0	09/2018	PRIMA EMISSIONE	ATI PROGETTAZIONE	GATTI	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario

Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

ROCKSOIL S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASSANI GIOVANNA
Sez. A Settori
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 20997

Progettista/Progettisti responsabili elaborato
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASSANI GIOVANNA
Sez. A Settori
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 20997

Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr.: ----

Codice elaborato: BIS2E - R - GEN01 - RE03 - 0

Oggetto della tavola

PARTE GENERALE

ELABORATI DESCRITTIVI GENERALI

Nota di risposta al parere del C.S.L.P. del 27/07/2018

Scala: -

Data: 14 SETT. 2018

Codice FILE: BIS2E-R-GEN01-RE03-0.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1 INTRODUZIONE 2
2 INQUADRAMENTO GENERALE 3
3 ASPETTI URBANISTICI, AMBIENTALI ED ARCHEOLOGICI 4
3.1 ASPETTI AMBIENTALI 4
3.2 ASPETTI ARCHEOLOGICI 5
4 ASPETTI IDROLOGICI 6
5 ASPETTI IDRAULICI 8
5.1 GENERALE 8
5.2 RISCHIO RESIDUALE 15
5.3 ANALISI IDRAULICA DELLE FASI DI CANTIERE 16
5.4 BRIGLIA DI TRATTENUTA 16
6 PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE 18
6.1 RIPASCIMENTI 18
7 ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI 22
8 ASPETTI STRUTTURALI 29
9 MONITORAGGIO 35
10 ASPETTI ELETTRICI / IMPIANTISTICI 37
11 MANUTENZIONE ED USO 38
12 ASPETTI ECONOMICI / AMMINISTRATIVI 39
13 CONCLUSIONI 40

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riporta le considerazioni / chiarimenti dei Progettisti, sviluppati per competenza, in merito al Parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici emesso dall'Assemblea Generale il 27.07.2018, Protocollo 3/2018.

L'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici si è espressa all'unanimità con voto favorevole; il parere, esaminati gli elaborati progettuali e percorso l'iter progettuale ed approvativo dell'opera in questione, riporta una disamina per macro-tematiche del progetto, evidenziando spunti di miglioramento e suggerimenti che sono ripresi nella presente relazione con l'intento di meglio chiarire le scelte di progetto o illustrare le modifiche che saranno introdotte a seguito dell'esame del parere.

La relazione riporta, in corsivo, stralci del parere, seguiti, in colore blu e riquadro grigio, dai chiarimenti dei Progettisti, mantenendo la suddivisione per macro-tematiche già presente nel parere stesso.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

L'opera in esame fa parte degli interventi urgenti di difesa e messa in sicurezza idraulica della città di Genova volti a mitigare il rischio del verificarsi dei gravi fenomeni di esondazione del torrente Bisagno e dei suoi affluenti che da decenni si susseguono nel centro cittadino, area fortemente antropizzata ed urbanizzata, con gravissime implicazioni sia per la pubblica incolumità, sia per l'elevato valore economico dei danni materiali, sia per lo svolgersi ordinato del vivere civile.

Preliminarmente l'Assemblea rileva che la morfologia accidentata del territorio su cui insisterà l'opera in progetto, per gran parte montuoso, e la forte antropizzazione del territorio dell'area di Genova hanno portato negli anni ad una sensibile trasformazione dell'assetto idrogeologico del bacino e, conseguentemente, al progressivo incremento dei volumi di acqua di ruscellamento generabili, nonché ad una generale riduzione dei relativi tempi di corrivazione, il tutto correlato con un progressivo incremento della frequenza dei fenomeni alluvionali, producendo in definitiva una riduzione del periodo di ritorno degli eventi significativi.

E' di tutta evidenza che la progettazione di un'opera di questo tipo nasce dalla necessità di ridurre le conseguenze dell'accadimento di eventi alluvionali che possano causare danni ingenti alle infrastrutture esistenti e, soprattutto, alla pubblica incolumità (si ricordi l'alluvione del 2011). La progettazione di un'opera di protezione idraulica, atta a mitigare il rischio nelle aree difese dall'intervento, fonda le sue radici su analisi statistiche e concetti di tipo probabilistico, che partono dall'analisi delle probabilità di accadimento di eventi di precipitazione intensa, che poi si ripercuotono in termini di portata e tiranti idrici sul bacino su cui inferiscono. Fissato un valore di riferimento per la probabilità di superamento dell'evento assunto a base del progetto, con la definizione di un prefissato tempo di ritorno di progetto, anche la funzionalità delle opere di contenimento dei deflussi, per l'ufficio che svolgono, è inevitabilmente affetta da una residua aleatorietà per eventi di tempo di ritorno superiore a quello di progetto. In altre parole la loro completa officiosità non è garantita per eventi che superino quelli di progetto.

Detto ciò, obiettivo di una progettazione efficace ed efficiente può essere solo quello di cercare, in un'ottica realistica e concreta, di sviluppare un progetto che riesca a ridurre quanto più possibile il rischio della situazione in atto, raggiungendo per lo stesso rischio un livello "accettabile" per le esigenze della pubblica incolumità e dei territori, tenendo conto dei vincoli esistenti sul territorio e della necessità di un utilizzo razionale delle risorse finanziarie disponibili.

Sulla base delle considerazioni preliminari su esposte, l'Assemblea ritiene che il progetto dell'opera oggetto del presente parere presenti non poche criticità, ma altresì ritiene che l'intervento sia nel suo complesso necessario per contribuire a migliorare la salvaguardia dell'incolumità della popolazione e la difesa del territorio, che attualmente si trovano in una inaccettabile condizione di elevatissimo rischio idraulico.

Resta comunque evidente a parere della Assemblea, che accanto alla realizzazione delle opere, dovrà essere prontamente sviluppato un efficace sistema di governo del territorio che veda, oltre alla realizzazione di opere, anche un diverso rapporto tra la presenza antropica e la gestione, nonché l'uso del territorio stesso.

Al riguardo le Istituzioni competenti dovranno redigere un quadro complessivo di pianificazione di interventi e gestione del territorio, definendo modalità di gestione attiva del rischio residuale nelle situazioni di emergenza dovute ad eventi metereologici estremi nel transitorio e ad opere ultimate.

In ultimo, rilevando dagli organi di stampa una grossa aspettativa popolare per la realizzazione degli interventi di protezione idraulica, l'Amministrazione regionale dovrebbe condurre una adatta campagna di informazione sociale sugli obiettivi dell'intervento e dei suoi limiti, oltre ovviamente sull'insieme delle altre

misure che si intenderanno prendere. Nell'epoca delle post verità e delle fake news, compaiono a livello territoriale veri e propri influencer del No, che hanno spesso facile gioco nel confondere le carte dell'informazione e ostacolare la possibilità degli individui di formarsi una opinione laica sui fatti. Sicché in letteratura è ampiamente dimostrato che comunità o singoli individui siano adusi sovente a deformare la percezione dei rischi e manifestino un comportamento irrazionale nel rifiutare gli interventi di prevenzione in programmazione.

Quanto sopra preliminarmente premesso, l'Assemblea procede, quindi, alla valutazione tecnica dei diversi aspetti progettuali in esame.

Si rimanda ai Piani di Governo del Territorio e ai Piani di Gestione della Protezione Civile.

3 ASPETTI URBANISTICI, AMBIENTALI ED ARCHEOLOGICI

In relazione a tali aspetti, si rileva preliminarmente che è agli atti lo "Studio di Impatto Ambientale", articolato in 7 sezioni principali:

- Premessa;
- Descrizione del progetto;
- Quadro delle tutele e dei vincoli operanti nell'area di intervento;
- Descrizione delle alternative progettuali;
- Stato attuale dell'ambiente;
- Misure di mitigazione e prevenzione degli impatti.

Si rileva altresì che, poiché l'opera in esame è frutto di una sostanziale rielaborazione del progetto definitivo del 2007, per cui si era espressa la Giunta Regionale con parere favorevole con prescrizioni tramite delibera n.578 del 01/06/2007, il presente progetto dovrà ottenere il parere favorevole da parte della Regione.

E' in fase di avvio la Conferenza dei Servizi e la VIA all'interno delle quali si raccoglieranno i pareri degli Enti preposti, tra i quali la Regione Liguria con i vari Uffici Competenti.

3.1 ASPETTI AMBIENTALI

A pag. 23 della relazione BIS2E-R-GEN01-RE02-0 si legge che, poiché esistono alcuni casi limiti di idrocarburi superiori a quelli consentiti nei terreni di scavo, è necessario un approfondimento delle indagini finalizzato alla verifica di eventuali contaminazioni di matrici ambientali ed in particolare del sottosuolo e delle acque al fine di prevederne la bonifica. Tuttavia non è detto nella relazione se questa fase è prevista prima o dopo l'appalto, né come potrebbero esser economicamente coperte le attività necessarie a sviluppare tale approfondimento.

E' stata avviata un'attività di approfondimento finalizzata a verificare l'eventuale contaminazione delle matrici ambientali nell'ambito di una procedura ex art. 242 D.lgs. 152/06. I risultati saranno riportati nelle integrazioni progettuali da sottoporre alla procedura di VIA regionale.

3.2 ASPETTI ARCHEOLOGICI

In relazione a tali aspetti si rileva preliminarmente che è agli atti il documento "Verifica preventiva dell'interesse archeologico" (VPIA) relativo all'area oggetto dell'intervento, redatto da parte di un soggetto abilitato e iscritto nell'elenco MIBACT (art. 95 D.lgs. 163/2006). Tale elaborato è stato concordato con il funzionario della Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Genova e le province di Imperia, La Spezia e Savona, in merito agli aspetti da approfondire rispetto al precedente documento VPIA redatto nel 2014 sul I° Lotto delle opere, che ricadeva parzialmente nello stesso territorio interessato dal presente progetto.

4 ASPETTI IDROLOGICI

Le serie storiche utilizzate per la determinazione delle curve di possibilità climatica si fermano al massimo al 1991 (Relazione Idrologica BIS2E–H–SDB04–RE01-0, Pag.9, Tabella 1), non tenendo conto di quasi 30 anni di dati pluviometrici, più della metà di quelli utilizzati nelle stazioni di misura analizzate, fra i quali rientrano anche quelli responsabili dei fenomeni alluvionali accaduti nel novembre del 2011 e nell'ottobre 2014. Tale rilevante carenza si riflette sull'analisi statistica delle precipitazioni che si traduce direttamente in una possibile errata stima statistica (errata valutazione del tempo di ritorno) della portata assunta a base del progetto, e a cascata, in una possibile errata valutazione del rischio residuo di inondazione a seguito del verificarsi di un evento più gravoso di quello di progetto: le modifiche morfologiche del bacino e le conseguenti variazioni dei coefficienti di deflusso del territorio in esame verificatesi negli ultimi 30 anni, non considerate da un modello di trasformazione afflussi-deflussi non aggiornato, possono anch'esse contribuire significativamente all'incertezza della caratterizzazione statistica delle portate. Vanno di necessità aggiornati gli studi idrologici, e non tanto per utilizzare nuovi e più sofisticati modelli, quanto per tener conto di 30 anni di dati significativi, registrati e disponibili. Si ricorda tra l'altro che la stessa prescrizione fu già indicata nel voto n.93/2013 dell'Assemblea Generale del 22 novembre 2013 che si espresse in merito al 1° Lotto: "Realizzazione delle opere per la messa in sicurezza idraulica del torrente Fereggiano (e rivi Rovare e Noce)". Tutti i dati utilizzati per la progettazione in esame sono stati dedotti dal Piano di Bacino stralcio del torrente Bisagno. Si rileva altresì che il Piano di Bacino del Torrente Bisagno è stato aggiornato alla luce degli eventi alluvionali precedentemente citati (ultima modifica dell'elaborato mediante il Decreto del Direttore Generale n.141 del 12.06.2017, entrato in vigore con la Pubblicazione sul BURL n.26 del 28.06.2017) e non è chiaro se nel progetto si è tenuto conto di tale aggiornamento o meno.

Considerato quanto premesso, l'Assemblea chiede che sia verificata la correttezza delle analisi statistiche sviluppate per definire la portata di piena assunta a base del presente progetto esecutivo e per valutare il rischio residuo.

La progettazione ha fatto riferimento alla versione aggiornata del PdB (2017) che, tuttavia, non presenta modifiche relativamente alle portate di piena del Bisagno rispetto ai valori originari del PD 2007.

In ogni caso le portate di progetto sono state esplicitamente assegnate al RTI dal RUP, in variante rispetto al PdB (450 m3/s invece di 420 m3/s per la piena duecentennale).

È importante evidenziare che si riscontra una scarsa attinenza tra la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica e la definizione delle portate al colmo in quanto, nel Piano Stralcio, le portate al colmo del Bisagno sono state definite in base a una curva di crescita regionale derivante dall'elaborazione statistica direttamente delle portate al colmo misurate (quindi non dipendente dalle precipitazioni) e a portate indice (massimi annuali) valutate con il modello geomorfoclimatico, in cui le piogge entrano solo a livello di distribuzione dei valori massimi annuali (quelli che servono per definire le portate indice).

In ogni caso è stato condotto un aggiornamento dell'analisi idrologica di progetto, integrando le serie storiche di precipitazione intensa utilizzate nel PdB (fino al 1991) con i dati più recenti disponibili sul portale web del Centro Funzionale, fino al 2017.

È stata condotta una regressione statistica su tali dati per la ridefinizione delle curve di possibilità pluviometrica, o LSPP, considerando sia una forma monomia "standard" e leggi di distribuzione probabilistica a due parametri (Gumbel, Pearson, Gamma), sia la metodologia a quattro parametri adottata nel PdB (modello "log-normale dissipativo").

I risultati mostrano un generale incremento delle precipitazioni critiche di progetto nelle curve derivate

dalle serie aggiornate rispetto a quelle "storiche". L'entità di tale incremento è piuttosto variabile tra le varie stazioni, con valori compresi tra +7,5% e +31,7%.

Di conseguenza, è stata effettuata un'analisi della possibile variazione che tale incremento può indurre sulle portate di progetto.

Applicando modelli schematico-concettuali di trasformazione afflussi-deflussi quali il metodo razionale, è stato possibile verificare in realtà come per ottenere le portate di progetto del PdB partendo dai nuovi valori di altezza di pioggia critica ricavati sarebbero necessari coefficienti di deflusso molto alti, dell'ordine di 0,9, caratteristici di un bacino notevolmente impermeabile e poco realistici per il torrente Bisagno.

Si ritiene pertanto che il valore della portata di piena di progetto con tempo di ritorno duecentennale fornito nel Piano di Bacino, e nello specifico per le sezioni di riferimento per il presente progetto (sezioni M e T), anche a seguito dell'aggiornamento idrologico effettuato sia ancora da ritenersi congruente e rappresentativo della massima piena temibile in relazione alla frequenza considerata.

Tale congruenza, pur a fronte di sensibili incrementi delle precipitazioni intense di riferimento, è verosimilmente dovuta alle modalità di analisi statistica delle portate al colmo assunta nello studio su cui si basa il Piano di Bacino, che particolarmente per i tempi di ritorno più elevati risulta piuttosto cautelativo nella stima del valore di portata al colmo.

