0	08/2013		Venturini	Cacciatori	Venturini
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato

REGIONE LIGURIA PROVINCIA DI GENOVA COMUNE DI GENOVA

PROTOCOLLO D'INTESA PER GLI INTERVENTI STRUTTURALI VOLTI ALLA MITIGAZIONE DELL'EMERGENZA IDRAULICA DEL BACINO DEL TORRENTE BISAGNO, ALLA RIDEFINIZIONE URBANISTICA DEL TRATTO TERMINALE ED ALLA RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DELL'ALVEO E DELLE AREE CIRCOSTANTI

COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA - DIREZIONE MANUTENZIONE INFRASTRUTTURE E VERDE PUBBLICO

Dirigente **Ing. Stefano PINASCO**

PROGETTISTI:

A.T.I.

TECHNITAL S.p.A. (Capogruppo mandataria)
STUDIO MAIONE INGEGNERI ASSOCIATI
SGI STUDIO GALLI INGEGNERIA S.p.A.
ARTELIA GROUP S.A.

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Ing. Stefano PINASCO**

Staff tecnico

TECHNITAL S.p.A. (Capogruppo mandataria)
Ing. A.Scotti - Ing. S. Venturini
STUDIO MAIONE INGEGNERI ASSOCIATI
Ing. D Cerlini - Ing. M. Ferrari
SGI STUDIO GALLI INGEGNERIA S.p.A.
Ing. A.Galli - Ing. U. Galli
ARTELIA GROUP S.A.
Mr. O. Cazaillet

Intervento/Opera

SCOLMATORE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA
PRIMO LOTTO: REALIZZAZIONE DELLE OPERE PER LA MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA DEL TORRENTE FEREGGIANO (E RIVI ROVARE E NOCE)

Elaborato
TECHNITAL S.p.A.

Dott. Ing. Simone Venturini

Oggetto della tavola

DOCUMENTI ECONOMICO AMMINISTRATIVI
Cronogramma lavori

Scala

Data
Agosto 2013

Progetto Definitivo

Tavola N° **PD1.CL.01**

Codice GULP	Codice Commessa Precedente	Revisione
12383	DSU100	0

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

CRONOGRAMMA LAVORI

I N D I C E

1. PREMESSA 4

2. OPERE DA REALIZZARE 5

2.1. Galleria Fereggiano 5
2.2. Gallerie minori 10
2.3. Opere di presa 11
2.4. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice sul torrente Fereggiano 12
2.4.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice 13
2.4.2. Camera di dissipazione 16
2.4.3. Cameretta con scale di accesso 17
2.4.4. Sistemazione dell'alveo e deviazione della fognatura 18
2.5. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice sul Rio Rovare 19
2.5.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice 19
2.5.2. Camera di dissipazione 22
2.5.3. Cameretta con scale di accesso 23
2.6. Il manufatto di presa sul Rio Noce 23
2.6.1. Il manufatto di presa 23
2.6.2. Camera di dissipazione 26
2.6.3. Cameretta con scale di accesso 27
2.7. Opera di sbocco a mare 27
2.8. Nuova scogliera di protezione 31
2.9. Nuovo scalo di alaggio 31
2.10. Ripristini e sistemazioni esterne 32

3. METODOLOGIE DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE 34

3.1. Individuazione e caratteristiche delle aree di cantiere 34
3.1.1. Cantiere all'imbocco di valle della galleria Fereggiano 35
3.2. Galleria Fereggiano, gallerie minori 39
3.2.1. Galleria Fereggiano e gallerie minori 40
3.3. Opere di presa 42
3.3.1. Opera di presa sul rio Fereggiano 43
3.3.2. Opera di presa sul rio Rovare 44
3.3.3. Opera di presa sul rio Noce 45
3.4. Opera di raccordo e sbocco a mare 45
3.4.1. Il salto di quota in galleria ed il raccordo con lo sbocco a mare 46
3.4.2. Metodo di scavo per l'approfondimento ad U interno alla galleria Fereggiano 48
3.5. Opere a mare 48

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 2.1 - Sezione corrente del tratto di galleria di completamento del deviatore Fereggiano prevista nel presente progetto. Elementi strutturali della sezione A0 6
Fig. 2.3 - Sovrapposizione della sezione corrente del tratto di galleria di completamento del deviatore Fereggiano con la sezione circolare corrente del tratto già costruito (progetto Italstrade) 7
Fig. 2.3 - Sezione tipologica B1* da prevedere nei sottopassi ferroviari 9
Fig. 2.5 - Geometria del pozzo di presa Fereggiano 15
Fig. 2.6 - Geometria del pozzo di presa Rovare 21
Fig. 2.7 - Geometria del pozzo di presa Noce 25

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 2.1 - Quote di sottopasso delle linee ferroviarie 8

1. PREMESSA

Il presente documento descrive a grandi linee l'organizzazione di cantiere e le metodologie costruttive che sono state considerate per la formulazione del preventivo di spesa, e che si propone di adottare per l'esecuzione delle opere di laminazione e controllo delle piene dei rii Fereggiano, Rovare e Noce.

A completamento della descrizione è stato preparato ed allegato alla presente relazione anche il Cronogramma dei lavori delle opere da realizzare.

2. OPERE DA REALIZZARE

Le opere previste in progetto sono le seguenti:

- prolungamento della galleria esistente del deviatore Fereggiano dalla progressiva 909 alla progressiva 3.717, posta al piede del pozzo di presa delle portate scolmate dal rio Fereggiano, con creazione di 4 sfiati/aerofori lungo l'asse della galleria principale;
- opera di presa sul rio Fereggiano;
- opera di presa sul rio Rovare;
- opera di presa sul ro Noce;
- opera di sbocco a mare, come prevista nel PD 2007, ma limitata sia in lunghezza al solo tratto a valle di Corso Italia che in larghezza, limitando la scogliera a mare fino allo scivolo di alaggio e non oltre a ponente;
- raccordo tra lo sbocco del tratto esistente della galleria Fereggiano e l'opera di sbocco di progetto.

2.1. Galleria Fereggiano

La galleria di adduzione denominata Fereggiano permette di convogliare a mare le acque di piena derivate dalle opere di presa collocate sui rii Fereggiano, Rovare e Noce. Prende avvio dall'opera di presa sul rio Fereggiano e, dopo un'ampia curva di raggio 140 e 250 m, si sviluppa in direzione nord – sud verso lo sbocco a mare collocato nei pressi dello stabilimento balneare Benvenuto, collegandosi alla porzione già realizzata del deviatore Fereggiano realizzato negli anni '90 per uno sviluppo di 909.

