico relativo agli interventi da eseguirsi sul rio Maltempo. Infatti, l'innesto dello scolmatore avverrà in un'area già fortemente compromessa dalle attività per la costruzione dei piloni del viadotto Autostradale.

Nel complesso, si considera l'impatto in fase di cantiere negativo, necessitando di ulteriori approfondimenti nella fase successiva di progettazione.

L'opera consente di mettere in sicurezza idraulica il torrente Torbella e salvaguardare l'area a valle da rischio esondazione con un evidente miglioramento del rischio idraulico: per maggiori dettagli si rimanda alla valutazione degli impatti in fase di esercizio per la componente "acque superficiali", Par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**.

Di conseguenza l'intervento porta ad un impatto positivo significativo sull'ambiente antropico

Paesaggio

Gli impatti in fase di cantiere sono da considerarsi negativi, la cui significatività è apprezzabile essenzialmente per le opere sul lato del rio Torbella, tanto per la realizzazione dell'opera di rilascio quanto per le attività di dragaggio.

In fase di esercizio, la principale opera visibile sarà quella sul rio Maltempo: l'assenza di punti di vista

significativi rende l'impatto negativo.

Nel seguito (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) viene riportata una rappresentazione sinottica riassuntiva delle valutazioni sopra riportate, utilizzando una scala grafica in cinque classi e che va da una valutazione significativamente negativa (in rosso) ad una significativamente positiva (verde).

11. CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma complessivo delle attività previste, da affidare all'appaltatore dopo la redazione del Progetto Definitivo a cura degli scriventi progettisti, nell'ambito di procedura di appalto integrato, è indicato di seguito.

Si ritiene, innanzitutto, di riservare alla Progettazione Esecutiva un tempo di due mesi corrispondente a 8 settimane, al quale seguirà la fase di validazione della progettazione e la sua approvazione finale per l'avvio successivo delle attività di cantiere.

Seguendo l'inquadramento delle opere oggetto del presente intervento, le lavorazioni si potranno articolare in 3 cantieri paralleli e contemporanei.

11.1 1.Cantiere per la galleria scolmatrice del rio Maltempo

Per la realizzazione della paratia di imbocco, comprensiva di pulizia del versante, di pista per i mezzi per la realizzazione dei micropali, scavo, esecuzione tiranti con i relativi bulbi, sono necessari circa 40 giorni. Infatti, un tempo non trascurabile, che si prevede essere velocizzato con l'utilizzo di appositi additivi, è quello richiesto per la maturazione dei bulbi prima di procedere con il tiro dei tiranti.

Per lo scavo della galleria si utilizzerà, essenzialmente, la fresa puntuale o il martellone, benché si possa ammettere la possibilità dell'utilizzo di esplosivo, sebbene non si presti molto in questi materiali. Si può considerare per la galleria di collegamento un avanzamento di 4 m/giorno. La galleria è piccola per cui si può pensare a grandi produzioni; tuttavia, proprio le dimensioni ridotte rendono più onerose le varie operazioni per la mancanza di spazi, quali ad esempio il montaggio della centina. Essendo tale tratta lunga 526.61 m, si stima di impiegare a 132 giorni.

Arrivati alla camera di dissipazione si procede al suo scavo con una sezione un po' più grande della galleria di collegamento, impiegando 17 giorni per i 17 m. Dopo aver effettuato ciò, si procede ad un successivo allargo che richiede altri 10 giorni. A questo punto ci si deve interrompere con lo scavo per consentire la realizzazione dei due pozzi (caduta e ventilazione). Ipotizzando di avere già predisposto tutto a monte per il primo pozzo (compreso il posizionamento del raise borer), tale attività può richiedere circa 15 giorni. Realizzati i due pozzi, si procede con l'allargo finale della camera di dissipazione che richiede altri 10 giorni.

Completati tutti gli scavi si può procedere con i rivestimenti. Visti gli spazi ridotti che vincolano la movimentazione dei mezzi, conviene partire dalla camera di dissipazione e andare a ritroso, soprattutto con l'arcorovescio, potendo così lavorare in continuità senza aspettare le maturazioni per passarci sopra. Ipotizzando gettate di 20 m di lunghezza eseguite ogni giorno, si ottengono 23 giorni. Altrettanti ne serviranno per le murette. Infine, 70 giorni serviranno per il rivestimento di calotta, eseguito con la posa di lastre prefabbricate da utilizzare come cassero.

Il totale dei giorni stimato in questa fase risulta essere 350 giorni, che valutato sulla base di 25 giorni al mese di lavoro, ipotizzando circa 6 giorni/settimana, equivalgono a 14 mesi di lavorazioni.