5 ASPETTI IDRAULICI

5.1 GENERALE

La Relazione Idraulica tratta principalmente le modellazioni di calcolo sviluppate con riferimento all'andamento dei profili liquidi, essendo a fronte di ciò più limitatamente descritte le opere nei loro aspetti geometrico-funzionali e di dettaglio costruttivo. Mancano in particolare precisi riferimenti a tavole grafiche, e gli schemi riportati sono spesso di difficile lettura. Le considerazioni nel seguito riportate si basano, per le parti progetto pertinenti, anche sulle evidenze emerse durante le due visite al modello fisico fatte da alcuni membri della Commissione il 5 aprile e il 3 luglio di questo anno. La diversione delle portate così come prevista da progetto, 450 m3/s in galleria e a fronte di 1050 m3/s in ingresso al sistema, è affidata al sistema costituito dalla traversa presidiata da 3 paratoie a settore (ad apertura prefissata per garantire la corretta ripartizione delle portate) e dal canale collettore di portata a monte in sinistra idraulica dell'alveo il cui sfioro si sviluppa per 120 m. A valle del canale collettore è stato inserito un salto di fondo, realizzato mediante uno scivolo sagomato con profilo Creager, seguito da una vasca di dissipazione e da una platea orizzontale, all'inizio della quale sono presenti due blocchi "di dissipazione". L'imbocco della galleria di raccordo verso la camera di montaggio della fresa avviene con stacco a 90° dalla parete sinistra, nella porzione di valle della platea.

Alla pagina 64 della Relazione Idraulica è riportato che "Questa camera di dissipazione è finalizzata non tanto a diminuire il carico totale della corrente, quanto a ridurne notevolmente il carico cinetico (trasformandolo in energia di posizione), evitando le verosimili significative oscillazioni di massa attese nella configurazione originaria, che prevedeva l'immissione diretta a valle dello sfioro in una curva a pendenza relativamente elevata.", ma non è specificato come tale dispositivo sia stato dimensionato, scegliendone le dimensioni geometriche caratteristiche (profondità e lunghezza). Da quanto si è potuto osservare sul modello fisico (filmato img_0930), i livelli liquidi sembrano essere controllati dal muro terminale e dallo stacco a 90° della galleria, e sarebbe utile sapere i motivi che hanno condotto all'inserimento di tale dispositivo. Al proposito non sembra plausibile la giustificazione dei blocchi "di dissipazione" riportata alla stessa pag. 64 della Relazione Idraulica, "che rivestono in realtà la funzione di ulteriore elemento di intercettazione in uscita dalla vasca di possibile materiale di grosse dimensioni che dovesse immettersi nell'opera di presa nonostante le protezioni previste a monte".

Il layout idraulico dell'opera di presa differisce rispetto alla configurazione del progetto definitivo del 2007 per alcuni elementi di seguito descritti.

Le modifiche più sostanziali riguardano il tratto a valle dello stramazzo di presa, come indicato sin dalla fase di gara condividendo le osservazioni contenute nel parere del Consiglio Superiore dei LL.PP. al progetto definitivo: "*una modifica della geometria* [del tratto di incile della galleria che eviti il brusco slivellamento previsto in progetto] *potrebbe portare sostanziali benefici e il dettaglio costruttivo potrebbe essere ristudiato e, se del caso, modificato in sede di progetto esecutivo*".

In particolare:

- L'impostazione generale delle opere in alveo è congruente con lo schema pregresso (traversa di sbarramento/regolazione, sfioro laterale di presa).
- A valle dello sfioro di presa è stato inserito un salto di fondo, realizzato mediante uno scivolo sagomato con profilo Creager, seguito da una vasca di dissipazione e da una platea orizzontale,

all'inizio della quale sono presenti due setti che rivestono la funzione di intercettazione, in uscita dalla vasca, di possibile materiale di grosse dimensioni che dovesse immettersi nell'opera di presa nonostante le protezioni previste a monte. L'imbocco della galleria di raccordo verso la camera di montaggio della fresa è prevista con stacco a 90° dalla parete sinistra, nella porzione di valle della platea. Questa camera di dissipazione è finalizzata non tanto a diminuire il carico totale della corrente, quanto a ridurne notevolmente il carico cinetico (trasformandolo in energia di posizione), evitando le verosimili significative oscillazioni di massa attese nella configurazione originaria, che prevedeva l'immissione diretta a valle dello sfioro in una curva a pendenza relativamente elevata. L'opera è stata dimensionata nel rispetto delle geometrie disponibili in sito e verificata preliminarmente tramite modello numerico monodimensionale, considerando anche gli elementi posizionati a valle (camerone di montaggio, galleria di adduzione), in modo da determinare l'effetto di innalzamento dei livelli atteso a monte dell'imbocco della galleria di adduzione, e impostare conseguentemente quote e pendenze dei manufatti (condizionate anche da vincoli costruttivi e di tracciato) in modo da evitare il rigurgito dello sfioro di presa e garantire adeguati franchi idraulici nel tratto coperto. L'analisi di dettaglio condotta successivamente con il modello bidimensionale ha evidenziato un'idrodinamica complessa all'interno della camera di dissipazione, con flusso concentrato nella porzione sinistra del canale, prevalentemente a causa della modalità con cui la portata si immette nel canale dallo sfioratore di presa. La successiva modellazione fisica ha ulteriormente approfondito l'analisi evidenziando livelli idrici misurati superiori rispetto alle simulazioni numeriche, ma comunque in grado di garantire il rispetto dei franchi idraulici richiesti dal Piano di Bacino.

- Relativamente ai blocchi di dissipazione le simulazioni eseguite non hanno mostrato sostanziali differenze tra le configurazioni con e senza blocchi; si è quindi deciso di non inserire alcun blocco, a meno dei due denti a valle della vasca, solo con funzione di ulteriore garanzia di intercettazione di eventuale materiale di grosse dimensioni che oltrepassasse lo sfioro. Tali blocchi possono comunque essere rimossi dal progetto senza ripercussioni sul comportamento idrodinamico del nodo di presa.

In generale, da quanto si è potuto osservare dalle prove sviluppate nel corso della visita del 3 luglio, la configurazione delle opere in progetto mostra una progressiva incertezza di funzionamento man mano ci si avvicina alle portate previste per il dimensionamento. Questo non tanto per il canale collettore di portata, ma per quanto riguarda l'imbocco stesso della galleria a 90°, dove la vena liquida risulta estremamente irregolare e si avvicina pericolosamente al cielo della condotta man mano la portata divertita tende a raggiungere i 450 m3/s. Alcune prove fatte per forzare volutamente il sistema (modifica delle condizioni al contorno nella galleria a valle, chiusura di una delle paratoie per aumentare la portata in ingresso alla galleria) confermano l'instabilità del funzionamento dell'opera di presa man mano ci si avvicina alla portata di progetto. Tutto ciò risulta d'altronde coerente con le simulazioni numeriche sviluppate.

Dal modello di simulazione della portata di piena duecentennale (bidimensionale, implementato peraltro con un cambio di griglia di calcolo da triangolare a rettangolare proprio nel punto di criticità legata all'imbocco del flusso dalla vasca di dissipazione alla galleria di adduzione con sezione policentrica) si rilevano situazioni critiche in riferimento ai livelli idrici.

Nello specifico, in corrispondenza dell'imbocco della galleria di adduzione, si osservano altezze idriche variabili, anche superiori a 11 m e livelli idrici di circa 38 m s.l.m., con velocità del flusso idrico pari a 7-8 m/s (Figure 5.1-5.2 e 5.3 della "Relazione Idraulica", BIS2EHSDB04RE020). Dalla tavola "Opere in alveo – Opera di presa" – BIS2E – H – AL02 – SZ01 – 0 si può notare che la sezione di imbocco della galleria,

ha una luce libera di 10,40 m; quindi, se dal modello di simulazione si ottengono altezze idriche superiori a 11 m e la luce a disposizione all'imbocco è di 10,40 m ci troviamo in una situazione di flusso prossima al funzionamento in pressione, o comunque una vena idrica con superficie libera inclinata diagonalmente che dopo aver inciso sulla parete finale della vasca di dissipazione ed aver quindi probabilmente inglobato un grande quantitativo di aria, imbocca nella galleria di adduzione. Tutto ciò in contrasto con il funzionamento a pelo libero utilizzato come ipotesi di base e come criterio di dimensionamento delle opere di adduzione idraulica (si veda pag. 5 della Relazione Idraulica). È da ricordare, inoltre, che proprio al di sopra della vasca di dissipazione e dell'imbocco della galleria è stato previsto il posizionamento del piazzale e dell'edificio servizi e controllo, non riprodotto tra l'altro sul modello, probabilmente per necessità osservazionali, che potrebbe alterare, per una diversa alimentazione d'aria, i livelli idrici. Questi potrebbero in qualche misura risultare accresciuti su reale per l'inglobamento d'aria che si realizza nella vena liquida per l'estrema irregolarità del flusso.

Le instabilità osservate sono primariamente dovute all'impostazione delle opere in alveo, che determinano un ritorno di portata in sponda destra e pulsazioni nell'immissione della portata entro lo sfioro, con range dell'ordine del 10% attorno al valor medio, e secondariamente dall'idrodinamica nella camera di dissipazione. Si nota infatti da modello fisico una migliore stabilità nel momento in cui le paratoie sono tutte chiuse e l'intero flusso in ingresso imbocca lo scolmatore. Inoltre l'intensità dell'instabilità varia in relazione allo schema di aperture delle paratoie, che possono ridurre o incrementare i moti trasversali dovuti allo spostamento della corrente in alveo. Si osserva peraltro come tale effetto sia evidente dalle simulazioni con modello fisico in quanto si simula un moto permanente con portata costante pari al colmo con TR200, mentre nella realtà l'idrogramma in ingresso è rapidamente variabile e tali condizioni di portata (che vedono le maggiori instabilità) si mantengono per un tempo assai ridotto. Le pulsazioni sono quindi "assorbite" dalle più rilevanti variazioni dell'idrogramma, e non ci sono condizioni prolungate di portata costante in grado di instaurare stabilmente il sistema di vortice osservato. Grazie al modello fisico è stato possibile esaminare differenti configurazioni di apertura delle paratoie, individuando come riferimento per il progetto quella che garantisce anche la migliore attenuazione di queste oscillazioni (da ±10% a valori inferiori a ±2%).

Relativamente al moto nella camera di dissipazione, l'imbocco galleria risulta come descritto (e congruentemente con i risultati della modellistica fisica e numerica) a sezione quasi piena, in quanto la corrente si immette in modo simile all'incile di un canale da serbatoio, con un passaggio in corrente critica/veloce, creandosi a monte (camera) il carico necessario. Tale passaggio costituisce una disconnessione idraulica importante, che non viene annegata se non per portate nettamente maggiori di quella di progetto o in caso di notevoli e improbabili ostruzioni da valle. Da quanto osservato tale condizione non pare pregiudicare il funzionamento a pelo libero della galleria a valle nelle condizioni di progetto, dove il franco è sufficiente a mantenere areata la corrente dalla presa d'aria del camerone di montaggio fresa. Nella camera di dissipazione il franco residuo è dell'ordine dei 4 m, per cui la possibilità di areazione da monte è più che adeguata, anche in relazione alla breve estensione della copertura.

La condizione di sezione di imbocco quasi piena non limita comunque la funzionalità delle opere, nemmeno per la loro durabilità, se si considerano i tempi e le frequenze in cui possono permanere tali condizioni.

Non sono da escludere eventuali danni agli edifici sovrastanti, per le vibrazioni legate all'irregolare deflusso delle portate.

Gli effetti vibrazionali indotti dai fenomeni in esame risultano trascurabili per il modesto contributo energetico del fenomeno (al massimo equivalente alle perdite di carico nel tratto in esame) e alla frequenza propria dei fenomeni.

Al fine di fugare ogni dubbio in merito a possibili effetti vibrazionali sarà predisposta specifica analisi relativa al contributo energetico dei fenomeni e delle relative frequenze proprie.

In relazione al funzionamento della galleria, l'osservazione su modello fisico non può essere considerata definitiva per la limitata lunghezza del tratto a valle riprodotto, che sarebbe dovuto essere utilmente riprodotto fino al "camerone di montaggio", vista anche la complessità delle condizioni idrauliche in tale nodo che rappresenta la condizione a valle del tratto di galleria realizzata con scavo tradizione. Con riferimento alle modellazioni numeriche sviluppate in 1D, si considera corretta e non eccessivamente cautelativa l'assunzione fatta di un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a 65 m1/3/s, circa corrispondente ad una scabrezza equivalente di Darcy =3 mm e adeguati i tiranti massimi pari al 73% della sezione. Non è chiaro però come sia stata fatta la scelta dei coefficienti di scabrezza, descritti dal parametro di Gauckler-Strickler nel modello bidimensionale. La scelta di tali valori non è banale, e dipende anche modello di turbolenza adottato per simulare gli sforzi di Reynolds. Nel caso in esame il coefficiente di eddy viscosity è calcolato tramite la formulazione di Smagorinsky, quindi legata alla dimensione locale delle celle di calcolo, ma è necessario chiarire come sia stato ottenuto il valore 80 m1/3/s di Gauckler-Strickler adottato per la galleria. Inoltre è da giustificare la condizione al contorno, prossima alla critica (pag. 22 della Relazione Idraulica), assunta in galleria all'uscita del camerone.

In un modello bidimensionale i coefficienti di scabrezza da considerare si ottengono generalmente incrementando opportunamente di circa un 20÷30% quelli comunemente impiegati nei modelli monodimensionali, per tenere conto del fatto che in un modello 2D sono già in tutto o almeno in gran parte direttamente considerati nelle equazioni del moto gli effetti di resistenza indotti dalle condizioni di moto non-monodimensionali (turbolenza, moti vorticosi, sinuosità dell'alveo ecc.) che nell'ambito di un modello monodimensionale devono essere globalmente inclusi in un valore inferiore del coefficiente di scabrezza.

Considerati i valori dei coefficienti di scabrezza di Strickler impiegati nel modello 1D, nel modello 2D si è assunto pertanto per l'alveo del Bisagno un valore medio pari a 40 $m^{1/3}/s$ su tutta l'estensione del tratto considerato ad eccezione della traversa e della briglia selettiva, per le quali si è adottato un valore pari a 50 $m^{1/3}/s$; per le opere in cls (sfioratore, canale di presa, gallerie) si è invece adottato un valore pari a 80 $m^{1/3}/s$.

Relativamente alla galleria si evidenzia che, per rappresentare correttamente le dinamiche nel camerone di montaggio della fresa, si sarebbe dovuto rappresentare una lunghezza consistente anche della galleria corrente di valle (diametro 9,80 m), giungendo a dimensioni di modello non compatibili con la scala di adeguata similitudine idraulica.

Anche in relazione alle finalità del modello (manufatti di imbocco) si è ritenuto opportuno, vista la regolarità di moto osservata in galleria dal modello numerico, considerare come condizione di valle quella cautelativa (dalle verifiche con modello numerico) di Massimo carico necessario al moto nel tratto di

galleria circolare, che provoca un leggero rigurgito del tratto in policentrica. Altre condizioni potranno risultare più favorevoli per il grado di riempimento di questo tratto (peraltro con il modello fisico sono state analizzate diverse configurazioni di livello di valle, mostrando le possibili differenze: non si riscontrano criticità che possano indurre un funzionamento in pressione con la portata di progetto).

Un generale, in merito ai parametri di scabrezza, il modello fisico ha validato la bontà delle assunzioni fatte per il modello bidimensionale (che peraltro rendevano congruenti i livelli raggiunti con quelli determinati dal mono dimensionale) a conferma delle corrette assunzioni di base.