La galleria, la cui realizzazione è prevista con il metodo di scavo tradizionale, ha sezione policentrica con diametro interno netto di 5,20 m (uguale al diametro della galleria esistente che però a sezione circolare), e presenta una lunghezza complessiva pari a circa 3.717 m (di cui 909 già realizzati). Le caratteristiche geometriche dell'opera sono le seguenti:

- sezione tipo policentrica con diametro di : 5,20 m
- lunghezza complessiva : 909 + 2.808 = 3.717 m
- quota all'imbocco a monte : 12,99 m s.m.m.
- quota al filo esterno di C.so Italia : - 2,82 m s.m.m.
- scabrezza secondo Gauckler – Strickler : 75 $m^{1/3}s^{-1}$

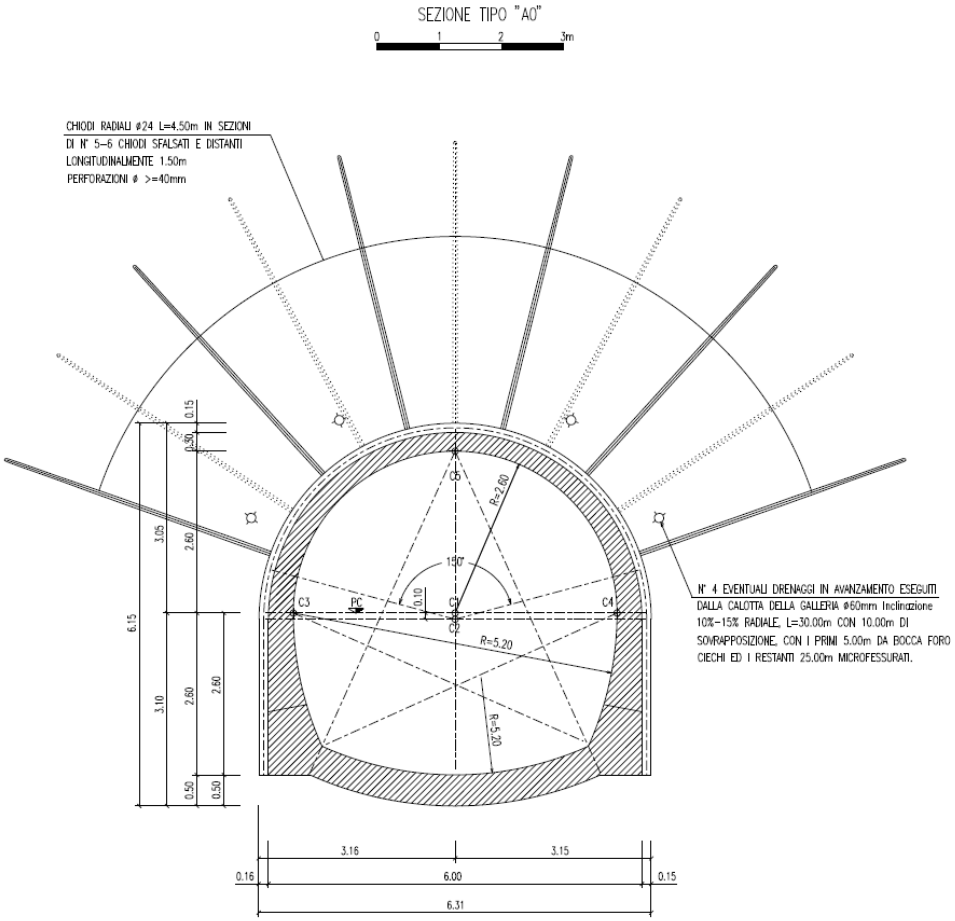


FIG. 2.1 - SEZIONE CORRENTE DEL TRATTO DI GALLERIA DI COMPLETAMENTO DEL DEVIATORE FEREGGIANO PREVISTA NEL PRESENTE PROGETTO. ELEMENTI STRUTTURALI DELLA SEZIONE A0

Il raccordo tra la sezione policentrica di progetto e quella circolare già realizzata verrà operato nei 5-6 m già scavati ma non rivestiti, ove si potranno agevolmente raccordare le due sezioni, allineando le quote di talweg evitando la formazione di gradini. Come visibile nella figura che segue, le due sezioni sono molto simili e consentono un agevole raccordo.