11.2 2.Sistemazione idraulica del torrente Torbella

Il secondo cantiere che potrà avere sviluppo contemporaneamente a quello di realizzazione dello scolmatore del Rio Maltempo ed è costituito dalle lavorazioni nell'alveo del torrente Torbella tese ad abbassarne la quota di talweg, che nella porzione di valle dell'intervento si effettua mediante la creazione

di una savanella centrale.

Precedentemente rispetto allo scavo, si prevede l'intervento di rifacimento del ponte di via Canepari e della passerella pedonale. In seguito, inizierà lo scavo dell'alveo, che avverrà da valle verso monte, procedendo inizialmente con la sottofondazione del ponte della ferrovia (secondo a partire da valle) e la rimozione del salto di fondo presente allo stato attuale nella sezione terminale del t. Torbella immediatamente a monte della confluenza nel t. Polcevera. Successivamente, si potrà procedere allo scavo della savanella centrale, da rivestire successivamente con materiale lapideo. Infine, giunti nel tratto di monte si potrà procedere alla realizzazione dello scavo di più modesta entità fino alla sezione d'immissione dello scolmatore.

La stima di queste attività in questa fase progettuale risulta essere pari a 7 mesi.

11.3 3.Adeguamento della tombinatura del rio Maltempo

Il terzo cantiere che potrà avere sviluppo in parallelo rispetto ai primi due è quello di sistemazione dell'alveo tombato del Rio Maltempo a valle dell'opera di presa dello scolmatore: le attività previste in questo cantiere non richiederanno una durata pari al cantiere dello scolmatore che si colloca sul percorso critico ma saranno attività a spot che potranno essere realizzate dall'appaltatore in ragione della sua organizzazione nell'ambito della durata complessiva di cantiere si tratta in particolare delle seguenti lavorazioni: scoperchiatura del piano stradale e dello scatolare, rimozione delle condotte interferenti e il rifacimento del cielo dello scatolare e del piano stradale.

La stima di queste attività in questa fase progettuale risulta essere pari a 1 mese.