Risulta sviluppata in modo decisamente sbrigativo, a confronto con l'importanza che tale aspetto riveste, l'analisi del tratto terminale della galleria fino allo sbocco in mare (paragrafo 7.3). Il problema era già stato sollevato nel voto del 2013 che si riporta nuovamente nel seguito per la sua attualità: "Con riferimento al manufatto di sbocco in mare, sono da prevedere già nella fase di progetto definitivo gli accessi e gli accorgimenti necessari per garantire la manutenzione dell'opera. A tal proposito si ricorda che un tratto terminale dello sviluppo di circa 150 m della galleria Fereggiano risulta al di sotto del livello del medio mare. Quando fosse realizzata la galleria Bisagno come previsto nel PD2007, un tratto di circa 1.500 m sarebbe permanentemente interessato dall'acqua di mare. Deve inoltre essere studiato il sistema per la messa all'asciutto delle aree al di sotto del livello del mare, devono essere specificate le modalità d'accesso di persone e mezzi d'opera al fine di garantire l'espletamento delle normali operazioni di ispezione periodica e di manutenzione straordinaria delle opere in sotterraneo, procedendo al dimensionamento oltre che delle opere civili necessarie, anche delle eventuali opere elettromeccaniche a servizio di queste. Sempre con riferimento allo sbocco a mare è da verificare il funzionamento che consideri le portate contemporaneamente in arrivo dalla galleria Fereggiano e dalla galleria Bisagno, allo scopo di quantificare il rigurgito che può interessare questa ultima. Nel presente progetto definitivo devono essere esplicitamente richiamate le problematiche già sviluppate nel progetto definitivo del 2007, relative alla concomitanza fra funzionamento dello scolmatore in regime di piena e fenomeni meteo marini intensi." L'Assemblea ritiene che non sia possibile limitare lo studio di tale singolarità ad un singolo profilo in condizioni monodimensionali, ma sia indispensabile sviluppare un'analisi numerica ben più estesa, auspicando lo sviluppo di un ulteriore modello fisico. Nella Relazione Idraulica si legge (p.82) che l'opera di sbocco a mare è stata dimensionata per una portata pari a 520 m3/s (come da PD 2007). La portata da derivare tramite la galleria del Bisagno, a cui si somma il contributo del Rio Sciorba, è pari a 460 m3/s, quindi l'apporto massimo che potrebbe arrivare dal Rio Fereggiano, dal Rio Noce e dal Rio Rovare sarebbe pari a 520-460 = 60 m3/s. Questo non è coerente con quanto stabilito nel PD2007 che prevedeva un contributo di 80 m3/s da Fereggiano, 9 m3/s dal Rovare e 7 m3/s dal Noce (per un totale di 96 m3/s), ma anche, e soprattutto, con i valori di portata utilizzati poi in fase di dimensionamento dei lavori del I° Lotto, relativi alla realizzazione della galleria scolmatore dei rivi Fereggiano, Rovare e Noce, i cui valori sono stati ulteriormente incrementati rispetto al PD2007 (Qferegg+QRovare+QNoce= 87+26+23=136 m3/s – ved. Relazione idraulica integrativa del Progetto definitivo del I° Lotto del 2013). Forse l'addizione delle portate allo sbocco è stata assunta trascurabile assumendo la non contemporaneità dei colmi di piena, ma questa ipotesi non è assumibile come valida a priori in un contesto come quello del bacino del Bisagno, il cui territorio, dimensionalmente abbastanza limitato (93 km2, lunghezza asta principale di 25 km), è caratterizzato da una morfologia dalle medie ed elevate pendenze, e l'alveo ha un comportamento essenzialmente giovanile, in un'orografia in evoluzione caratterizzata da fenomenologie erosive recenti e/o ancora in atto. Questo conferisce all'alveo un carattere tipicamente torrentizio, con fenomeni di piena improvvisi e di elevata intensità (tempi di preavviso dell'arrivo del colmo di piena dell'ordine di 1:30 h, Relazione Idraulica p.127). Qualora si voglia ipotizzare la non contemporaneità dei picchi di piena dei due alvei, questo andrebbe supportato da un studio idrologico specifico del bacino con l'implementazione di un modello afflussi-deflussi che tenga conto dei tempi di residenza di ciascuna area e la probabilità di accadimento degli eventi di pioggia.

L'opera di sbocco è già stata oggetto di una modellazione fisica eseguita dai progettisti del Lotto I, per la quale le valutazioni relative alle portate concomitanti e al valore di progetto (520 m3/s) sono state definite nel progetto approvato e appaltato dello sbocco (Lotto I, scolmatore Fereggiano). L'incremento di portata da 420 m3/s a 460 m3/s effettuato nel progetto "Bisagno" per dimensionare le opere di imbocco è relativo a una maggiore cautela, e tiene conto, al contrario, che a Brignole la portata non superi il valore massimo ammissibile di 800 m3/s: con TR200, questo avviene quindi già solo per la derivazione Bisagno (di 450 m3/s), anche senza portata derivata da Fereggiano e minori. Pertanto considerare che tutte le prese derivino la massima portata implica un "sovrautilizzo" degli scolmatori, al di là del target di progetto per la portata duecentennale. La concomitanza dei colmi è stata quindi già valutata nell'ambito del PdB che ha definito le portate massime sull'asta principale.
Tale assunzione cautelativa nella revisione progettuale è stata ulteriormente incrementata, a favor di sicurezza, per considerare anche con le portate maggiorate descritte in precedenza l'improbabile contemporaneità perfetta tra tutti i contributi potenzialmente derivabili (Bisagno, Fereggiano, Rovare, Noce, Sciorba), giungendo a una portata massima di 460+136 = 596 m3/s.
Le simulazioni eseguite nel presente progetto, con modello numerico bidimensionale supportato dai risultati del modello fisico pregresso, hanno indagato anche l'effetto di disturbo idrodinamico provocato dalla confluenza dei due flussi nel manufatto di imbocco. Tale effetto è rilevante, in quanto, a parità di portata complessiva defluente, considerando una corrente rettilinea il deflusso avviene in adeguate condizioni di pelo libero nella galleria Bisagno, mentre l'ostacolo al deflusso provocato dall'immissione laterale induce un significativo sovralzo che genererebbe nel tratto terminale condizioni di deflusso in pressione.
Tale effetto non è eliminabile nel presente progetto in quanto l'elemento di disturbo è costituito dalla geometria vincolata dell'opera di sbocco, parte di un altro progetto e oggi già in fase di realizzazione. Si evidenzia peraltro come la presenza di un tratto in pressione non pregiudichi in alcun modo la capacità di corretto smaltimento a mare della portata in arrivo da monte.
Si è comunque provveduto, per limitare il più possibile l'estensione del tratto interessato da condizioni di deflusso in pressione, a modificare l'altezza della sezione policentrica a valle dell'attraversamento di Corso Italia (dove invece le strutture esistenti vincolano le dimensioni della galleria) per ottenere un franco minimo in chiave di 0,5 m, fornendo indicazioni alla D.L. del cantiere dello scolmatore Fereggiano in modo che tale indicazioni potessero essere recepite anche nel tratto terminale, con una variante in corso d'opera.
Si ribadisce nuovamente come le condizioni di funzionamento considerate per il sistema complessivo degli scolmatori rappresentino una situazione notevolmente più gravosa rispetto allo scenario di progetto. L'obiettivo delle opere, ovvero quello di garantire nel tratto terminale del Bisagno condizioni di sicurezza idraulica in corrispondenza dell'evento di piena duecentennale (portata massima di 850 m3/s smaltibile con adeguati franchi di sicurezza), sarebbe infatti raggiunto come già detto con la sottrazione complessiva all'alveo di 450 m3/s (la portata di piena di riferimento è pari a circa 1.300 m3/s all'imbocco del tratto tombato). In questo caso si considera che il sistema degli scolmatori stia sottraendo una portata complessiva di quasi 600 m3/s (+33% della portata di progetto), che per l'evento di piena duecentennale significherebbe riscontrare nel tratto terminale del Bisagno una portata di circa 700 m3/s (cioè circa l'82% della portata massima smaltibile).
Considerando quindi, oltre a tutti gli elementi di cautela adottati in progetto e richiamati nel presente capitolo, come le verifiche condotte riguardino eventi idrologici di frequenza più rara rispetto a quelli di riferimento, si ritengono pienamente adeguate le modalità di funzionamento idraulico delle opere in progetto, con sufficienti margini di sicurezza, come già richiamato, per poter estendere in caso di necessità il loro utilizzo anche a portate superiori (entro limiti ragionevoli) a quella di dimensionamento.

L'Assemblea sottolinea inoltre come non ci sia possibilità di accesso per la manutenzione della galleria, lungo tutta la sua estensione di circa 6 km, se non a partire dal camerone tramite l'area di cantiere "ex-Canile" situato 368 m più a monte di quest'ultimo. La necessità di manutenzione è ancora più

indispensabile considerato che la sezione policentrica con diametro pari a 9,5 m ha quota di sbocco a -6,19 m s.l.m., e il tratto perennemente occupato da acqua salata si sviluppa per un tratto di 1'630 m (relazione idraulica, p.85) assumendo, per tener conto in qualche modo degli effetti legati al moto ondoso, un livello allo sbocco pari a 0,50 m s.l.m.

La galleria scolmatrice presenta un unico accesso dalla finestra presso la camera di montaggio della fresa.

Al fine di agevolare l'intervento manutentivo da valle si ritiene possibile equipaggiare opportunamente il manufatto di sbocco a mare, creando quindi un secondo punto di accesso.

Precisando che tale manufatto risulta al di fuori dell'ambito di progettazione dello scrivente raggruppamento, si sintetizzano di seguito le modifiche necessarie allo scopo.

Primariamente dovrà essere eliminata la copertura prevista dal progetto del manufatto di sbocco, limitando l'altezza dei muri in funzione delle analisi idrauliche proposte al punto precedente,

Dovranno quindi essere predisposte, laddove non previste, adeguate gargamature idonee ad ospitare i panconi di sezionamento che permettano di isolare:

- Lo sbocco a mare del manufatto;
- Lo sbocco del t. Bisagno nel manufatto;
- Lo sbocco del t. Fereggiano nel manufatto.

Al di là degli aspetti che considerano le portate liquide in alveo e in galleria, L'Assemblea osserva che non sono compiutamente sviluppate le verifiche per la stima dei fenomeni erosivi localizzati legati all'interazione fluido-struttura. La protezione d'alveo è affidata ad una scogliera la cui verifica, basata sulla elementare formula di Shields, è riportata nel paragrafo 5. A pag. 43 si conclude infatti che "Si ritiene pertanto corretto considerare come ancora valide le modalità di realizzazione della sistemazione di fondo definite nel PD2007, basate sulle risultanze di un modello fisico a fondo mobile che ha permesso di ottimizzare la dimensione del materiale e la posizione delle soglie." Poiché l'osservazione visiva dell'alveo del Bisagno mostra la presenza di massi di dimensione ben maggiore di 0,50 m che possono quindi essere movimentati dalle piene del torrente, è necessario verificare che la mutata disposizione delle opere, che controlla i fenomeni erosivi localizzati indotti dall'interferenza fra la corrente e le strutture, sia ancora tale da garantire la stabilità delle protezioni al fondo definite nel PD2007 e di conseguenza la stabilità delle strutture trasversali e longitudinali.

Le opere proposte in alveo sono conformi a quanto definito nel progetto definitivo oggetto di modellazione fisica a fondo mobile, rispetto al quale non sono stati introdotti elementi in grado di modificare l'idrodinamica ed i fenomeni erosivi e di trasporto solido già studiato in tale sede.

La formula di Shields è stata applicata (considerando cautelativamente i valori massimi di velocità della corrente ricavati da un modello numerico 2D di dettaglio) non per dimensionare il rivestimento, ma per verificare (in relativo) la congruenza tra le sollecitazioni della sistemazione proposta nel PD2007 e quella attuale, così da poter confermare l'assunzione di cui sopra (ovvero che la verifica condotta con modello fisico sia ancora da considerarsi valida).

È stata comunque svolta una modellazione numerica relativa al trasporto solido in alveo, di cui viene data evidenza dei risultati in uno specifico elaborato specialistico, articolata in:

- Modellazione monodimensionale a scala di asta fluviale per la determinazione della capacità di trasporto del corso d'acqua;
- Una modellazione bidimensionale nell'area del nodo di presa per valutare fenomeni erosivi locali di deposito/erosione.

5.2 RISCHIO RESIDUALE

Si osservano situazioni fortemente critiche per la simulazione degli eventi di piena calcolati con tempo di ritorno di 500 anni. Infatti, dalla relazione idraulica al cap. 5.5.2 "Profilo idraulico con tempo di ritorno di 500 anni" si legge che, simulando la portata di piena per un tempo di ritorno di 500 anni e considerando la situazione più gravosa, ovvero che le paratoie rimangano aperte con la stessa altezza (2,55 m) utilizzata per il tempo di ritorno di 200 anni senza che vengano movimentate all'aggravarsi dell'evento di piena:

….si ha un forte sovralzo in corrispondenza della traversa di regolazione, con un rilevante effetto di rigurgito nell'alveo a monte ed un significativo incremento della portata immessa nel sistema scolmatore. In particolare attraverso lo sfioro laterale si immetterebbero nella galleria scolmatrice circa 660 m3/s, che defluirebbero in pressione per l'intera estensione fino al mare, con notevole incremento dei livelli idrici a valle dello sfioro (v. anche capitolo 7.5). Per quanto attiene l'asta del Bisagno, a valle della traversa defluirebbero circa 780 m3/s, che nel tratto in esame non provocano esondazioni ma sarebbero verosimilmente non compatibili con l'assetto idraulico del corso d'acqua nella porzione di valle, se si considerano i contributi attesi dal bacino residuo fino all'imbocco del tratto tombato. Il tratto d'alveo analizzato denuncia, per questa gravosità di evento, una generale inadeguatezza delle opere arginali in destra da valle della briglia selettiva fino alla traversa, sia per il franco di sicurezza calcolato rispetto al livello idrico che per quello valutato con riferimento al carico totale, con diffuse esondazioni per sormonto dei muri esistenti.

A riguardo si rileva che un'analisi a 500 anni è soggetta a notevoli incertezze statistiche, e la stessa portata al colmo di piena duecentennale può essere soggetta a dei significativi livelli di incertezza legati soprattutto alla mutazione del territorio e alla tendenza alla conversione di aree vegetate ad aree urbanizzate che si è verificata specialmente negli ultimi decenni. Inoltre, la portata di progetto valutata con un tempo di ritorno di duecento anni (1049 m3/s in corrispondenza delle opere di presa) aumenta all'incirca del 37% se calcolata con un tempo di ritorno di 500 anni (1.440 m3/s), e con tale (relativamente esiguo, se considerati i livelli di incertezza) incremento risulta un funzionamento in pressione di tutta la galleria in questione. Risulta quindi opportuno approfondire le analisi di rischio residuale, tali da individuare i valori limite massimi di portata derivabili dalla galleria, nonché i rispettivi volumi lasciati transitare nel tratto di valle dell'alveo. A partire da tali valori, si richiede quindi di implementare un adeguato sistema di preallerta anche in collaborazione con la Protezione Civile in modo da ottenere dettagliatamente le potenziali aree inondate e le relative velocità previste, in modo da poter allertare ed evacuare in tempo la popolazione e mettere in sicurezza le aree esposte ad un maggior rischio.