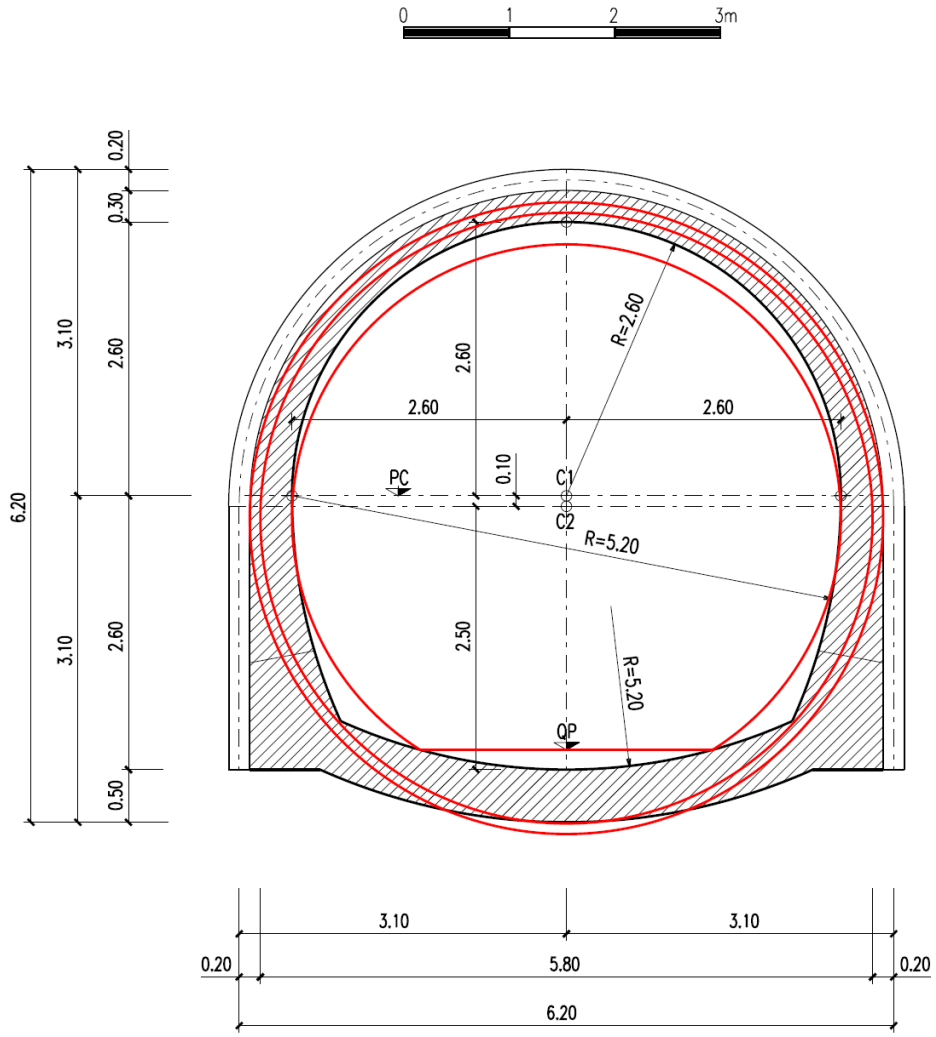


FIG. 2.2 - SOVRAPPOSIZIONE DELLA SEZIONE CORRENTE DEL TRATTO DI GALLERIA DI COMPLETAMENTO DEL DEVIATORE FEREGGIANO CON LA SEZIONE CIRCOLARE CORRENTE DEL TRATTO GIÀ COSTRUITO (PROGETTO ITALSTRADE)

Il raccordo tra le 2 sezioni andrà fatto nel tratto non rivestito (6-7 m) in maniera dolce di modo da evitare gradini o angoli bruschi.

In funzione dei vincoli geometrici ed idraulici esistenti, ed in base alle verifiche idrauliche condotte, alla galleria di adduzione delle acque di piena è stata assegnata una pendenza longitudinale pari al 3‰ che consente di sottopassare la linea ferroviaria Genova – La Spezia (il cui estradosso inferiore è a quota 15,58 m s.m.m.) e la programmata opera di quadruplicamento ferroviario (la cui quota di estradosso inferiore è prevista a 16,10 m s.m.m.).

Le quote di riferimento per i sottopassi sono le seguenti:

TAB. 2.1 - QUOTE DI SOTTOPASSO DELLE LINEE FERROVIARIE

opera	**Quota estradosso inferiore (m s.m.m.)**	**Quota estradosso superiore della galleria idraulica Fereggiano (m s.m.m.)**
Linea ferroviaria esistente	15,58	6,79 + 6,15 = 12,94
Quadruplicamento linea ferroviaria	16,10	8,44 + 6,15 = 14,59 8,59 + 6,15 = 14,74

Come si vede, la livelletta della galleria è compatibile con le quote della linea ferroviaria esistente ma è necessario prevedere opportuni accorgimenti per un corretto e sicuro sottopasso della stessa.

I lavori di costruzione del nuovo quadruplicamento della linea potranno essere essi stessi realizzati avendo cura di "appoggiare" con adeguati magisteri la nuova linea (in doppio tracciato parallelo) alla galleria idraulica che in entrambi i sottopassi ferroviari sarà realizzata secondo la sezione tipologica B1* indicata in Fig. 2.3.

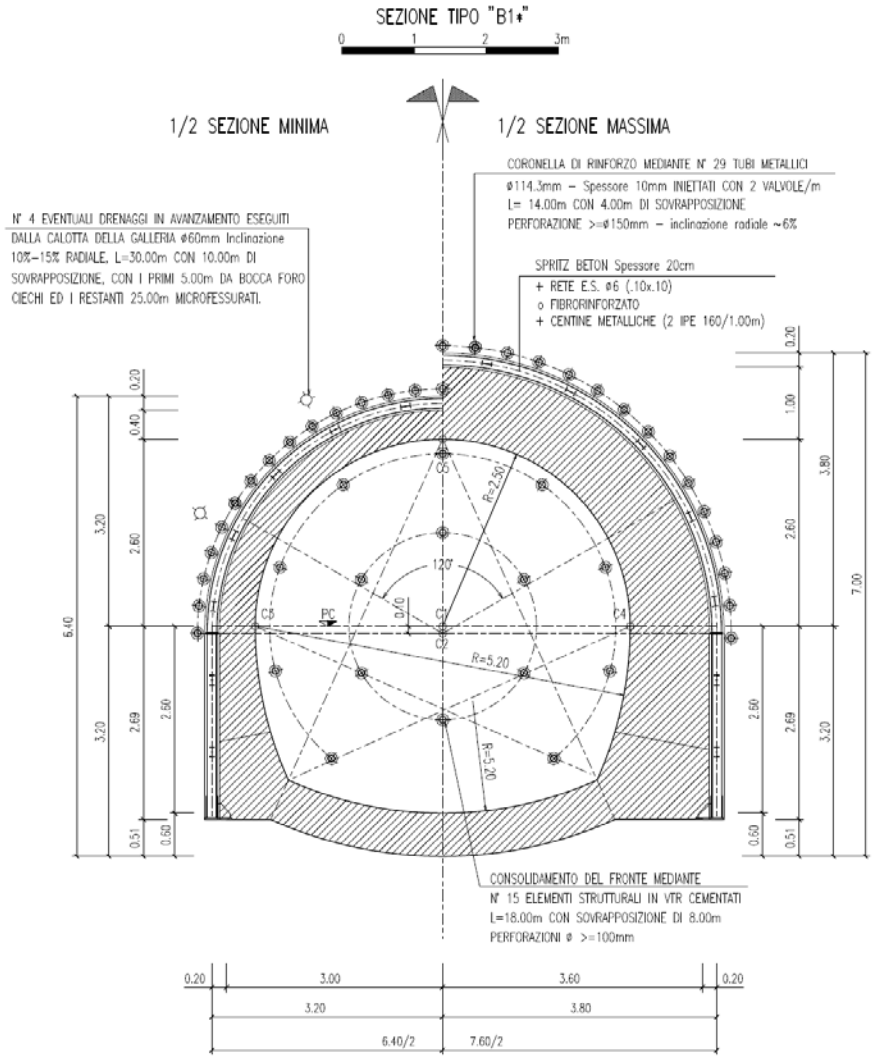


FIG. 2.3 - SEZIONE TIPOLOGICA B1* DA PREVEDERE NEI SOTTOPASSI FERROVIARI

In corrispondenza delle immissioni delle due gallerie minori provenienti dalle opere di presa realizzate sui rii Fereggiano, Rovare e Noce, è stata prevista la realizzazione di manufatti di raccordo la cui sagoma è stata appositamente studiata per ridurre al minimo le perdite di carico generate dal mescolamento dei due flussi in arrivo da monte.