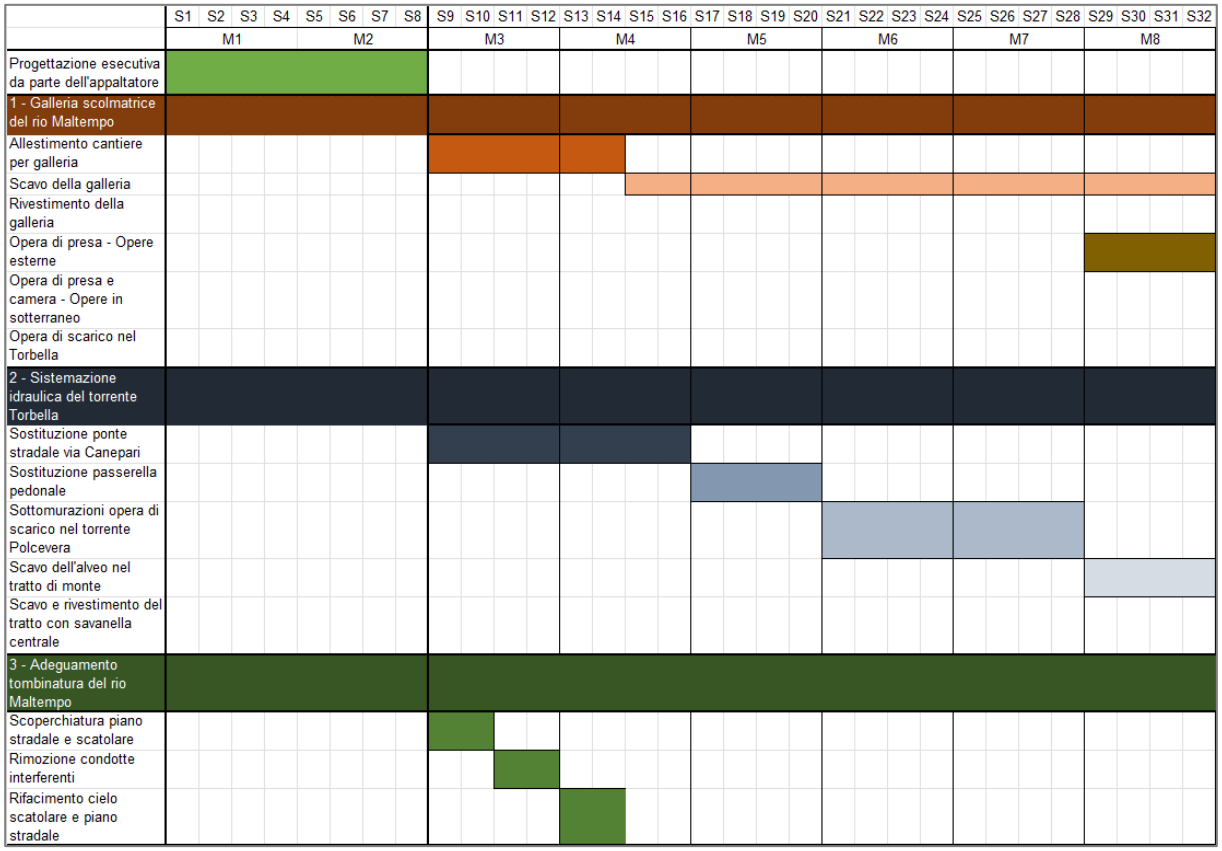


Figura 11-1: Rappresentazione del cronoprogramma stimato delle attività durante fino al mese n.8

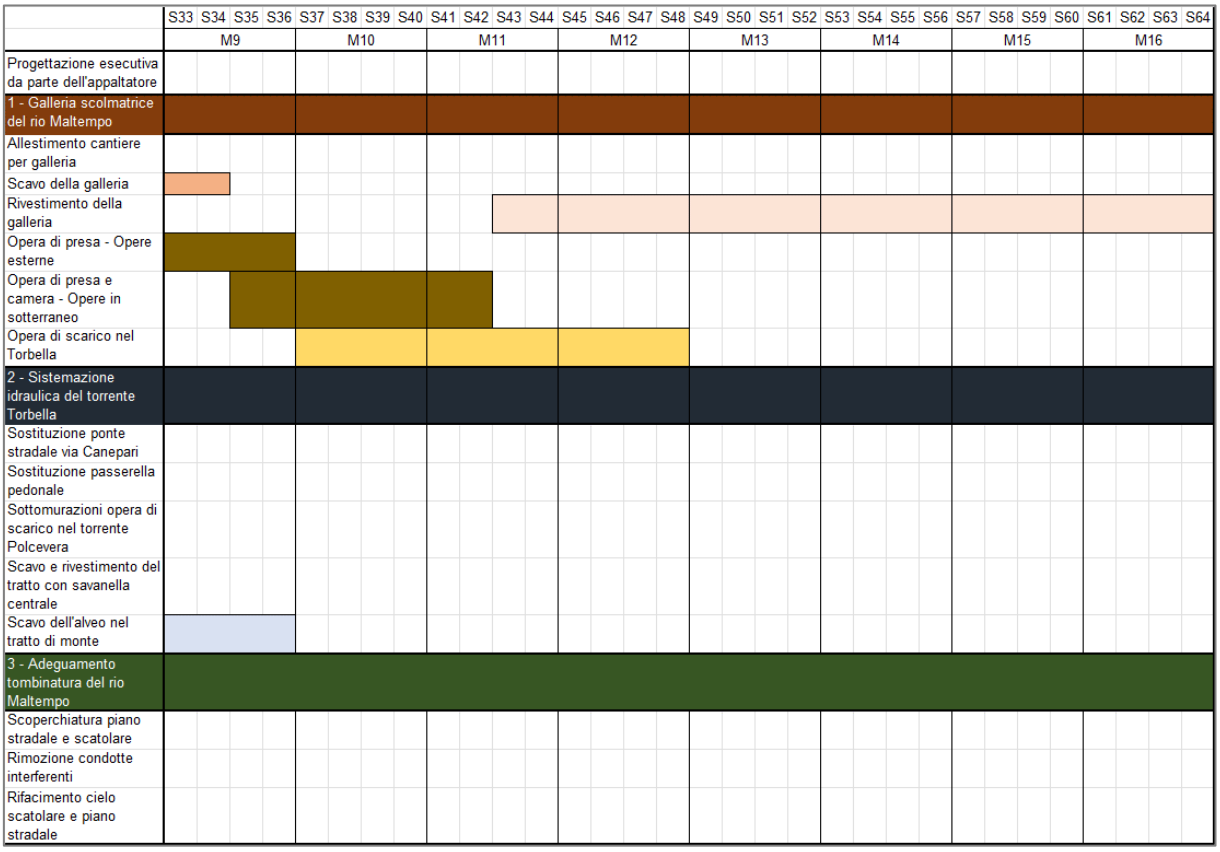


Figura 11-2: Rappresentazione del cronoprogramma stimato delle attività dal mese n.8 fino al mese n.16

La totale durata delle attività prevista risulta dunque essere pari a 16 mesi. Tale stima verrà revisionata nella seguente fase progettuale, in modo da determinare più dettagliatamente il Cronoprogramma delle attività.