Il funzionamento del sistema scolmatore è stato sviluppato e verificato con riferimento alle condizioni di progetto riferite alla portata duecentennale.
Nella revisione della relazione idraulica viene data evidenza dei risultati delle simulazioni svolte in condizioni di portata superiore alla duecentennale, da assumersi quali condizioni oggettive di funzionamento limite.

5.3 ANALISI IDRAULICA DELLE FASI DI CANTIERE

Nella relazione idraulica a pag. 98 viene calcolata la pericolosità idraulica dell'area di intervento come la probabilità composta di non superamento di un evento in N anni. Questa pericolosità P viene impropriamente chiamata rischio idraulico R, che invece è funzione, oltre che della pericolosità idraulica, anche del valore esposto e della vulnerabilità dell'area (R=f(P,E,V)). Nel valutare le fasi di cantierizzazione si determina una velocità di propagazione dell'onda di piena, e immettendo un sensore idrometrico a valle di "foce Lentro" sono stati stimati i tempi di percorrenza della piena duecentennale pari a 1:20 h (estendibile a 1:40 h per le portate ordinarie). Tale intervallo temporale, non è considerabile come tempo di preavviso accettabile per liberare un'intera area di cantiere posta in alveo (tra l'altro, costituita anche da pezzi e strutture removibili all'occorrenza). Come suggerito alla fine della stessa relazione (p.128), si richiede di stabilire dei sistemi di preallerta meteo molto più accurati e dettagliati, nonché un sistema di monitoraggio dei pluviometri presenti nel bacino collegati ad un modello numerico afflussi-deflussi-propagazione portate in alveo sufficientemente efficace da garantire i livelli di sicurezza adeguati nel cantiere in alveo. Tale sistema di preallerta meteo, accorpato con il sistema continuo di monitoraggio e registrazione dei pluviometri diffusi sul bacino e nonché con i modelli numerici di tipo previsionale dei deflussi superficiali e delle portate in alveo si ritiene un elemento fondamentale e parte integrante del presente intervento, a partire dalle fasi di realizzazione dell'opera durante le fasi di cantierizzazione, per poi divenire un ottimo strumento di gestione dell'intero sistema infrastrutturale, fondamentale per una corretta pianificazione della gestione delle emergenze.

Nella revisione della relazione idraulica è stata inclusa una specifica proposta di sistema di preallerta meteo in ragione delle osservazioni di cui sopra.

5.4 BRIGLIA DI TRATTENUTA

L'Assemblea ritiene di porre l'attenzione anche sul sistema di trattenuta dei corpi galleggianti costituito da n. 7 funi in acciaio trefolato da 44 mm di diametro nominale. Le funi sono poste a formare una griglia posta in senso trasversale al flusso della corrente, fissate alla sommità dei sei setti del corpo della briglia di trattenuta a formare 5 campate (3 da 9,87 m e 2 laterali inclinate da 12,50 m). Inoltre superiormente alla quota del corpo in cemento armato della briglia è posta, a 47,44 m, la struttura metallica con binari che permette il passaggio dello sgrigliatore con braccio meccanico, comandato da remoto, che dovrebbe intervenire all'occorrenza, ad eliminare ostruzioni sulle funi (rami, tronchi ed altri elementi galleggianti trasportati dalla corrente). L'utilizzo di trefoli d'acciaio risulta certamente vantaggioso nelle operazioni di manutenzione, perché, una volta sganciati dalle pile, possono essere sfilati dagli ammassi dei detriti che devono essere rimossi, operazione svolta dopo il passagio della piena. L'idea che possa essere utilizzato un sistema di grigliatura senza sganciare i trefoli appare quantomeno ottimistica, perché presuppone che i detriti e i terfoli non siano fra di loro aggrovigliati.

Resta comunque il dubbio sul mantenimento in efficienza di una apparecchiatura di questo genere, inutilizzata per anni, che poi deve entrare in funzione in tempi brevissimi in caso di piena. Deve di necessità essere previsto che la briglia antidetriti svolga il suo compito, ovvero catturi tronchi ed altri elementi galleggianti provenienti da monte che non potranno essere rimossi se non dopo il passaggio della piena. Il riurgito provocato dalla prevista presenza dei detriti catturati dovrà essere compatibile con le strutture in alveo a monte garantendo franchi adeguati. Ad esempio la passerella di servizio prevista sopra la briglia mostra un franco di poco più di mezzo metro quando questa ultima risulta ostruita dai detriti e risulta quindi non adeguata.

Il braccio meccanico è stato previsto quale ausilio per la gestione del materiale solido trattenuto dalla briglia, laddove le condizioni idrologiche ne permettano l'azionamento in sicurezza.

Premesso che il dimensionamento statico-strutturale dell'apparecchiatura tiene conto delle sollecitazioni riferibili alle condizioni di piena di riferimento si evidenzia come l'utilità del braccio meccanico sia più marcata per eventi di intensità inferiore o nella fase iniziale di eventi intensi, quando la mobilitazione di flottante risulta maggiore e la portata liquida permette l'utilizzo in sicurezza dello sgrigliatore.

Ciò permette la conservazione della luce libera in prossimità della briglia in vista del sopraggiungere del picco di portata liquida.

6 PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE

A pag. 90 della relazione "Piano Utilizzo Terre" (BIS2EACAN02RE01) si legge "Il riutilizzo del materiale da scavo prodotto in cantiere assicura una riduzione drastica del consumo di risorse naturali riducendo, nel contempo, drasticamente la produzione di rifiuti. I volumi di materiali di scavo prodotti nell'ambito del cantiere ammontano a circa 830.000 m³ valutati in banco, di cui circa 120.000 m³ da reimpiegare per la produzione del cls necessario per l'opera". Affinché lo smarino prodotto durante gli scavi possa essere reimpiegato come inerte per la produzione del CLS, questo deve rispettare gli standard di qualità richiesto: le NTC vigenti prevedono la conformità alla norma UNI EN 12620 per gli inerti (paragr. 11.2.9.2 delle NTC2008). L'Assemblea ritiene che non siano state svolte sufficienti indagini per garantire l'effettiva rispondenza del materiale dello smarino per la produzione del calcestruzzo, o quantomeno, non può essere garantito al momento che la quantità di smarino prevista per la produzione del CLS (120.000 m3) possa essere totalmente ed effettivamente utilizzata.

E' stata avviata una specifica attività di caratterizzazione del materiale di scavo della galleria utilizzando i campioni prelevati nel corso dei sondaggi a carotaggio eseguiti nel corso dell' anno 2017.

Le prove di caratterizzazione sono riferite essenzialmente alle proprietà del materiale rimandando alle fasi di cantiere le prove fisiche (granulometria, forma e appiattimento ecc.) che dipendono dall'impianto di produzione e che quindi non sono riproducibili in laboratorio.

Le determinazioni previste sono le seguenti:

- Descrizione petrografica semplificata illustrata,
- Dichiarazione assenza sostanze pericolose
- Equivalente in sabbia
- Determinazione del valore di blu
- Determinazione contenuto sostanza umica
- Determinazione del contenuto di solfati solubili in acido
- Determinazione del contenuto di cloruri idrosolubili
- Determinazione del contenuto di zolfo totale
- Reattività alcali-silice
- Massa volumica e assorbimento d'acqua
- Resistenza alla frammentazione (Prova Los Angeles)
- Determinazione del coefficiente di usura (
- Determinazione perdita percentuale in massa dopo cicli gelo/disgelo (10 cicli)

6.1 RIPASCIMENTI

I numerosi interventi di ripascimento in progetto si basano su precedenti progetti preliminari e definitivi predisposti in ambito diverso, che hanno sviluppato in fasi precedenti studi meteomarini delle diverse aree di intervento, individuando e quantificando le caratteristiche del trasporto litoraneo delle aree interessate, nonché lo studio del profilo di equilibrio della spiaggia da sottoporre a ripascimento ed identificazione del profilo di spiaggia ottimale per il nuovo assetto in funzione delle caratteristiche del materiale dell'arenile

già presente e di quello di ripascimento (granulometria, angolo d'attrito). Tuttavia sembrano esserci alcuni punti, elencati qui di seguito, che gli stessi progettisti esecutivi hanno richiamato all'attenzione nella Relazione Generale a pag. 109:

1) Problematiche amministrative: in questa fase progettuale non sono ancora disponibili le autorizzazioni e/o gli accordi preliminari per l'individuazione dei siti di destinazione dello smarino. Devono anche essere individuati con dettaglio i ***siti di stoccaggio*** *dello smarino, perché nelle aree di cantiere non vi è disponibilità di spazi sufficienti per lo stesso. Inoltre, come si legge nella relazione generale "Ripascimento Spiagge", per le spiagge di Arenzano, Vesima e Voltri è stato previsto il trasporto del materiale prelevato dallo scavo della galleria del Bisagno tramite gomma, passando attraverso l'A10 ed uscendo rispettivamente ai caselli di Arenzano e Voltri, per le ultime due, e proseguendo per via Aurelia; presso la spiaggia di Voltri è stata individuata un'area di deposito temporaneo, che verrà utilizzato anche per le spiagge di C.so. Italia, Sturla e Levante. Infatti, per quest'ultime è stato previsto il trasporto dello smarino via mare "….in ragione della localizzazione delle aree, e della difficoltà operativa di raggiungere i siti di ripascimento attraverso trasporto su gomma…."; però proprio a causa del trasporto via mare è possibile che in alcuni periodi gli interventi possano essere sospesi per le condizioni marine, anche perché i ripascimenti non potranno avvenire in corrispondenza del periodo estivo/balneare. Per di più, dall'elaborato grafico BIS2E – A – SPG00 – CO01 – 0 "Ripascimento spiagge", tali siti oggetto di ripascimento (C.so. Italia, Sturla e Levante) risultano essere proprio i più vicini all'area di cantiere collocata presso l'ex Canile e sembra che essi possano essere raggiunti via terra su gomma tramite l'autostrada A10, uscendo allo svincolo Genova – Nervi e proseguendo poi per via Aurelia (SS1).*

Il progetto della cantierizzazione, in corso di revisione a seguito degli incontri interlocutori presso gli uffici della regione, comprende due aree di stoccaggio esterne all'area di cantiere.

La prima è situata in corrispondenza del molo di foce Bisagno, raggiungibile tramite la viabilità urbana principale. Il molo costituirà la piattaforma di carico dei pontoni destinati al trasporto ed allo scarico dei materiali in corrispondenza della spiagge del levante non raggiungibili via terra. La sua superficie corrisponde ad un'area di spiaggia di circa 12.500 m² e permetterà lo stoccaggio di oltre 30.000 m³ di materiale.



La seconda è situata in corrispondenza della spiaggia di Voltri, a contatto con limite occidentale dell'area

portuale. Essa consentirà inoltre il carico dei pontoni destinati alla realizzazione dei ripascimenti in corrispondenza delle spiagge non raggiungibili via terra (Vesima). La sua superficie corrisponde ad un'area di spiaggia di circa 13.000 m² e permetterà lo stoccaggio di oltre 30.000 m³ di materiale. L'accesso è interno all'area portuale e si prevede di raggiungerlo per via autostradale con ingresso in corrispondenza del Casello di GE Est e uscita GE Pra.



Entrambe le aree ospiteranno il materiale di smarino già lavorato in corrispondenza dell'area di cantiere (frantumazione lavaggio e selezione granulometrica).

Inoltre, per quanto riguarda i siti di stoccaggio dello smarino, non risulta se sia stato predisposto uno studio dei possibili cedimenti del terreno su cui verrà allocato tale smarino, attesa la presenza di spessori di coltre di 8-9 m nella zona di via Terpi (scuola/chiesa);

Con riferimento a cumuli in corrispondenza delle aree di stoccaggio temporaneo:

- per le spiagge verranno realizzati cumuli di altezza non superiore a 3 m, eventuali modesti cedimenti non condizionano la stabilità delle opere contigue;
- per l'area di accantieramento ex-canile, il cumulo, per il quale si prevede una altezza fino ad 8 m, verrà addossato alla paratia berlinese che verrà appositamente realizzata per il sostegno della scarpata esistente, previo sbancamento di una profondità congruente con il futuro accatastamento, che quindi non determinerà cedimenti del terreno apprezzabili.

2) Problematiche organizzative: non è presente un crono-programma di dettaglio dei vari interventi strutturali nelle spiagge oggetto di ripascimento (allungamento pennelli esistenti, costruzione di nuove strutture, secche, alcune in fase di realizzazione, altri ripascimenti già in corso con lo smarino del Fereggiano..) in modo da stabilire bene le tempistiche di intervento nei diversi siti (tra l'altro non da aprile-settembre, stagione estiva); inoltre, esso deve essere strettamente collegato al crono-programma relativo alle operazioni di scavo e di smaltimento dello smarino;

La impossibilità di destinare con continuità il materiale di smarino (adeguatamente trattato) direttamente a ripascimento (stagione balneare o mare grosso) verrà gestita mediante la predisposizione di siti di stoccaggio temporaneo, come anticipato in precedenza. In ragione degli approfondimenti in corso di redazione finalizzati alla predisposizione delle integrazioni progettuali da sottoporre alla procedura di VIA regionale, verrà sviluppato il cronoprogramma definitivo contenente i dettagli relativi ai ripascimenti.

3) *Problematiche tecniche: sono legate alla tipologia/granulometria dei materiali di scavo e sono meglio esplicitate nella relazione "Piano di Utilizzo delle Terre (PUT)" a pag. 91, che recita quanto segue:*

"…Una ulteriore problematica di tipo tecnico relativa all'impiego dei materiali di scavo come materiali da ripascimento degli arenili è legata alla tipologia/granulometria del materiale e alla eventuale presenza di residui di additivi schiumogeni di scavo. Di norma, infatti, è ammesso l'utilizzo dei soli materiali caratteristici dell'Unità Fisiografica (l'area litorale all'interno della quale i sedimenti di spiaggia (emersa e sommersa) sono confinati e non vi sono interscambi di materiale con le U.F. limitrofe) e che pertanto non tutti gli arenili possono ricevere i materiali prodotti nel corso dello scavo. In secondo luogo la presenza di residui degli additivi di lavorazione (in funzione delle sostanze presenti) o di fusi granulometrici particolari può risultare non compatibile con i requisiti di qualità imposti (Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili -testo coordinato di cui alla DGR 1209 del 20/12/2016 ed alla DGR 95 del 08/02/2017)."

L'Assemblea ritiene quindi che tali questioni essenziali per la sistemazione del materiale proveniente dagli scavi della galleria sia definito in corso di rielaborazione del progetto esecutivo in esame prima della gara d'appalto.

Le miscele granulometriche da impiegare nelle diverse spiagge (definita nei progetti di ripascimento) saranno ottenute attraverso la lavorazione in cantiere del materiale di smarino. Le operazioni di frantumazione, vagliatura e lavaggio permetteranno infatti di definire le granulometrie necessarie per il mantenimento dell'equilibrio lungo i profili di spiaggia.

Allo scopo di massimizzare l'impiego dello smarino per i ripascimenti sarà in ogni caso evitato il ricorso all'uso di additivi durante l'utilizzo della fresa.

Per quanto riguarda inoltre la natura del materiale inerte rispetto all'unità fisiografica di appartenenza delle diverse spiagge è opportuno rilevare che i materiali dell Flysch di Monte Antola risultano compatibili con tutti gli arenili oggetto di ripascimento, mentre i sedimenti dell'alveo del Bisagno saranno utilizzati solo per gli interventi sulle spiagge a levante della foce del Bisagno stesso (la direzione del trasporto lungo costa avviene in direzione orientale).