A causa dell'elevata velocità dell'acqua nella galleria principale durante il funzionamento dell'impianto, ed anche per evitare turbolenze e l'insorgere del fenomeno della cavitazione, la sagoma delle due porte stagne è stata adattata al profilo della galleria policentrica. L'apertura delle porte è prevista verso l'alto verso la galleria principale, con un movimento che avviene attorno a due perni in acciaio inossidabile scorrevoli su boccole autolubrificanti. Le guarnizioni sono in gomma con pro-

filo tale da favorire una tenuta di tipo autoclavico; considerando comunque che la galleria opera sempre a pelo libero e quindi la spinta sulle guarnizioni è relativamente modesta, sono previsti dispositivi da azionare a porta chiusa per precaricare le tenute stesse e ridurre al minimo le eventuali perdite verso le gallerie di servizio.

Al variare delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso attraversato e dell'eventuale interferenza con strutture in sotterraneo esistenti, sono state previste sei diverse sezioni tipo:

2.2. Gallerie minori

L'adduzione a mare delle acque di piena derivate dalle opere di presa minori realizzate sui rii Rovare e Noce è assicurata dalla realizzazione di due gallerie minori che mettono in comunicazione le due prese con la galleria di adduzione Fereggiano.

La galleria a servizio della presa sul Rovare presenta le seguenti caratteristiche:

- sezione tipo policentrica con diametro di : 3,20 m
- lunghezza complessiva : 208,1 + 37,05 = 245,15 m
- quota all'imbocco a monte : 20,61 m s.m.m.
- quota allo sbocco : 9,92 m s.m.m.
- pendenza longitudinale : 3,55 %
- scabrezza secondo Gauckler – Strickler : 75 $m^{1/3}s^{-1}$

Il manufatto di collegamento della galleria minore con quella di adduzione principale è costituito da un divergente collocato sulla galleria minore, avente lunghezza di circa 37 m, pendenza sempre pari al 8,9 %, e sezione trasversale variabile da quella policentrica da 3,20 m (sezione di monte) a quella policentrica da 5,20 m nella sezione di valle.

Le caratteristiche della galleria a servizio della presa sul Noce:

- sezione tipo policentrica con diametro di : 3,20 m
- lunghezza complessiva : 220,2+34,27 = 254,47 m
- quota all'imbocco a monte : 15,64 m s.m.m.
- quota allo sbocco : 6,86 m s.m.m.
- pendenza longitudinale : 2,5 %
- scabrezza secondo Gauckler – Strickler : 75 $m^{1/3}s^{-1}$

Il manufatto di collegamento della galleria minore con quella di adduzione principale, in analogia con quanto già descritto per il Rovare, è costituito da un divergente collocato sulla galleria minore, avente lunghezza di circa 36,53 m, pendenza sempre pari al 9,76 %, e sezione trasversale variabile da quella policentrica da 3,20 m (sezione di monte) a quella policentrica da 5,20 m nella sezione di valle.

2.3. Opere di presa

Le opere di presa sul torrente Fereggiano, sul rio Rovare e sul rio Noce sono costituiti dai seguenti manufatti:

- *manufatto di presa ed il pozzo a vortice:* il manufatto di presa delle acque è costituito da un canale in c.a. e dal canale e dalla camera di imbocco al vortice, anch'essi in c.a.. La tipologia adottata per le tre opere di presa in oggetto è quella delle luci e delle soglie che sono governate dalle classiche leggi dell'idraulica. Per quanto riguarda invece il collegamento con la galleria di derivazione viene utilizzato un pozzo. Questo tipo di manufatto è stato utilizzato per superare i notevoli dislivelli tra la quota del corso d'acqua e la galleria di progetto garantendo al contempo efficienza idraulica e dissipazione dell'energia;
- *camera di dissipazione delle acque:* consiste in una vasca atta a dissipare energia e rilasciare l'aria eventualmente trascinata dalla corrente, onde evitare che questa possa liberarsi repentinamente danneggiando le strutture. La camera è stata pensata in modo tale che si formi al suo interno un cuscino d'acqua che permetta la dissipazione dell'energia della corrente in caduta dal pozzo, prima che questa entri nella galleria di collegamento allo scolmatore in progetto;
- *cameretta con scale di accesso:* ogni manufatto di presa è dotato di una scala di servizio elicoidale necessaria a permettere l'accesso in condizioni di sicurezza al manufatto e lo svolgimento di operazioni di ispezione e manutenzione. L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata dotata di chiusino circolare in ghisa e scaletta alla marinara o, nel manufatto sul torrente Fereggiano, di cancello d'accesso. In fase di esercizio dell'opera, il pozzo di accesso verrà utilizzato anche per la ventilazione del manufatto; a tale scopo la soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione, così come le camerette di accesso alla scala si servizio, saranno dotate di chiusure permeabili all'aria (grigliato) per la fuoriuscita dell'aria trascinata dalla corrente

in caduta nel pozzo. In tutti gli accessi verrà poi realizzato un impianto elettrico con componenti di classe IP 68, comprendente quadro elettrico, prese di corrente ed impianto di illuminazione con diversi corpi illuminanti. Al fine di permettere la verifica delle portate che saranno recapitate in alveo e in galleria, saranno posizionati anche dei misuratore di portata ad ultrasuoni.