12. CALCOLO SOMMARIO DELLE SPESA E QUADRO ECONOMICO

Le opere in progetto sono state stimate dal punto di vista economico, per quantificare gli oneri necessarie alla realizzazione dell'intervento. Al fine della realizzazione della stima, sono stati utilizzati i seguenti prezziari:

- "Prezzario Opere Edili ed Impiantistiche - Regione Liguria – Anno 2021";
- "ANAS Direzione Ingegneria e verifiche Nuove costruzioni manutenzione Straordinaria Anno 2021", dove non sono state trovate voci di spesa nel Prezziario regionale.

Le opere sono state suddivise nei seguenti interventi:

1. Galleria scolmatrice del rio Maltempo;
2. Sistemazione idraulica del torrente Torbella;
3. Adeguamento della tombinatura del rio Maltempo.

L'importo totale delle opere è risultato essere pari a € 13'688'345.59, mentre l'importo totale di progetto pari a € 20'865'396.98.

Al fine del completamento del Quadro Economico di progetto, riportato di seguito, sono state stimate le Somme a disposizione dell'Amministrazione.

COMUNE DI GENOVA	OPERE DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO TOMBINATO DI VALLE DEL RIO MALTEMPO, AFFLUENTE DEL TORRENTE POLCEVERA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA QUADRO ECONOMICO	
A) SOMME A BASE D'APPALTO		
1) Galleria scolmatrice del rio Maltempo		10'877'752.16 €
2) Sistemazione idraulica del torrente Torbella		2'656'499.93 €
3) Adeguamento della tombinatura del rio Maltempo		154'093.50 €
A.1) IMPORTO DELLE OPERE (1+2+3)		**13'688'345.59 €**
4) Progettazione Esecutiva		469'892.91 €
5) Direzione Lavori, Coordinamento Sicurezza in fase di Porgettazione e attività accessorie		1'269'634.44 €
6) Oneri Piani di sicur. coordin. non soggetti ribasso		547'533.82 €
7) I.V.A. sui lavori (10%)		1'368'834.56 €
A.2) TOTALE IMPORTO LAVORI A BASE DI GARA (A.1+4+5+6+7)		**17'344'241.33 €**
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
1) Spese tecniche - Progettazione di Fattibilità Tecnico Economica e Definitiva		490'432.43 €
2) Acquisizioni aree ed occupazioni temporanee		762'303.00 €
3) spese per eventuale assistenza archeologica		10'000.00 €
4) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche, prove in sito, indagini ambientali		50'000.00 €
5) Spese tecniche - Modellazione fisica		100'000.00 €
6) Spese per pubblicazione gara PE, DL e CSE		5'000.00 €
7) Spese tecniche - Validazione PD e PE		100'000.00 €
8) Incentivi e collaudi ex art. 113 del D.Lgs. 50/2016		258'996.09 €
9) Spese tecniche - Commissione aggiudicatrice PE, DL e CSE		10'000.00 €
10) Imprevisti (inclusa IVA)		1'734'424.13 €
B.1) TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		**3'521'155.65 €**
TOTALE IMPORTO PROGETTO (A.2+B.1)		**20'865'396.98 €**

13. CONCLUSIONI

Nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per le "Opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del rio Maltempo, affluente del torrente Polcevera" la presente Relazione Tecnica e Illustrativa raccoglie in modo sintetico tutte le categorie progettuali trattate.

Il risultato principale che si ottiene è che la soluzione progettuale scelta, ovvero la realizzazione di una galleria scolmatrice insieme all'intervento di riprofilatura dell'alveo del torrente Torbella ed il rifacimento dei ponti di via Canepari e la passerella pedonale, consente la risoluzione delle criticità idrauliche del rio Maltempo e la quasi totalità delle criticità idrauliche del t. Torbella. A ciò si aggiunge il localizzato intervento di adeguamento del rio Maltempo che consente di eliminare le interferenze nella tombinatura di valle. Questi interventi sono stati analizzati in accordo alla presente fase di progettazione, secondo quanto indicato da normativa. Il risultato del presente progetto è la conferma che esso sia fattibile tecnicamente ed economicamente. Nel seguente Progetto Definitivo verranno approfonditi gli aspetti lasciati in sospeso a causa della temporanea mancanza di dati, in accordo con la Stazione Appaltante.