E' stata avviata un'attività di approfondimento finalizzata a verificare la presenza di ulteriori siti di ripascimento lungo il Levante genovese. I risultati saranno riportati nelle integrazioni progettuali da sottoporre alla procedura di VIA regionale, anche con riferimento ai fusi granulometrici relativi ai fusi per i calcestruzzi.

Nel capitolato Speciale d'Appalto verrà inoltre specificato che non potranno essere impiegati additivi chimici anti-abrasione in quanto il materiale proveniente dallo scavo dovrà essere reimpiegato per ripascimenti o produzione di calcestruzzi.

7 ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

L'inquadramento geologico e geotecnico del progetto esecutivo della galleria scolmatrice lungo lo sviluppo del manufatto interrato di circa 6,6 km fa riferimento ad un numero limitato di indagini specifiche. Sono stati eseguiti 5 sondaggi geognostici, posato solamente 1 piezometro e vari stendimenti sismici. A supporto sono stati utilizzati i risultati di indagini di archivio del Comune di Genova condotte tra il 1980 e 2002 per altre opere realizzate nell'area, quasi tutte spinte a modeste profondità (10 ÷ 15 m). A ulteriore supporto vi sono anche i rilievi geomeccanici, effettuati durante la costruzione della adiacente galleria del Fereggiano. Le indagini non appaiono quindi sufficienti per il progetto esecutivo, particolarmente impegnativo in relazione alle problematiche non solo di carattere idraulico ma anche di carattere geotecnico, connesse alla esecuzione e gestione delle opere. Le indagini andranno quindi integrate e approfondite, con particolare riguardo ai livelli di falda e di permeabilità dell'ammasso roccioso (disponibili in numero molto limitato), per meglio definire il modello idrogeologico che indica quote con prevalenze di decine di metri rispetto alla galleria.

Di seguito si riportano tutti i dati disponibili, analizzati per la definizione della campagna di indagini integrativa in fase di PE ed utilizzati per la ricostruzione del modello geologico – stratigrafico alla base della redazione del PE.

Innanzitutto occorre premettere che l'opera nel suo complesso si sviluppa per l'80% circa all'interno della **Formazione del Flysch del M. Antola**, caratterizzata da una **significativa omogeneità litologica e delle caratteristiche geomeccaniche,** costituita da una alternanza di calcari marnosi e marne calcaree ed in misura minore, arenarie.

Nell'ambito del medesimo contesto litologico-stratigrafico e geomeccanico, Rocksoil, ha maturato una grande esperienza sia progettuale che costruttiva, nel corso della progettazione e realizzazione della Metropolitana di Genova (per le tratte Principe-Corvetto e Corvetto-Brignole) e del Nodo Ferroviario di Genova.

La Formazione delle "Argille di Ortovero" è prevista per una tratta di circa 350 m nella zona dell'attraversamento del "graben" di Terralba.

La Formazione delle "Argilliti di Montoggio" è confinata in una stretta fascia nell'intorno del Rio Mermi tra le progressive 5300 e 5400.

I depositi fluviali e/o di spiaggia si ritrovano, rispettivamente, in corrispondenza delle opere di presa, a monte del tracciato, e dello sbocco a mare.

L'analisi dei dati pregressi, disponibili al momento della programmazione delle indagini integrative alla base del PE, evidenziava gli elementi di seguito elencati:

- Indagini eseguite per la redazione del PD del canale scolmatore
- Indagini eseguite per la redazione del PD e del PE del canale deviatore Fereggiano
- Dati in fase di scavo del canale deviatore Fereggiano
- Indagini eseguite per la realizzazione di edifici nelle aree limitrofe al tracciato, che, seppur poco profonde, localmente hanno fornito informazioni di base importanti, in particolare per meglio definire le indagini integrative.

Di seguito si elencano nel dettaglio i differenti stadi di indagine.

Indagini eseguite in fase di PD costituite da:

- Rilievi geologici e geostrutturali di superficie
- N. 8 sondaggi a carotaggio continuo di profondità variabile tra un minimo di 23 m ed un massimo di 90 m;
- Installazione di piezometro a tubo aperto in tutti i sondaggi eseguiti
- In ciascun sondaggio sono state eseguite prove in situ (permeabilità e dilatometriche) e sono stati prelevati campioni per la realizzazione di prove geotecniche e geomeccaniche di laboratorio per la caratterizzazione degli ammassi rocciosi interessati dagli scavi
- Realizzazione di una serie di traverse sismiche a rifrazione in corrispondenza delle opere di sbocco a mare.

Nel complesso la **documentazione relativa al progetto definitivo risulta, dal punto di vista geologico, sufficientemente dettagliata** per l'inquadramento generale ed un approccio alla conoscenza del territorio, non sono stati rilevati vincoli di natura geologica all'esecuzione dell'opera.

Indagini eseguite per la progettazione definitiva ed esecutiva del canale deviatore Fereggiano

- N. 6 sondaggi in fase di PD (serie SF..)
- N. 8 sondaggi in fase di PE (serie S….ES)
- In ciascun sondaggio sono state eseguite prove in situ e prelevati campioni per la successiva realizzazione di prove di laboratorio.

Fase di costruzione del canale deviatore Fereggiano

- In fase di scavo sono stati realizzati i rilievi del fronte, che, in considerazione della vicinanza dei due tunnel, sono stati determinanti per la caratterizzazione geologico – stratigrafica nonché geomeccanica degli ammassi rocciosi coinvolti, per la tratta compresa tra l'Ospedale San Martino e lo sbocco a mare.

Indagini presenti nella banca dati del Comune di Genova

- Oltre 100 stratigrafie disponibili dalla banca dati del comune riferita a progetti pubblici e privati, generalmente di modesta entità. Si tratta di sondaggi effettuati nelle aree d'interesse progettuale e reperiti nella banca dati del Comune di Genova. Nel complesso i dati geologici e stratigrafici disponibili sono relativi a perforazioni aventi lunghezza molto modesta (10 – 20 m) in relazione alla profondità della galleria in quanto generalmente finalizzati a progetti di tipo residenziale. Si tratta inoltre di sondaggi con valore fondamentalmente di tipo geognostico e pertanto non corredate da prove in sito o da prove su campioni.

  A livello generale queste indagini risultano molto utili e rappresentano una ottima fonte di informazioni in quanto consentono (quasi sempre), di ricondurre le litologie attraversate alle relative unità di appartenenza (depositi superficiali, Argille di Ortovero, Flysch di Monte Antola, Argilliti di Montoggio). In particolare le stratigrafie esaminate rappresentano un valido supporto all'inquadramento generale delle aree, confermano i dati disponibili e quelli acquisiti sull'assetto stratigrafico e tettonico del graben di Terralba, forniscono una ulteriore conferma circa la presenza delle Argilliti di Montoggio nella zona del Rio Mermi e rappresentano una preziosa fonte d'informazioni per quanto attiene l'area in prossimità dell'opera di presa. Qui in particolare, attraverso i dati reperiti, è stato possibile affinare le conoscenze acquisite e meglio tarare le nuove indagini integrative eseguite.

L'analisi dei dati disponibili ha consentito di definire il piano di **indagini integrative per la redazione del PE** così come descritto:

- N. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (serie SEB…); n. 1 sondaggio, SEB6, è stato inserito nel programma, in corso d'opera, a seguito delle risultanze del sondaggio SEB5
- Indagini di Sismica a riflessione
- Tomografia sismica
- Prove sismiche cross-hole in foro nell'area Sciorba (opere di presa a monte)
- Installazione di un nuovo piezometro in corrispondenza della medesima area Sciorba
- Prove in foro di sondaggio per la valutazione delle caratteristiche di permeabilità e deformabilità dei terreni interessati dagli scavi
- Prove geomeccaniche di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche di resistenza, deformabilità e fresabilità dei terreni coinvolti negli scavi.

Pertanto sulla base di quanto sopra descritto, si osserva che, sono disponibili in totale n. 28 sondaggi a carotaggio continuo, la cui profondità è stata definita in modo da analizzare i terreni presenti presenti, dal piano campagna fino al cavo della galleria.

I sondaggi sono stati posizionati, nelle differenti e successive fasi progettuali**, in modo da indagare le aree individuate con potenziali criticità** (da mare verso monte):

- Aree a basse coperture in corrispondenza delle opere di sbocco a mare indagate da sondaggi e sismica di PD, nonché dai dati in fase di scavo del canale deviatore Fereggiano
- Tratta compresa tra lo sbocco a mare e la progressiva 1+200 circa, caratterizzata dalla presenza di un ammasso appartenente alla Formazione del Monte Antola da mediamente a, localmente, molto fratturato; la tratta è indagata sia dai sondaggi pregressi che, soprattutto, dai rilievi del fronte di scavo del canale deviatore Fereggiano
- Sottoattraversamento del graben di Terralba (tratta di circa 350 m) caratterizzato dalla presenza delle "Argille di Ortovero" in corrispondenza dell'Ospedale S. Martino; la tratta è stata indagata sia dai sondaggi di PD che da un sondaggio di PE per il canale deviatore Fereggiano e, soprattutto, dai rilievi in fase di scavo sempre del Fereggiano
- Tratta compresa tra le progressive 5+320 e 5+430 circa, caratterizzata dalla presenza di un ammasso appartenente alle "Argilliti di Montoggio"; la tratta è stata indagata oltre che dal sondaggio di PD (S8D), dai 2 sondaggi integrativi di PE, SEB5 e SEB6, con l'ausilio, per il posizionamento degli stessi, delle risultanze di una serie di stratigrafie "storiche", estratte dalla banca dati del Comune di Genova
- L'area in corrispondenza dell'opera di presa è stata indagata coi sondaggi integrativi e le sismiche integrative, oltre che con i sondaggi realizzati nel PD
- Infine è stata indagata l'area in corrispondenza della finestra di accesso (area ex canile) precedentemente non inserita nel progetto, sia in corrispondenza della zona di imbocco sia in corrispondenza dell'innesto sulla galleria idraulica principale mediante indagini geofisiche a riflessione.

Sulla base di sopra quanto esposto, non si concorda con l'affermazione "*Le indagini non appaiono quindi sufficienti per il progetto esecutivo, particolarmente impegnativo in relazione alle problematiche non solo di carattere idraulico ma anche di carattere geotecnico, connesse alla esecuzione e gestione delle opere*"

in quanto sono state indagate tutte le principali criticità presenti lungo il tracciato.
Sono state pertanto realizzate indagini mediamente ogni 600 - 1000 m di tracciato, in modo da analizzare le aree maggiormente critiche. L'unica tratta, di circa 2500 m, non indagata con indagini dirette, perché sotto alte coperture (circa 170-270 m circa) è completamente all'interno della Formazione del Monte Antola.
Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche, in fase di PE le indagini integrative hanno approfondito le aree rimaste scoperte nella precedente fase di PD e/o le aree di nuova introduzione (finestra di accesso). Sono state riesaminate tutte le prove precedentemente eseguite, e, la relazione idrogeologica, riporta tutti i dati relativi alle letture piezometriche eseguite nella precedente fase progettuale. Sono state individuate le sorgenti che ricadono nell'area di interesse progettuale (n. 5), caratterizzate da portate modeste e stagionali. Dagli studi condotti è stato quindi possibile concludere che l'opera avrà un basso impatto a livello idrogeologico.
L'analisi di tutti i dati disponibili associata alle caratteristiche degli ammassi rocciosi ha consentito di definire una stima delle portate in corso d'opera ed in fase di esercizio (cfr. relazione idrogeologica §7).
Anche in questo caso non è condivisibile l'affermazione "*Le indagini andranno quindi integrate e approfondite, con particolare riguardo ai livelli di falda e di permeabilità dell'ammasso roccioso (disponibili in numero molto limitato), per meglio definire il modello idrogeologico che indica quote con prevalenze di decine di metri rispetto alla galleria*".
Tutte le informazioni fornite sono presenti nelle relazioni geologica-geomorfologica generale BIS2E-R-SDB01-RE01 e idrogeologica BIS2E-R-SDB01-RE02. **Si ritengono quindi sufficienti le indagini integrative e gli approfondimenti sui dati disponibili effettuati in PE.**
Nella successiva fase di progettazione di dettaglio, verranno ripristinati i piezometri presenti lungo il tracciato in modo da fornire una annualità di monitoraggio della falda in fase ante-operam, e verrà approfondito e verificato il censimento sorgenti e/o pozzi (così come descritto sia nella Relazione idrogeologica di PE al paragrafo 9, che nella relazione descrittiva del PMA al paragrafo 9.3 del documento **BIS2E-A-PMA00-RE01-0**).

Dal punto di vista geolitologico la galleria scolmatrice attraversa per la quasi totalità del suo percorso la formazione calcareo marnosa del flysch di Monte Antola, caratterizzata da gradi di fratturazione variabili e talvolta fortemente alterata da faglie. La formazione è ricoperta da strati di spessore molto variabile di depositi alluvionali (ghiaie e ghiaie sabbiose) e coltri detritiche (clasti in matrice sabbiosa e limosa). La caratterizzazione geomeccanica è stata dedicata principalmente alla formazione del flysh di Monte Antola attraversata quasi totalmente dalla galleria scolmatrice. Attenzione è stata posta anche alla formazione delle argille di Montaggio che interessa la galleria in un tratto molto limitato. L'ammasso roccioso è stato classificato mediante il parametro GSI derivato dal RMR di Beniawski (1989). Una seconda fase ha riguardato l'analisi delle caratteristiche fisiche, di resistenza (compressione monoassiale a PLT e parametro m i di Hoek-Brown), di deformabilità (moduli da prove dilatometriche e da compressioni monoassiali, valutati con la relazione di Hoek-Diederieles). I risultati della estesa analisi condotta dai progettisti hanno portato al seguente quadro di sintesi.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica l'area interessata dalle opere è classificata di bassa pericolosità, sulla base delle stese sismiche è stata individuata una categoria di suolo di tipo B.

Per la maggior parte del suo sviluppo (5876 m) la galleria scolmatrice a sezione circolare del diametro di 9.5 m verrà realizzata con scavo meccanizzato con fresa da roccia di tipo aperto. La TBM verrà montata in un camerone scavato con metodo tradizionale in roccia di imponenti dimensioni (16 m x 16 m + 140 m)

previa realizzazione di una finestra di servizio carrabile della lunghezza di 368 m. Il camerone di lancio della TBM è ubicato a circa 600 m a valle delle opere di presa del Bisagno, a cui è collegato mediante una galleria scavata con metodo tradizionale a sezione policentrica di 10.50 m.

Le coperture della galleria sono molto variabili da un massimo di 280 m ad entità molto ridotte sino a 10 m nel tratto finale dello sviluppo di 2000 m. Nei tratti cittadini la copertura media è di circa 30 m. Vi è quindi un'evidente interazione della galleria con il costruito legata alla subsidenza indotta in superficie.

Le interferenze con il tessuto urbanizzato sono state considerate e trattate secondo metodi di comprovata validità ed affidabilità reperibili in letteratura.

Nel progetto si distinguono zone ed aree particolarmente critiche. Nel tratto a monte del camerone sino allo sbocco nel Bisagno lo scavo tradizionale prevede l'uso dell'esplosivo, nella tratta a più basse coperture di via Merello lo scavo viene previsto con la tecnica meno invasiva Superwedge basata sul principio del cuneo spaccaroccia; su via Adamoli lo scavo attraversa la coltre detritica ed avanzerà con mezzi meccanici ricorrendo ad importanti consolidamenti/preconsolidamenti e presostegno del cavo con jet grouting ed infilaggi metallici e del fronte.