Tra le opere da realizzare sul torrente Fereggiano è prevista inoltre la sistemazione dell'alveo, mediante la posa di selciatone di spessore pari a 20 cm intasato in calcestruzzo, nel tratto a monte e a valle del manufatto di presa. E' inoltre previsto il ricollocamento della condotta fognaria di raccolta delle acque nere.
Oltre a ciò per il torrente Fereggiano è previsto un sistema di raccolta delle acque di drenaggio della strada che attualmente vengono recapitate in alveo. In particolare gli scarichi presenti attualmente sul muro in destra idraulica saranno raccolti da una canaletta in calcestruzzo realizzata in adiacenza al canale in c.a..
Infine le opere in progetto dovranno essere completate dalle sistemazioni superficiali; per l'opera di presa sul torrente Fereggiano è previsto il rivestimento della pista di accesso tramite autobloccanti inerbiti.
Qualora, durante la realizzazione delle opere, si rimuoverà la pavimentazione stradale si dovrà provvedere a ripristinarla.

2.4. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice sul torrente Fereggiano

In seguito ai sopralluoghi svolti nel bacino e nell'asta del Rio Fereggiano, è stata confermata l'ubicazione dell'opera decisa nel progetto preliminare. Tale ubicazione dell'opera di presa è in alveo, in corrispondenza della piccola ansa a valle della copertura attualmente ad uso parcheggio-strada che si trova in Via Pinetti all'altezza di Salita Ginestrato, e consente di raggiungere un buon compromesso tra le esigenze di carattere idrologico, idraulico, e di disponibilità di area. Quest'ultimo aspetto, in particolare, costituisce la motivazione forte che ha condotto alla scelta indicata.
Per l'inquadramento dell'opera di presa si rimanda all'elaborato grafico PD1 DS 100 – Planimetria generale.
Come già detto la tipologia adottata per l'opera di presa in oggetto è quella delle luci e delle soglie; in particolare, la portata destinata a proseguire nel Fereggiano sarà derivata attraverso una luce di fondo, mentre quella da condurre nella galleria

in progetto sarà sfiorata mediante una soglia nel canale di imbocco al vortice e quindi al pozzo.

2.4.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice

L'opera di presa in progetto è stata pensata in modo che la portata ordinaria defluisca in adiacenza alla sponda destra attraverso una luce di dimensione 1,90 x 1,90 m e parzializzata a 1,90 x 1,00 m da una paratoia manuale, a scorrimento verticale in acciaio zincato a caldo. Il fondo della luce è posto a quota 50,90 m s.m.m.. Tale portata, pari a 10 m^3/s (90 – 80 m^3/s) per un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni, sarà convogliata in un canale in c.a. a sezione rettangolare di larghezza pari a 1,90 m, con pendenza del fondo pari a 0,04.
La paratoia sarà movimentabile posizionandosi sul grigliato pedonale in acciaio collocato sul canale in c.a.. Al fine di evitare cadute il grigliato sarà protetto da un parapetto metallico. La paratoia, da mantenere fissa durante gli eventi, potrà nel tempo essere utilizzato oltre che per le fasi di manutenzione anche per modificare le portate che proseguono verso valle. La paratoia sarà posizionata immediatamente a valle del muro in c.a. sul quale è stata ricavata la luce di fondo. Il muro in c.a. nel tratto di monte verrà protetto con un angolare in acciaio inox, al fine di evitare l'ammaloramento degli spigoli.
Tale muro, che si prolunga verso monte in destra idraulica, raggiungerà l'estradosso della copertura esistente. Questo al fine di proteggere le abitazioni situate in destra idraulica in presenza di eventi di piena con tempo di ritorno superiori a quello di progetto.
Quando la portata Q_i (=5 m^3/s) verrà superata, l'eccesso di portata sarà convogliato mediante uno sfioro nel canale di alimentazione del pozzo a vortice.
La soglia di imbocco della derivazione alla galleria in progetto, posizionata appena a monte della fine della copertura stradale di Via Pinetti consente di derivare la portata Q_s pari a 80 m^3/s, nel caso di un evento duecentennale. Tale soglia verrà rivestita con una piastra in acciaio inox risvoltato per 50 cm, il cui scopo è quello di proteggerla da urti con materiale trasportato dalla corrente. La sua conformazione, inclinata rispetto al corso d'acqua, è stata pensata in modo tale da far confluire, in corrispondenza di portate ordinarie, la maggior parte del trasporto solido verso valle lungo il Fereggiano cioè attraverso la luce di fondo precedentemente descritta.
A tal riguardo, dalle indagini condotte, è emerso che il torrente Fereggiano è in grado di trasportare a valle materiale avente dimensioni massime che possono ar-

rivare a 90 - 100 mm, ed è comunque poco probabile che possa giungere a saturazione perché le zone di apporto non sembrano ben sviluppate, anche a causa dell'intensa edificazione dei versanti adiacenti il corso d'acqua.

Si rimanda alla relazione del PD2007 dedicata per la descrizione delle prove condotte sul modello fisico, atte a valutare il reale impatto del materiale solido trasportato dalla corrente sul funzionamento dell'opera.

Si sottolinea comunque in questa sede che le prove eseguite hanno mostrato che, per portate ordinarie, il materiale solido viene recapitato in alveo mentre all'aumentare della portata parte del materiale finisce nel pozzo e quindi nella camera di dissipazione, senza però alterare il funzionamento del manufatto di presa.

Il canale di imbocco al pozzo, realizzato in c.a., di larghezza 4,00 m, ha una lunghezza pari a 20 m e inclinazione del fondo pari a 0,0023. La sezione del canale è stata dimensionata in modo tale che riesca a contenere la portata di progetto con un franco di almeno 1 m rispetto alle strutture esistenti e di progetto.

Il manufatto così pensato è in grado di scaricare portate anche superiori alla portata di progetto. Tuttavia nel caso in cui il pozzo si otturasse o non fosse in grado di smaltire la portata di progetto si è pensato di far sfiorare la portata in eccesso lungo una soglia ricavata sulla parete destra della camera del vortice, e di farla proseguire in alveo.

La geometria di tale soglia è stata definita in seguito alla realizzazione del modello fisico; in particolare la sagoma dello sfioro è stata fatta coincidere con il profilo idrico della corrente corrispondente ad un evento duecentennale, in modo tale che lo sfioro in alveo del deflusso in eccesso inizi al raggiungimento di tale portata..

E' previsto di rivestire la soglia sfiorante con una piastra in acciaio inox.

La manutenzione dell'opera di presa sarà possibile mediante il posizionamento di n. 6 panconi, di altezza pari a 1,08 m ciascuno, nel canale di imbocco al vortice; tutta la portata in arrivo sarà quindi convogliata nel canale rettangolare in destra idraulica e quindi nell'alveo. Al contrario, in caso di necessità, tutta la portata potrà essere convogliata nella galleria in progetto chiudendo la paratoia di accesso al corso d'acqua.