Lo scavo meccanizzato di maggior sviluppo prevede una tipologia di intervento in prima fase con chiodature radiali tipo Superswellex e rete elettrosaldata. Lo spessore del rivestimento definitivo è di 50 cm. Anche in questo caso in presenza di zona di faglia e di coperture ridotte è previsto il ricorso a centine e blindaggi metallici e interventi di consolidamento con iniezioni cementizie in avanzamento. In fase di scavo il drenaggio dell'acqua è stato previsto con una stazione di pompaggio al fronte.

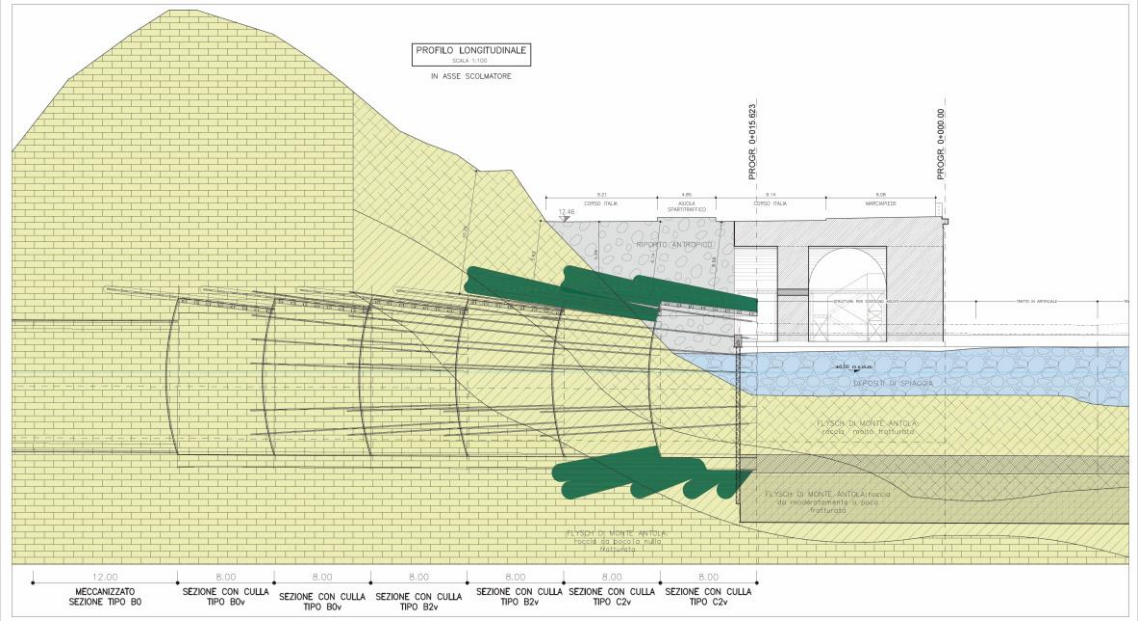
Il tratto a mare terminale della galleria scolmatrice prevede la realizzazione di un breve segmento di circa 50 m eseguito con scavo tradizionale a partire dalla struttura ad archi che sostiene la passeggiata di Corso Italia, con importanti interventi di consolidamento al contorno e al fronte. Il manufatto di sbocco al mare interferisce con lo scolmatore di Rio Fereggiano, in corso di realizzazione, creando una serie di problematiche di tipo idraulico, strutturale e geotecnico discusse in altri paragrafi dei considerata.

Come già argomentato in precedenza, sebbene il manufatto di sbocco non sia un' opera compresa nell'ambito di questa progettazione, sono state fatte considerazione per agevolare le operazioni di manutenzione fornendo quindi un secondo accesso alla galleria da mare. Per quanto riguarda gli aspetti strutturali legati alla durabilità dei rivestimenti, è stato prescritto in progetto l'impiego di calcestruzzi aventi classe di esposizione XS3 e classe di resistenza C35/45, come prescritto da normativa in presenza di condizioni ambientali aggressive caratterizzate da presenza di cloruri e alternanza di cicli di asciutto/bagnato.

Gli ultimi 1500 m di galleria, prima dello sbocco a mare, interessati da coperture modeste corrono con una quota di circa -1.5 m rispetto al medio mare. Sono quindi necessari, in fase di scavo, massicci interventi di impermeabilizzazione del fronte e del contorno del cavo, il cui progetto va approfondito e verificato con le ulteriori indagini già suggerite per completare il quadro idrogeologico del regime delle falde e della permeabilità dell'ammasso roccioso.

Il tratto di galleria scavato in tradizionale a partire dal manufatto di raccordo (zona c.so Italia) è caratterizzato da interventi di consolidamento, studiati ad hoc in relazione allo stato di fratturazione dell'ammasso, presenti solo nei primi 3 campi di scavo (tampone solo nel 1° campo). Gli interventi definiti

a progetto permettono di creare un guscio e un tampone di fondo impermeabile, evitando venute d'acqua importanti nella zona più fratturata dell'ammasso.



Dallo studio dei sondaggi integrativi e pregressi, si è potuto evincere che l'ammasso, già alla p.k 0+50,0 m si presenta compatto e con caratteristiche geomeccaniche molto buone, come anche confermato dall'analisi dei fronti di scavo della vicina galleria scolmatrice Fereggiano. Sono state inoltre considerate le prove di permeabilità in foro eseguite in PD che hanno evidenziato valori del coefficiente di permeabilità k intorno a 10^{-8} m/s (in rari casi 10^{-7} m/s), tipici di un materiale poco fratturato. Tali elementi hanno quindi permesso di tarare le giuste quantità di consolidamento al fronte e al contorno.
Pur considerando, quindi, che la linea di medio mare interessa una porzione via via descrescente della sezione di scavo, si ritiene che gli interventi previsti, la natura litologica, le caratteristiche geomeccaniche e di permeabilità dell'ammasso, siano tali da impedire comunicazioni idrauliche tra il mare e la galleria.

Non è meno rilevante il fatto che la galleria scolmatrice interferisca in modo importante con la galleria della attuale linea FFSS Genova-La Spezia e con quella relativa al futuro quadruplicamento della linea stessa con setti di separazione in roccia dell'ordine di qualche metro.

Verrà riportato nei documenti di PE un calcolo che rappresenti adeguatamente l'interferenza con le gallerie esistente. Per quanto riguarda le gallerie di futura costruzione (quadruplicamento della linea), riteniamo che, in funzione delle tecnologie di scavo previste, dovrà essere cura dei progettisti incaricati adottare opportune accortezze progettuali al fine di non provocare detensionamenti nell'ammasso tali da indurre stati di sforzo non compatibili con i rivestimenti della preesistente Galleria idraulica del Bisagno.

La finestra di servizio e il camerone di montaggio della TBM rappresentano altre importanti opere che sono parte integrante del progetto e sono state sviluppate dal punto di vista strutturale in tutte le fasi provvisionali di costruzione e di futuro esercizio dello scolmatore con modellazioni numeriche e le verifiche di sicurezza conformi alla Normativa. Il modello di calcolo adottato per il progetto della galleria scolmatrice ha previsto la simulazione delle diverse fasi costruttive, dei sistemi di consolidamento e dei rivestimenti nonché le verifiche a breve e lungo termine ed è stato sviluppato nel dettaglio con le necessarie verifiche di sicurezza.

Tuttavia va osservato che modellazioni anche sofisticate della evoluzione dello stato tensionale e deformativo del cavo in presenza di coperture modeste, come nel caso in esame per lunghi tratti, non forniscono sempre risultati attendibili.

Attraverso modelli numerici bidimensionali, sono state ricavate le linee caratteristiche anche a basse coperture. Le pressioni da applicare al cavo e quindi i fattori di rilassamento, sono stati ricavati mediante linearizzazione di tali curve. I valori così ottenuti sono stati successivamente applicati alle sezioni di calcolo per simulare l'apertura del cavo. I successivi rilassamenti che simulano l'avanzamento dello scavo, la posa del prerivestimento e del rivestimento, sono stati valutati mediante le curve di Panet.

Si ritiene che tale metodo, già più volte applicato in contesti analoghi, sia sufficientemente affidabile e adeguatamente cautelativo sia nei confronti dei cedimenti in superficie, sia nei confronti delle azioni sui prerivestimenti e rivestimenti.

Per l'opera in progetto in particolare, è fondamentale valutare con massima cura ed attendibilità l'entità della subsidenza indotta in superficie; nella fattispecie l'utilizzo di metodi semiempirici non è sempre attendibile. A questo proposito il monitoraggio in corso d'opera, anche esso parte integrante del progetto, non solo del cavo ma soprattutto delle opere in superficie, assume grande importanza. Per quanto riguarda il monitoraggio della subsidenza in superficie e gli effetti sugli edifici e manufatti esistenti il criterio adottato dai progettisti appare non sufficientemente adeguato. Essi infatti considerano gli edifici potenzialmente sensibili quelli posti entro un raggio di 50 m dall'asse della galleria e con una copertura massima pari a 5 diametri (ovvero 50 m). In queste valutazioni è necessario tenere conto delle condizioni geologiche e geomeccaniche nonché delle tipologie strutturali e dello stato attuale degli edifici.

È stato previsto un esteso e dettagliato Piano di Monitoraggio di superficie sia per gli edifici (BIS2E-R-PMS00-PL01-0, PL02-0, PL03-0, PL04-0, PL05-0) che per le gallerie ferroviarie esistenti (BIS2E-R-PMS00-PL06-0), al fine di confermare i risultati attesi dalle analisi empiriche e numeriche.

La metodologia che prevede:

- la classificazione degli edifici in base alle caratteristiche costruttive e geometriche (schede fabbricati BIS2E-R-RIL02-RE01-0)
- La definizione di una fascia osservazionale nell'intorno della galleria
- la mappatura delle coperture per ogni edificio presente nel bacino di subsidenza (BIS2E-R-RIL02-PL01-0, BIS2E-R-RIL02-PL02-0, BIS2E-R-RIL02-PL03-0)
- le analisi empiriche di bacino di subsidenza
- la determinazione delle classi di danno
- e l'approfondimento, solo per casi particolarmente critici, mediante analisi bidimensionali a EF

è stata ampiamente utilizzata con successo da Rocksoil in contesti molto più sfavorevoli (scavo in area urbana, terreno incoerente, coperture inferiori ai 10m – Metropolitane di Milano Linea 5 e Linea 4, Metro C e B1 Roma e Metro Napoli Linea 1 e linea 6). Riteniamo pertanto opportuno applicarla **cautelativamente** anche in questo frangente che presenta, in generale, buone condizioni di ammasso e una percentuale minima di edifici con meno di 10 m di copertura.
La fascia di potenziale rischio i fabbricati (fascia osservazionale), fissata su una larghezza di 100 in asse galleria e per edifici con al massimo 50 m di copertura (5 diametri, vedi letteratura es. Lancellotta 4° Edizione), deriva da considerazione sul tipo di materiale ed in particolare sulla forma della gaussiana determinata, in ampiezza, dal parametro k.
Verranno integrate analisi subsidenza empiriche e classi di danno degli edifici sensibili situati all'interno della fascia di studio definita. Verranno inoltre formalizzate analisi numeriche approfondite per edifici strategici/di Pubblica Utilità come il forte San Giuliano, già mostrate in occasione di riunioni con la Sovraintendenza.

A questo proposito è opportuno riferirsi a criteri suggeriti dagli Eurocodici (EN 1997-1:2004 + A1:2013) 2.4.8 Service ability limit states 2.4.9 Limiting values for movements of foundations e all' ANNEX H Limiting values of struttural deformation of foundation movement.

In merito ai possibili danni strutturali vi sono dei metodi che sulla base del rilievo delle distorsioni dell'edificio dovute agli spostamenti orizzontali e verticali (Boscardin e Walker, 1998) individuano soglie di Attenzione, Allerta ed Allarme.

Tutto questo impone il monitoraggio con rilievo di sensori in continuo, con implicazioni importanti sulla esecuzione e gestione della costruzione dell'opera, in corrispondenza dei tratti con minor copertura e fortemente urbanizzati. Aspetto questo che riguarda principalmente gli ultimi 2000 m di galleria sino allo sbocco al mare e il tratto a monte del camerone, oltre ad altre situazioni localizzate individuate nel profilo geologico. L'importanza del monitoraggio riguarda anche i possibili effetti sulle gallerie ferroviarie esistenti.

È stato previsto un esteso e dettagliato Piano di Monitoraggio di superficie sia per gli edifici (BIS2E-R-PMS00-PL01-0, PL02-0, PL03-0, PL04-0, PL05-0) che per le gallerie ferroviarie esistenti (BIS2E-R-PMS00-PL06-0), al fine di confermare i risultati attesi dalle analisi empiriche e numeriche.

La galleria principale si sviluppa per quasi la sua totalità nell'ammasso del Flysch di Monte Antola, anche a basse coperture. Pertanto, dalle analisi sia empiriche sia numeriche, si registrano modesti cedimenti superficiali, tali da non comportare rilevanti distorsioni negli edifici. Come riportato nel commento precedente, vengono integrate alcune analisi nei casi di basse coperture e contesti geologici geomeccanici più scadenti.

Un'ulteriore considerazione riguarda le verifiche di sicurezza sviluppate nel dettaglio dai progettisti che fanno riferimento ad un comportamento idraulico a pelo libero della galleria. Nella situazione in cui le problematiche connesse a nodo idraulico allo sbocco con l'interazione con la galleria del Fereggiano e il moto ondoso, dovessero creare condizioni diverse del flusso si potrebbero avere problemi di durabilità nei rivestimenti con implicazioni che è necessario che vengano prese in considerazione dalla progettazione. Anche questo aspetto, quindi, merita un approfondimento da parte dei progettisti.

I problemi di durabilità delle strutture in cemento armato nei pressi dello sbocco a mare sono stati affrontati in Progetto prescrivendo una classe di esposizione XS3 e di conseguenza una classe di resistenza C35/45. È stato inoltre considerato il problema anche dal punto di vista del mantenimento in buono stato d'esercizio dell'opera, riportando considerazioni in merito all'interno del Piano di Manutenzione dell'opera.

8 ASPETTI STRUTTURALI

Gli aspetti strutturali analizzati riguardano i punti sottoelencati.

***Edificio di controllo**: Non sono riportati nella relazione di calcolo, calcolazioni e verifiche strutturali riguardanti il solaio di copertura e la fondazione superficiale. Altresì, gli elaborati grafici non riportano indicazioni relative alle armature del solaio e della fondazione per la quale si può solo desumere essere costituita da un vespaio in c.a. alleggerito con casseri a perdere in polipropilene. Inoltre per gli aspetti sismici è stata scelta una vita nominale pari a 100 anni con una classe d'uso IV, con riferimento a "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" ai sensi delle*

NTC2008. Tuttavia, pur considerando la strategicità dell'opera (classe d'uso IV), si ritiene che la vita nominale possa essere assunta pari a 50 anni per l'edificio in questione.

Con riferimento alla relazione BIS2E-H-ALV04-RE01-0, risulta un fattore di struttura unitario; per contro il valore di q0 è stato assunto pari a 2. Atteso che KR = 1, poiché trattasi di edificio regolare in pianta, ne risulta un fattore q pari a 2 anziché 1.

Si evidenzia quanto segue:

- Il solaio di copertura è stato previsto in copponi prefabbricati, la cui verifica è riportata nella relazione di calcolo.
- Non esiste un impianto fondazionale in quanto i pilastri si ergono dal solaio in copponi di cui sopra, che è stato dimensionato per tale servizio.
- Il riferimento ad una vita nominale di 100 anni è stato assunto congruentemente ad altre progettazioni riferibili alla messa in sicurezza del t. Bisagno ed in relazione alla strategicità dell'opera. Ad ogni modo ci si rende disponibili a rivedere tale assunzione se specificatamente richiesto dal RUP.

***Opere di sbarramento**: con particolare riferimento alla paratia di pali Φ800mm intirantata, ai fini della verifica dei tiranti, non sembra essere stata considerata la combinazione A1+M1+R3. Inoltre, per l'individuazione della resistenza caratteristica Rck, è stato fatto riferimento al fattore di correlazione ξa3 avendo, probabilmente, utilizzato i parametri geotecnici dedotti dai risultati delle prove di laboratorio. Sarebbe il caso che, prima dell'avvio dei lavori, sia creato un campo prova in modo da determinare la resistenza caratteristica Rck in base ai fattori di correlazione ξa1 e ξa2 , effettuando altresì le necessarie prove di carico di taratura sui tiranti, ai sensi delle NTC2008.*

Si evidenzia quanto segue:

- I calcoli saranno integrati con la combinazione A1+M1+R3
- Si accoglie la proposta di creazione campo prove prima dell'avvio dei lavori.

***Opere in alveo/Muri di sponda:** per gli aspetti sismici è stata scelta una vita nominale pari a 100 anni con una classe d'uso IV, con riferimento a "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" ai sensi delle NTC2008. Tuttavia, pur considerando la strategicità dell'opera (classe d'uso IV), si ritiene che la vita nominale possa essere assunta pari a 50 anni per la passerella in questione.*

Il riferimento ad una vita nominale di 100 anni è stato assunto congruentemente ad altre progettazioni riferibili alla messa in sicurezza del t. Bisagno ed in relazione alla strategicità dell'opera.

***Opere in alveo/Briglia di trattenuta e vasca di dissipazione**: per gli aspetti sismici è stata scelta una vita nominale pari a 100 anni con una classe d'uso IV, con riferimento a "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" ai sensi delle NTC2008. Tuttavia, pur considerando la strategicità dell'opera (classe d'uso IV), si ritiene che la vita nominale possa essere assunta pari a 50 anni per la passerella in questione. Inoltre, la relazione di calcolo nel modello*

matematico predisposto per la via di corsa dello sgrigliatore (gru a pinza carrellata), riporta alla voce carichi "variabili manutenzione", l'entità di 200 Kg/m2, come per i normali usi domestici. Atteso che la gru in questione agisce scorrendo sulle rotaie e quindi sarebbe più un carico concentrato che ripartito, non è chiaro però se l'entità assunta per il sovraccarico contiene anche il peso del possibile materiale da sgrigliare, chiaramente riferendosi ad un ipotetico valore massimo tra quelli possibili da sgrigliare (peso di trochi d'albero, etc.). Infine a tale gru, seppur di dimensioni non eccezionali, non è stata applicata l'azione del vento nelle condizioni di carico.

Il riferimento ad una vita nominale di 100 anni è stato assunto congruentemente ad altre progettazioni riferibili alla messa in sicurezza del t. Bisagno ed in relazione alla strategicità dell'opera.

Le sollecitazioni della gru tengono conto separatamente del peso proprio della macchina e dei carichi da essa sollevati. Il carico di 200 kg/m^2 è stato inserito cautelativamente in aggiunta a quanto elencato.

Sara riemesso il calcolo considerando il sovraccarico pe razione del vento.

Nuova passerella metallica pedonale: *per gli aspetti sismici è stata scelta una vita nominale pari a 100 anni con una classe d'uso IV, con riferimento a "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" ai sensi delle NTC2008. Tuttavia, pur considerando la strategicità dell'opera (classe d'uso IV), si ritiene che la vita nominale possa essere assunta pari a 50 anni per la passerella in questione. Per quanto riguarda la componente verticale del sisma, il valore usato per il fattore di struttura q sembra essere stato pari ad 1,5 anziché 1,00 come da paragr. 7.3.1 delle NTC. Non è stata effettuata la valutazione dello Human Confort (percezione vibrazioni) ai sensi del paragr. 4.2.4.2.4 delle NTC2008. Inoltre, nella relazione tecnica non è detto nulla riguardo all'entità del franco idraulico; dall'elaborato grafico BIS2E-H-ALV08-PL01-0, il dislivello fondo-sottotrave sembra essere pari a: 45,81m – 0,7m (Htrave) – 38,73 ~ 6,38m. Tuttavia nel corso dell'esposizione del progetto, i progettisti hanno sostenuto che c'è trasporto di materiale lapideo proveniente da monte, con conseguente sovralzo d'alveo, per cui forse sarebbe necessaria una riflessione sulla quota sopra citata. Per quanto riguarda gli apparecchi d'appoggio, oltre l'informazione che trattasi di tipo sferoidale in teflon, pag. 2 della relazione e l'informazione riportata sull'elaborato grafico BIS2E-H-ALV08-CM03-0 che trattasi di appoggi tipo "FIP sferopol", non c'è altro. Mancano calcoli, disegni di dettaglio e non è chiaro da cosa siano state desunte le caratteristiche indicate nelle voci di analisi da 172 a 175. Tra l'altro, negli elaborati di progetto, non essendoci il Capitolato Speciale d'Appalto, non è possibile incrociare le informazioni tecniche relative agli apparecchi d'appoggio con quelle delle voci di analisi. Solo alle pag. da 51 a 53 della relazione BIS2E-H-ALV08-RE01-0 sono riportate le dimensioni geometriche degli apparecchi e le massime sollecitazioni normali e di taglio, che gli stessi sono in grado di sopportare. Per quanto riguarda la composizione del piano di calpestio della passerella, nulla è detto. Non vi sono indicazioni specifiche e calcoli di supporto. Solo alla pag. 28 della relazione sopra citata, all'interno del tabulato di calcolo, nella descrizione dei carichi e sovraccarichi è stato preso in conto il peso di un "grigliato" pari a 0,5KN/m.*

In relazione allo smaltimento delle acque piovane di piattaforma non è detto nulla; non è detto se il piano di calpestio è costituito dal solo grigliato e l'acqua si disperde a gravità, oppure se sopra al grigliato c'è altro e dunque sarebbe necessario raccogliere ed allontanare l'acqua in altro modo.

Nella relazione di calcolo BIS2E-H-ALV08-RE01-0 sono state riportate alle pagg. da 14 a 23, le verifiche geotecniche delle spalle, tra cui quella a ribaltamento, quella a scorrimento sul piano di posa e quella di stabilità fondazione-terreno al carico limite come se l'opera fosse un muro di sostegno fondata superficialmente. In realtà, la fondazione sembra essere su pali e quindi la descrizione delle tre tipologie di

verifica sopra citate non è coerente. Infine, è il caso di prevedere la possibilità di urti contro la passerella, in caso di lavorazioni di manutenzione in alveo.

Il riferimento ad una vita nominale di 100 anni è stato assunto congruentemente ad altre progettazioni riferibili alla messa in sicurezza del t. Bisagno ed in relazione alla strategicità dell'opera.

I calcoli saranno riemessi con fattore di struttura q pari a 1

Sara data evidenza della valutazione del Human Confort, già svolta.

Non è stato sviluppato il calcolo degli appoggi in via tradizionale, riferendosi ad un confronto delle sollecitazioni con quelle tabellate da primari costruttori di tali dispositivi. Se richiesto daranno sviluppate le verifiche di dettaglio.

Sarà sviluppata la verifica della copertura in grigliato.

Poiché le spalle sono fondate su pali le relative verifiche sono ricomprese nel dimensionamento dei pali stessi.

Sarà sviluppata la verifica della passerella in relazioni ad eventuali urti.

Intervento sugli arconi di corso Italia**: **Rinforzo

A parere dell'Assemblea occorre monitorare in modo adeguato anche i maschi murari adiacenti quelli oggetto di intervento, ai fini di avere con continuità cognizione del comportamento riguardo a possibili cedimenti, anche in relazione al fatto che le paratie di micropali sembrano attraversare la porzione delle fondazioni (plinti) dei suddetti maschi murari, le quali stando a quanto riportato negli elaborati grafici, sembra vengano demolite.

Inoltre è necessario eseguire apposite verifiche strutturali e geotecniche (capacità portante del terreno) relativamente ai plinti di fondazione dei due maschi murari attigui a quelli oggetto di intervento per effetto della variata conformazione geometrica a seguito del parziale taglio come sopra accennato. Infine, non sono descritte le modalità costruttive, con relative calcolazioni, mediante le quali si procederà al concreto trasferimento delle sollecitazioni agenti nel maschio murario da rastremare per consentire la realizzazione della galleria, alla struttura metallica di sostegno di nuova costruzione. E' altresì necessario dettagliare le fasi transitorie relative agli interventi di rinforzo, con particolare riferimento ai puntellamenti necessari per porre in essere le stesse.

La relazione tecnica e di calcolo BIS2E-R-OSM02-RE01-0, al paragrafo 3.2.1 Analisi dei carichi riporta che l'entità dei sovraccarichi mobili sia essenzialmente dovuta al "transito pedonale sopra il viadotto". Tuttavia, l'esame di alcuni elaborati grafici sembra invece indicare che le sollecitazioni agenti nei maschi murari da parzializzare ed in quelli adiacenti, siano prodotte, oltre che dal sovraccarico variabile del "traffico pedonale", anche dal sovraccarico dovuto ai veicoli. In tal senso si rappresenta la necessità di un più approfondita verifica.

In ultima analisi si ritiene che oltre il monitoraggio previsto in progetto, vada implementato secondo quanto sopra rappresentato in relazione ai maschi murari limitrofi, nonché mediante la posa in opera di inclinometro/i nel terreno lato est rispetto (opposto rispetto all'accesso alla galleria Fereggiano), al fine di valutare opportunamente l'azione del terreno a tergo del nuovo setto in c.a. soprattutto nelle fasi transitorie di realizzazione. L'Assemblea ritiene che il progettista debba classificare l'intervento in accordo con il punto 8.4 delle NTC2008. In particolare si deve eventualmente valutare la necessità di compiere una verifica dell'intera struttura, in accordo con il punto 8.3 delle NTC2008. Inoltre detta verifica deve considerare anche le azioni sismiche.

Di seguito sono riportate le risposte ai vari punti riguardanti il progetto di rinforzo degli arconi di corso Italia.

1) Il monitoraggio strutturale è stato concepito in modo da indagare le strutture esistenti sulle quali si concentra l'intervento e per le quali si modifica lo schema strutturale e la rigidezza. Le pile/spalle adiacenti rispetto quelle che verranno tagliate, non subiranno variazioni significative se non, in fase transitoria, una possibile rastremazione della fondazione per la posa delle berlinesi di micropali. In questa fase non è prevista una variazione dello schema statico né un incremento dei carichi. Anche nelle fasi successive, la sovrastruttura di sostegno delle pile centrali scaricherà a terra i carichi attraverso nuovi setti, pertanto non c'è trasferimento di carico o modifica dello schema strutturale per le pile/spalle adiacenti. In fase definitiva, il tutto sarà consolidato mediante un getto di riempimento in cls intorno alla galleria armata. Pur non ritenendolo quindi strettamente necessario, si concorda nell'estendere il monitoraggio anche sulle campate adiacenti; tale integrazione sarà presente nella nuova emissione del PE.

2) Tutte le necessarie verifiche strutturali e geotecniche dei plinti di fondazione dei 2 maschi murari, ridotti da un lato per poter realizzare le berlinesi, sono state fatte. Dette verifiche vengono riportate nella prossima emissione del PE.

3) Le fasi realizzative dell'intervento sono riportate all'interno della tavola BIS-2-E-R-OSM02-MC01 e della relazione BIS-2-E-R-OSM02-RE01. In particolare la FASE 5 prevede la posa di un graticcio di travi metalliche **connesso strutturalmente** alle pile del viadotto (le verifiche vengono riportate in relazione); tale struttura garantisce quindi la stabilità del maschio murario nella successiva fase di taglio e demolizione della porzione inferiore (FASE 6), senza necessità di prevedere ulteriori puntelli. Nelle fasi successive alla 6, una volta avvenuto il trasferimento del carico dalla pila al graticcio/solaio, non vi è più interferenza con la struttura esistente. Nella prossima emissione verranno comunque meglio dettagliate le fasi al fine di descrivere compiutamente gli aspetti evidenziati.

5) Sul viadotto ad arconi insiste prevalentemente il carico accidentale da affollamento; tuttavia è presente anche una quota parte del carico stradale trasmesso dalla corsia lato mare di Corso Italia. Questo aspetto viene integrato nelle calcolazioni e riportato in relazione.

6) Gli sforzi all'interno del terreno a tergo dei setti sono stati valutati mediante formulazioni analitiche e analisi numeriche, considerando anche la quota parte di carico trasmetto dalla struttura metallica**.** Le spinte che ne derivano sono compatibili con le strutture progettate, garantendo adeguati margini di sicurezza. Una volta a disposizione le aree di cantiere, si valuterà la possibilità di installare inclinometro per verificare a posteriori che le spinte dedotte analiticamente o numericamente siano coerenti con le condizioni in sito.

7) Considerato che l'intervento strutturale riguarda una sola coppia di pile del viadotto e considerato che la statica della struttura esistente viene completamente ripristinata attraverso un massiccio intervento di rinforzo sia in fase transitoria (graticcio di travi e solaio collaborante) che in fase definitiva (galleria con riempimento a tergo in cls), riteniamo che lo stesso possa essere classificato come **"Intervento locale"** e quindi trattato come prescritto al punto **8.4.3** delle NTC'08. Nella fattispecie quindi, il progetto e le verifiche strutturali dell'intervento riguardano solo le singole parti e le componenti della struttura direttamente interessate dalla "variante" (coppia di pile centrali). Come anche specificato in precedenza,

si ritiene che le pile/spalle adiacenti non subiscano una significativa variazione dello stato di sforzo che determini la progettazione di un rinforzo (eccezion fatta per la verifica di capacità portante della fondazione interferente con i micropali).

Nella nuova emissione della relazione verrà quindi esplicitata e argomentata la classificazione dell'intervento e verranno riportate considerazioni su aspetti sismici.

Per il dimensionamento strutturale delle gallerie salvo quanto sopradetto per gli aspetti geotecnici si rileva quanto segue.