Il pozzo a vortice di diametro pari a 5,80 m, ubicato in sinistra rispetto al canale di imbocco al vortice, permette alla corrente in arrivo di superare un dislivello di quasi 38 m (50,90 – 12,99 = 37,91 m) avendo assunto con 50,90 m s.m.m. la quota di talweg del rio all'altezza dello stramazzo di presa e con 12,99 m s.m.m. la quota di imbocco della galleria d derivazione a valle della camera di dissipazione prevista al piede del pozzo. Tale pozzo, come i pozzi previsti nelle altre opere di

presa e i pozzi di accesso ad esclusione di quelli previsti sul Rio Noce, sarà realizzato mediante l'impiego di una testa fresante. L'imbocco del pozzo sarà rivestito con una piastra in acciaio inox, mentre le pareti del pozzo saranno realizzate in c.a. autocompattante.

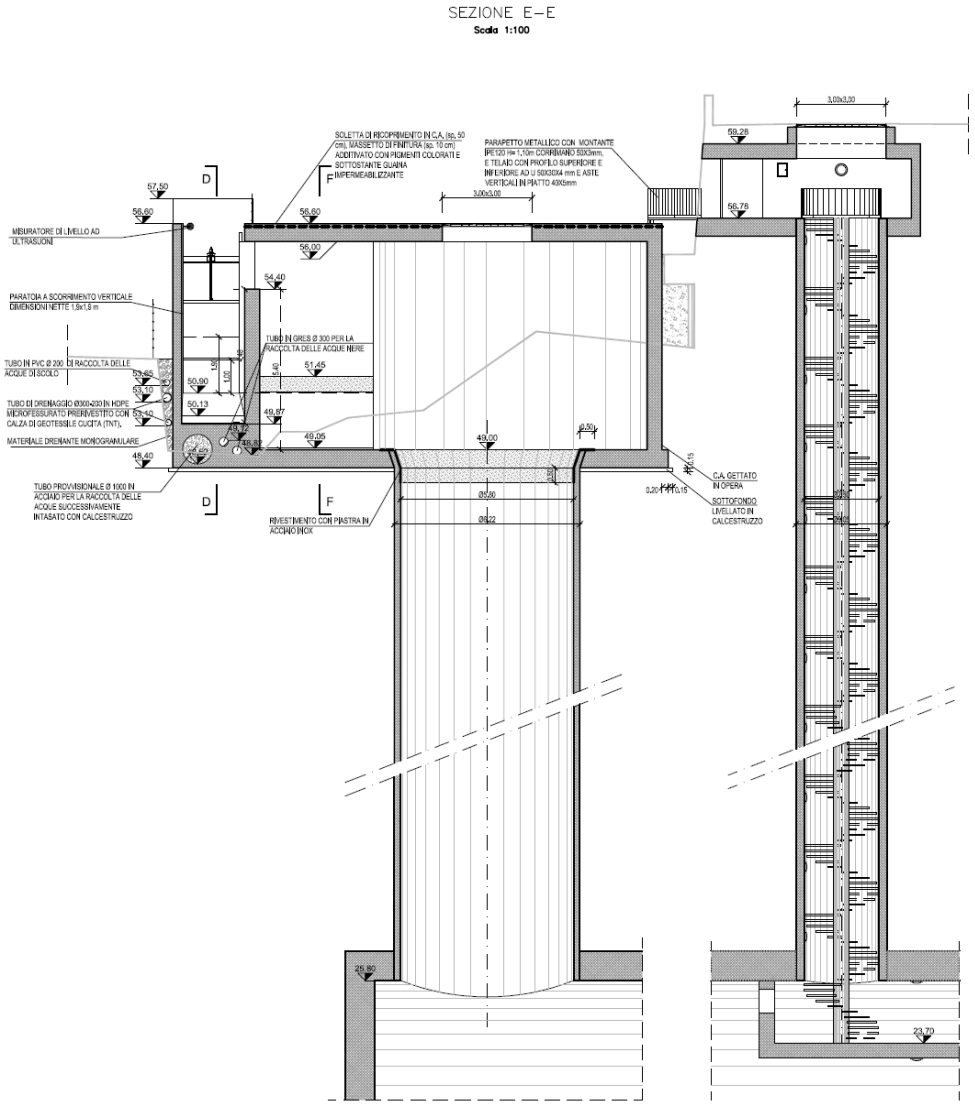


FIG. 2.4 - GEOMETRIA DEL POZZO DI PRESA FEREGGIANO

Il canale di imbocco al vortice e la camera del vortice sono state coperte rispettivamente con un grigliato carrabile e con una soletta carrabile in c.a., il cui intradosso è posto alla quota 56,00 m s.m.m. Tale copertura è dotata di una apertura 3x3 m per permettere l'accesso ai piccoli mezzi nel pozzo, anch'essa ricoperta da

una griglia carrabile. Al fine di evitare cadute dall'alto la copertura sarà dotata di parapetto metallico.
Per consentire l'ingresso dei mezzi ai luoghi in cui è ubicato il manufatto di presa saranno realizzate due piste di servizio, la prima collega il piano stradale a quota 58,70 m s.m.m. al piano di copertura del manufatto a quota 56,60 m s.m.m.(pend. 0,17); tale pista avrà una larghezza minima di 3 m e una lunghezza di circa 12 m. La seconda, che dalla copertura del manufatto porta al fondo dell'alveo, avrà una pendenza media pari a 0,23. Tale pista avrà lunghezza pari a 35 m e larghezza pari a 2,50 m. Quest'ultima pista sarà sostenuta da un muro di altezza variabile e spessore 0,50 m, mentre l'altra si appoggerà alla struttura del manufatto. La prima pista consentirà l'accesso ad un piazzale posto a quota 56,60 m s.m.m. Entrambe le piste e il piazzale saranno rivestite con una pavimentazione in autobloccanti drenanti in calcestruzzo inerbiti. Le piste saranno datate di parapetto metallico.
A valle del canale in c.a. che recapita le acque in alveo, sarà realizzato un nuovo muro in destra idraulica a sostegno di quello esistente realizzato in pietrame che è risultato instabile.
Inoltre è previsto un sistema di raccolta delle acque di drenaggio della strada che attualmente vengono recapitate in alveo. In particolare gli scarichi presenti attualmente sul muro in destra idraulica saranno raccolti da una canaletta in calcestruzzo realizzata in adiacenza al canale in c.a. Tale canaletta di pendenza pari a 0,04 recapiterà le acque raccolte, in una tubazione in PVC ϕ 200 posizionato dietro il muro in c.a. che viene realizzato a sostegno del muro esistente.
Inoltre, al fine di drenare le acque convogliate in alveo da tubi di drenaggio che attraversano il muro in pietrame, saranno posizionati due tubi drenanti in HDPE microfessurati pre-rivestiti con calza di geotessile cucita. In questo tratto l'intercapedine tra il muro in progetto e quello esistente sarà riempita con materiale drenante monogranulare avvolto in geotessile.