Galleria scolmatrice – tratta in meccanizzato*: La parte della galleria scolmatrice si estende dalla camera di lancio per una lunghezza di 5876 m. La galleria sarà realizzata con una fresa a scudo aperto. Viene inizialmente installato un concio di base prefabbricato. Il rivestimento è realizzato con un primo strato provvisionale in spritz beton ed un rivestimento definitivo gettato in opera. Nella progettazione strutturale sono state considerate correttamente le azioni, compresa quella sismica. Le analisi e le verifiche effettuate risultano idonee.*

Galleria scolmatrice – tratta in tradizionale: *La parte di galleria a monte della camera di lancio, per un'estensione di 646 m, e la parte della tratta a mare, per un'estensione di 48 m, saranno realizzate con scavo in tradizionale. Il rivestimento è realizzato con un primo strato provvisionale in spritz beton. Il rivestimento definivo sarà realizzato con uno spessore di 700 mm (800 mm in corrispondenza di murette ed arco rovescio). Nella progettazione strutturale sono state considerate correttamente le azioni, compresa quella sismica. Le analisi e le verifiche effettuate risultano idonee.*

Galleria scolmatrice – camerone: *il camerone di lancio della fresa sarà realizzato con scavo tradizionale, con un primo strato provvisionale ed un rivestimento definitivo di 1.30 m. Le fasi di scavo sono state modellate con analisi numeriche 3D. Le analisi effettuate risultano idonee.*

Galleria scolmatrice – tratta di accesso al camerone (finestra di servizio): *la tratta di accesso al camerone sarà realizzata in scavo tradizione per un'estensione di 400m. Vi è inoltre una tratta di 7 m di galleria artificiale all'imbocco. Il rivestimento è realizzato con un primo strato provvisionale in spritz beton. Il rivestimento definivo sarà realizzato con uno spessore di 700 mm (800 mm in corrispondenza di murette ed arco rovescio),. le analisi e le verifiche effettuate risultano idonee.*

9 MONITORAGGIO

La relazione generale dell'intervento, contiene valutazioni inerenti il monitoraggio ambientale; non sono riportate valutazioni relative al monitoraggio strutturale, soprattutto dal punto di vista economico. Infatti in tal senso, il Q.E. non contiene alcuna voce relativa ad attività di monitoraggio strutturale.

Il monitoraggio strutturale è presente ed è contenuto nei seguenti elaborati:

BIS2E-R-OST00-RE05-0

BIS2E-R-OST01-PL06-0

BIS2E-R-OST02-PL03-0

BIS2E-R-OST03-SZ11-0

BIS2E-R-OST03-SZ12-0

BIS2E-R-OST04-PL02-0

BIS2E-R-OST05-PL01-0

BIS2E-R-OST05-PL02-0

BIS2E-R-OST06-PL02-0

BIS2E-R-OST07-SZ11-0

BIS2E-R-OST07-SZ12-0

BIS2E-R-OSM02-PL05-0

BIS2E-R-OST07-SZ12-0

Inoltre, da un confronto casuale tra le planimetrie di progetto e le mappe della città scaricabili da siti internet, in qualche caso sembra esserci una disposizione urbanistica differente. In particolare, con riferimento all'elaborato grafico BIS2E-R-PMS00-PL05-0, oltre la chiesa risultano presenti n. 2 edifici anziché n. 1. Ciò ha influenza sulle attività di monitoraggio da porre in essere poiché al momento non previste. Inoltre, si rileva che nella relazione generale BIS2E-R-GEN01-RE02-0 a pag. 121 è riportato:

"Gli edifici potenzialmente sensibili sono stati individuati sulla base di due parametri fondamentali: Area di influenza dello scavo: ricadono nell'area di influenza quegli edifici il cui sedime è posto entro un raggio di 50 metri dall'asse galleria.

Profondità del tracciato in relazione agli edifici (copertura): sono stati considerati come interferenti quegli edifici posti entro l'area di influenza della galleria ove quest'ultima riporta una copertura max pari a 5 diametri (50 metri)".

Non risulta chiaro in base a quale criterio i progettisti hanno fissato il raggio di 50m entro l'asse della galleria e cioè se è frutto di dati di esperienza o fa riferimento a metodi di calcolo che tengono conto della geologia e geomeccanica del sito. Per quanto riguarda il monitoraggio delle gallerie ferroviarie esistenti,

l'Assemblea ritiene di segnalare se non sarebbe meglio l'adozione di martinetti piatti anziché singoli, come previsto in progetto esecutivo, al fine di individuare lo stato tensionale nel rivestimento delle gallerie esistenti.

È già previsto in Progetto l'utilizzo di martinetti piatti. Per quanto riguarda le assunzioni della fascia osservazionale, si veda il commento al capitolo 7 (si tratta di una valutazione fatta in relazione al contesto geomeccanico, alle formulazioni presenti in letteratura e a considerazioni base sull'esperienza di progettazione e scavo in contesti simili).

10 ASPETTI ELETTRICI / IMPIANTISTICI

In merito agli elaborati impiantistici riportati come progetto esecutivo si rileva che la relazione tecnica è estremamente generica, illustra la costituzione a livello di progetto di fattibilità. Non ci sono indicazioni sulle potenze del carico da alimentare, la scelta dei componenti, il loro dimensionamento se non l'indicazione che sono previsti una connessione in bassa tensione e sono previsti, per l'alimentazione in emergenza, due gruppi elettrogeni da 50 kVA da utilizzare in ridondanza uno di riserva all'altro, un quadro automazione per controllo paratoie di sbarramento, un impianto di illuminazione interno edificio di controllo, aree esterne e area esterna zona briglia selettivi, impianti ausiliari antintrusione, rilevazione incendi, videosorveglianza e telefonia. Per questi impianti di illuminazione ed ausiliari la costituzione è solo riscontrabile su schematici elaborati grafici.

La relazione evidenzia come il sistema di automazione delle paratoie sarà basato su tecnologia PLC in grado di consentirne il comando manuale locale o da remoto o il funzionamento in automatico. Il funzionamento automatico consentirà il posizionamento delle paratoie secondo specifici gradi di apertura in ragione dei livelli rilevati a monte e a valle dello sbarramento e quello rilevato sullo sfioratore di alimentazione dello scolmatore. Sarà inoltre disponibile un funzionamento semiautomatico nel quale il sistema PLC suggerirà il corretto posizionamento delle paratoie, lasciando all'operatore locale o remoto l'effettivo azionamento delle stesse in ragione di ulteriori valutazioni di opportunità legate al contesto esterno di evoluzione dell'evento di piena. In considerazione della assoluta necessaria disponibilità del sistema in condizioni di emergenza e della criticità della funzione svolta dall'impianto, ancorché esso sia non complesso, si rileva come appare necessario evidenziare:

- l'affidabilità della connessione BT prevista dalla rete,

- la scelta effettuata nell'utilizzare un unico quadro generale asservita alla alimentazione delle paratoie e di altri servizi,

- la scelta effettuata nell'utilizzare per la commutazione tra rete e alimentazione da gruppi elettrogeni una gestione da PLC e non dalla autogestione di un commutatore automatico,

- un uso diffuso di scaricatori di tensione contro eventuali sovratensioni e non l'adozione di componenti con adeguato grado di isolamento.

Gli schemi dei quadri si limitano a indicare la sola corrente di regolazione e la curva C adottata per gli interruttori senza indicazioni sul coordinamento con i circuiti alimentati.

In conclusione, appare necessaria un'integrazione della documentazione di progetto con l'esplicitazione dei dati delle potenze in gioco, dei criteri di scelta dei componenti e dei parametri assunti per il loro dimensionamento ai fini di una loro resilienza intrinseca nella funzione da svolgere in relazione alle possibili perturbazioni in condizioni di funzionamento automatico o con comando manuale.

Ferma restando la validità generale, la funzionalità e la corrispondenza ai requisiti normativi degli impianti progettati ci si rende disponibili a discutere di specifiche modifiche con l'Amministrazione.

11 MANUTENZIONE ED USO

Un altro punto su cui porre l'attenzione riguarda il Piano di Manutenzione allegato al progetto. Il piano di uso e manutenzione è certamente dettagliato sull'elencazione di tutte le parti componenti l'opera e sul relativo livello di servizio che le stesse parti devono garantire ma spesso si rimanda a generiche azioni da compiere attraverso "ditte specializzate", senza una descrizione o rappresentazione accurata delle operazioni o degli attrezzi da utilizzare o da non utilizzare per minimizzare o evitare danneggiamenti ulteriori alle strutture.

Si ritiene infatti necessaria una attenzione maggiore al livello manutentivo in particolare del tratto di alveo di presa e della galleria scolmatrice soprattutto in merito al materiale trasportato e depositato in occasione degli eventi più estremi e sulla necessità di ripristinare rapidamente le sezioni ed i profili d'alveo di progetto. In pratica considerevoli quantità di pietrame, di piccola o media pezzatura, di brecciame o di fango potranno depositarsi a monte della paratia metallica di sbarramento, in particolare nei tratti formati dalla pavimentazione in cemento con il rivestimento in elementi lapidei squadrati di pietra di cava, cementati e vincolati ad essa mediante inghisaggio di barre metalliche.

Nel Piano di Manutenzione non sembra mai specificato il mezzo meccanico più opportuno alla rimozione del materiale (p.e. pala meccanica, escavatore,…) e le dotazioni più utili (ruote o cingoli, gommati o non, tipo di benna, ecc….) ed eventuali accorgimenti da tenersi in adiacenza di punti specifici quali le paratie metalliche mobili o i setti divisori in cemento armato o le corde metalliche di grigliatura. Analogo discorso vale per la galleria, ove il fenomeno di deposito sarà certamente più ridotto, ma dove si dovrà attenzionare in particolare il tratto di imbocco, a valle dell'opera di presa, il camerone e la zona di sbocco.

Il piano di Manutenzione redatto in Progetto Esecutivo si concentra maggiormente sui requisiti/finalità ("cosa") della gestione d'esercizio dell'opera, lasciando all'impresa esecutrice aggiudicataria una maggiore discrezionalità sulle modalità operative ("come") e spunti all'Amministrazione per eventuali criteri di merito.

12 ASPETTI ECONOMICI / AMMINISTRATIVI

Per la redazione del computo metrico estimativo e del quadro economico relativi all'intervento, sono stati applicati i prezzi unitari dedotti dal "Prezziario Opere Edili ed Impiantistiche" della Regione Liguria 2017, per un importo di lavori pari a circa il 4% del totale. Il restante 96% dei lavori è stato calcolato tramite l'analisi dei nuovi prezzi, strutturata secondo la suddivisione:

- manodopera;
- noli, trasporti e macchinari;
- materiali e semilavorati;
- spese generali (15% come indicato dal prezziario Regione Liguria);
- utili d'impresa (10% come indicato dal prezziario Regione Liguria).

Il costo dei materiali è stato dedotto da un'analisi di mercato secondo il criterio di considerare come prezzo di riferimento di mercato il minimo tra le quotazioni richieste a fornitori esterni (in numero di 2/3 laddove possibile).

Nella tabella seguente viene riportato, il quadro economico dell'intervento, suddiviso in tre voci:

- Lavori a base d'asta;
- Somme a disposizione dell'amministrazione;
- IVA al 10% sui lavori a base d'asta

In merito all'analisi dei nuovi prezzi effettuata, l'Assemblea rileva che per quanto riguarda le apparecchiature elettromeccaniche (paratoie e sgrigliatore) è presente l'offerta da parte di un solo fornitore, quindi si esprime perplessità sull'analisi di mercato effettuata.

Saranno prodotte ulteriori offerte.

Altro aspetto di criticità è rappresentato dagli espropri ed indennizzi. Il progetto esecutivo è corredato di un piano particellare di esproprio con l'indicazione della somma in € da corrispondere per gli espropri (part. 16- foglio 41 e mappale 854- e 18, foglio 41 mappale 928) e per le occupazioni permanenti di sottosuolo (part. 9 – foglio 41, mappale 1648), pari a **€ 77.475,00**, ma nel Quadro Economico tale valore si annulla; quindi si vuole chiedere ai progettisti la motivazione di ciò.

Gli importi indicati relativi alle indennità fanno riferimento ad Enti Pubblici, con i quali il Comune di Genova attiverà un accordo per la alienazione a titolo gratuito.

Tra i documenti progettuali non risultano pervenuti il Capitolato Speciale d'Appalto e lo schema di contratto, ai sensi dell'art. 33, lettera l), del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207. Inoltre, non essendo presente un cronoprogramma dei ripascimenti degli arenili, si potrebbe andare incontro ad eventuali incrementi della durata dei lavori, nonché a maggiori quantitativi di smarino da inviare a discarica, il che inevitabilmente, si andrebbe a tradurre in termini di maggiori costi. Nel quadro economico devono inoltre essere previste anche le spese (0,5 per mille) di cui al DL 30/11/2005, n. 245, convertito con la Legge 27/01/2006, n. 21, per l'esame del progetto da parte del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.

Il Capitolato Speciale d'Appalto e lo Schema di Contratto verranno perfezionati per la prossima messa in gara dei lavori.

Per quanto riguarda il cronoprogramma dei ripascimenti si rimanda all'osservazione riportata in precedenza (vedi par. 6.1).

Nel quadro economico è prevista una voce (B.11 - Spese generali, commissioni di gara, Autorità Vigilanza, CSLP, ecc.) pari a 100.000,00 €.

13 CONCLUSIONI

Alla luce delle considerazioni suesposte si riportano qui di seguito le considerazioni conclusive.

L'opera, il cui progetto esecutivo è in esame per il parere del presente consesso, è caratterizzata da numerose criticità, alcune delle quali risultano insormontabilmente legate a dei vincoli strutturali propri del contesto in cui l'opera si va ad inserire (area fortemente urbanizzata), altre legate al progetto stesso, che è opportuno venga approfondito e migliorato sulla base delle osservazioni ed indicazioni sopra riportate, con l'ottenimento di migliori risultati in termini di mitigazione della soglia di rischio. E' suggerita inoltre la programmazione e l'incentivazione di una serie di interventi minori atti ad una migliore gestione generale del territorio in esame nel suo complesso anche attraverso la revisione delle previsioni dei piani urbanistici.

Inoltre, l'Assemblea rileva opportuno prendere in considerazione anche delle criticità sul territorio che, pur venendo mitigate a seguito della realizzazione del presente progetto, risultano ancora non totalmente risolte, quali i franchi di sicurezza dei ponti esistenti a valle dell'opera di presa. Dalla relazione idraulica ad esempio (pag. 44) si legge che, a seguito dell'evento di piena duecentennale simulata con il modello numerico monodimensionale, il franco idraulico in corrispondenza della pila centrale del Ponte Ugo Gallo è pari a 0,70 m. Ulteriore criticità emerge anche in corrispondenza del Ponte Feritore, per il quale sarebbe opportuno verificare la sicurezza allo scalzamento delle n°5 pile in alveo a seguito dell'instaurarsi del moto a corrente veloce (relazione idraulica pag. 47 – tab.6 - 1,05< Fr <1,13) ed, eventualmente, prevedere appositi sistemi di rinforzo delle fondazioni.

Data l'improrogabile necessità di realizzare un'opera atta a mitigare l'altissimo ed inaccettabile rischio idraulico dell'area urbana di Genova, si prescrive, come suddetto, la predisposizione di un attento e dettagliato piano di gestione dell'opera, da contestualizzare sincronicamente con le opere in realizzazione del Primo Lotto.

E' richiesta, inoltre, l'implementazione di un sistema di previsione meteo- registrazione dati pluviometrici-modellazione afflussi-deflussi-propagazione delle portate che fornisca dei tempi di preallerta adeguati alla pubblica incolumità sia nelle fasi di cantiere che di vita dell'opera.

L'Assemblea ritiene ulteriormente necessario l'implementazione di un dettagliato piano di gestione delle emergenze disastrose in collaborazione con la Protezione Civile, come solitamente effettuato per le opere di ritenuta, in modo da prendere in considerazione tutti gli scenari prevedibili ed assicurare che eventuali

inadeguatezze del sistema si ripercuotano su precise aree meno vulnerabili precedentemente allertate, garantendo comunque la pubblica incolumità anche in caso di evento alluvionale disastroso.

A tal fine, si ritiene opportuno l'istituzione di un organismo ad-hoc che si occupi integralmente dell'amministrazione, della gestione, del controllo, della pulizia e della manutenzione dell'opera, attivo senza interruzioni anche per la gestione delle emergenze.

Si rimanda alle valutazioni/azioni dell'Amministrazione.