2.4.2. Camera di dissipazione

La corrente in caduta dal pozzo verrà recapitata nella camera di dissipazione. La geometria di tale camera è stata pensata in modo tale che si formi al suo interno un cuscino d'acqua che permetta la dissipazione dell'energia della corrente in caduta dal pozzo, prima che questa entri nella galleria di collegamento allo scolmatore in progetto. Allo scopo è stato previsto un gradino, posto alla quota di partenza della galleria di collegamento, che permette di creare un cuscino d'acqua di profondità almeno pari a 0,10 volte l'altezza di caduta della corrente.

Come illustrato nella relazione idraulica, tale camera è stata progettata di lunghezza netta almeno pari a 4 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985) e di forma policentrica, al fine di una sua più facile realizzazione; il diametro di tale camera è stato dimensionato in modo tale che la distanza tra il cielo della camera e il fondo della galleria di collegamento all'imbocco risultasse almeno pari a circa 2 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985). Inoltre al fine di permettere l'accesso alla camera da parte degli addetti alla manutenzione si è deciso di ricavare sul cielo della camera un camminamento. Per tale ragione il diametro della camera è divenuto 15,80 m, garantendo così un franco idraulico almeno pari a 2 metri rispetto il camminamento.

Il pavimento del camminamento è stato rivestito con resina antiscivolo. Sul pavimento di tale passerella è stato posizionato un grigliato in acciaio antisdrucciolo di dimensioni 4x1 m che permette il passaggio dell'aria trascinata dalla corrente in caduta nel pozzo. Mediante il sistema di scale descritto in precedenza è così possibile raggiungere il piano posto alla quota di imbocco della galleria di collegamento. Tale piano, di lunghezza pari a 5,20 m sarà ottenuto mediante riempimento con calcestruzzo di secondo getto.

Le parti più sollecitate dalla corrente, quali l'imbocco della galleria e ed il gradino che permette la formazione del cuscino d'acqua, saranno rivestiti con piastre e angolari in acciaio inox. Per consentire l'accesso al fondo della camera di dissipazione è stata collocata una scaletta a pioli in acciaio inox.

2.4.3. Cameretta con scale di accesso

Come precedentemente descritto, il manufatto sarà dotato di scale di servizio per l'accesso dalla superficie alla camera di dissipazione. L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata, posta al di sotto di via Ginestrato, di dimensioni interne 4,70 m x 5,00 m x 2,0 m.

La scavo di tale camera sarà realizzato dal piano stradale, previo consolidamento delle pareti dello scavo. La camera sarà dotata di cancello in acciaio zincato a caldo dal piazzale a quota 56,60 m s.m.m.. Tale scelta è stata dettata dalla necessità di permettere il transito di aria dalla camera dissipazione e all'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale.

Al fine di accedere alla camera sarà inoltre posizionata una passerella in grigliato antisdrucciolo che permetterà di collegare la camera alla copertura del manufatto.

All'interno della camera sarà posizionato il quadro elettrico. La cameretta sarà infine dotata di una botola di dimensione netta 3x3 con chiusini modulari in ghisa

posta al di sopra della scala, che permetterà le eventuali operazioni di manutenzione straordinaria. Il manufatto sarà dotato di scale di accesso al pozzo che partono dalla cameretta di accesso e terminano sulla soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione delle acque.
Nel caso del torrente Fereggiano le scale partono da quota 56,78 m s.m.m. ed arrivano alla soletta della camera di dissipazione posta a quota 23,70 m s.m.m..

2.4.4. Sistemazione dell'alveo e deviazione della fognatura

A monte dell'opera in oggetto è stata prevista una risagomatura e il rivestimento del fondo dell'alveo mediante un selciatone in pietrame dello spessore di 20 cm, per un tratto di circa 100 m, lungo tutto il tratto di alveo coperto. Ciò al fine di regolarizzarne il fondo e controllare le caratteristiche idrauliche della corrente in arrivo. Tale tratto di alveo avrà pendenza pari a 0,02. Inoltre è previsto il rivestimento dei muri della copertura, per una altezza pari a 2 m, e della ciabatta del muro mediante posa di rete elettrosaldata e spritz - beton fibrorinforzato con aggregati di tipo basaltico. Tale operazione sarà preceduta da idropulizia della superficie volta alla rimozione di eventuali muschi e licheni presenti, trattamento delle armature ammalorate ed eventuale ripristino delle porzioni ammalorate delle pareti e della ciabatta del muro.
A valle dell'opera di presa, per un ulteriore tratto di alveo di lunghezza pari a 40 m circa è prevista la risagomatura ed il rivestimento del fondo con selciatone in pietrame in analogia al tratto di monte, prevedendo una sezione con un alveo di magra, di larghezza variabile da 1,90 m a 4 m e altezza pari a 0,70 m.
E' previsto infine il ricollocamento della tubazione di raccolta delle acque nere di diametro interno 300 m in gres, portandola in adiacenza alla ciabatta sinistra del muro che sorregge la copertura esistente, (dal picch. 1 al picch. 9). Dal picch. 9 la tubazione si porta in centro dell'alveo e dal picch. 14 al di sotto del canale in c.a.; dal picchetto 15 sarà di nuovo posizionata al di sotto del selciatone portandosi in sponda sinistra. Le acque convogliate da tale tubazione saranno infine recapitate nella tubazione esistente, al pozzetto ubicato al picchetto 23.
Nel pozzetto al picchetto 17 verrà recapitata anche una fognatura nera che attualmente si immette nella tubazione deviata nel punto in cui l'alveo diventa a cielo aperto. Al fine di effettuare le lavorazioni in asciutta per tutto il tratto in progetto è stato collocata al di sotto dell'alveo una tubazione ϕ 1000 mm in acciaio, in grado di smaltire la portata di magra del torrente, che verrà intasata con calcestruzzo alla fine dei lavori.

2.5. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice sul Rio Rovare

2.5.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice

In accordo con quanto previsto nel progetto preliminare l'opera di presa è stata posizionata in prossimità di Via Donghi, in corrispondenza della curva e del piazzale ove inizia Via Berghini. L'area attualmente destinata in parte a parcheggio ed in parte utilizzata per capolinea di autobus ha infatti una estensione tale da consentire la realizzazione del pozzo di presa permettendo il mantenimento della viabilità locale e degli accessi carrai.

Come già anticipato, l'opera di presa in progetto è stata pensata in modo che la quasi totalità della portata di progetto defluisca nel canale di alimentazione del pozzo. L'opera di derivazione è stata verificata sia per la portata di progetto (Q_p=26 m^3/s), che per portate minori.

L'approfondimento della topografia dei luoghi e un rilievo planoaltimetrico più dettagliato del tratto tombato dell'alveo in oggetto hanno consentito la precisa ubicazione del manufatto. In particolare la pendenza del tratto tombato al di sotto di Via Berno (pari a 0,30) ha reso necessaria la realizzazione di un manufatto che permettesse di dissipare l'energia della corrente veloce in arrivo, prima di collegarsi nel canale di accesso al vortice in corrente lenta.

Poiché il Rovare nella zona in cui dovrà essere intercettato (lungo la via Berno) corre al di sotto di edifici e parcheggi, si è ritenuto di sostituire un tratto del corso d'acqua in oggetto con uno scatolare, posizionato al di sotto della strada, che in primo momento ha assunto dimensioni analoghe all'esistente (sez. rettangolare 2 x 2 m, i = 0,175 e 0,092). La geometria di questo canale è stata poi modificata a seguito dei risultati della modellazione fisica. Il canale per i primi 9 m avrà sezione quadrata di dimensioni 2,00x2,00 m e, dopo aver realizzato un salto di 1,00 m, adotterà una sezione rettangolare 2,00x3,00 m per un tratto di lunghezza pari a 13 m e pendenza pari a 0,092; il fondo del canale compierà quindi due salti di 1,95 m con sviluppo orizzontale pari a 5 m ciascuno, e pendenza pari a 0,005.

Il tratto di corso d'acqua esistente che verrà abbandonato, in parte verrà demolito ed in parte intasato con calcestruzzo.

Per quanto riguarda il funzionamento idraulico del manufatto in esame, la portata ordinaria, assunta pari a circa 0,30 m^3/s, defluirà attraverso una luce praticata sul fondo. Per valori di portata inferiori alla Q_i (=0,07 m^3/s) tutta la corrente cadrà liberamente nel canale sottostante, attraverso la luce di fondo, e quindi in una tubazione di diametro pari a 500 mm che troverà recapito immediatamente a valle nel

Rovare tombato. Per portate maggiori in arrivo, solo un'aliquota di queste verrà intercettata dalla luce mentre la maggior parte oltrepasserà la luce, procedendo verso il pozzo di salto.

I manufatti di questo tipo sfruttano il principio che per portate maggiori di Q_i la velocità è più elevata di quella di magra, e quindi le traiettorie inferiori dei filetti fluidi sono più tese e tendono perciò a saltare l'orifizio. Le dimensioni stimate della luce sono state verificate mediante la realizzazione del modello fisico. Dai risultati del modello è emerso che la luce deve avere una dimensione 2,00x0,30 m.

Lo scaricatore, seppure fisso e privo di organi mobili durante l'esercizio, è provvisto di una piastra in acciaio inox rimovibile (dimensioni 2,00 x 0,60 m) che permetterà le operazioni di manutenzione ed eventualmente di variare le dimensioni della luce di fondo nel caso in cui si volessero modificare la regolazione della derivazione.

Per valori maggiori di Q_i l'eccesso di portata proseguirà oltre la luce di fondo e, cadendo in un pozzo di raggio interno pari a 6 m, supererà un dislivello di circa 5 m. Essendo il fondo del suddetto pozzo a una quota pari a -4 m, rispetto il fondo del canale in uscita si creerà un cuscino di acqua in grado di dissipare buona parte dell'energia della corrente proveniente da monte. È previsto, inoltre, il rivestimento in acciaio della parete del pozzo sulla quale batterà la corrente veloce in arrivo da monte, al fine di evitare l'ammaloramento della stessa.

Dal suddetto pozzo partiranno rispettivamente il nuovo canale, di dimensioni 2x2 m che troverà recapito nel Rovare esistente e il canale di imbocco al vortice.

All'ingresso di entrambi i canali è stato previsto il posizionamento di un dispositivo di intercettazione : in fase di manutenzione dell'opera in progetto, verrà chiuso l'accesso al vortice, mediante il posizionamento di n. 6 panconi di altezza pari a 1,10 m ciascuno, e la corrente sarà convogliata nel corso d'acqua tombato. Viceversa attraverso la chiusura della paratoia sul Rovare e dell'ulteriore paratoia prevista sulla tubazione ϕ 500, che convoglia le acque nere nel Rovare, sarà possibile convogliare tutta la corrente in galleria.

In condizioni di funzionamento ordinario invece, la portata sarà convogliata nel canale di imbocco al vortice e sarà impedito l'accesso al Rovare delle acque eccedenti Q_i/Q_v. Il canale di accesso al vortice è costituito da una struttura in c.a. lungo 30 m, di dimensioni pari a 2,70 x 5,30 m e pendenza 0,001, in grado di convogliare la portata duecentennale garantendo un franco minimo di 1 m. In corrispondenza della portata di dimensionamento, all'interno di tale canale si instaureranno le condizioni ottimali per il funzionamento dell'opera di presa.

Il pozzo, di diametro pari a 2,90 m, è ubicato in sinistra idraulica rispetto al canale a debole pendenza, e scarica in una camera di fondo a valle della quale parte la galleria di collegamento allo scolmatore principale. Il pozzo permetterà alla corrente derivata di superare un dislivello di 38 m circa. L'imbocco al pozzo sarà rivestito con una piastra in acciaio inox, mentre le sue pareti saranno realizzate in c.a. autocompattante.

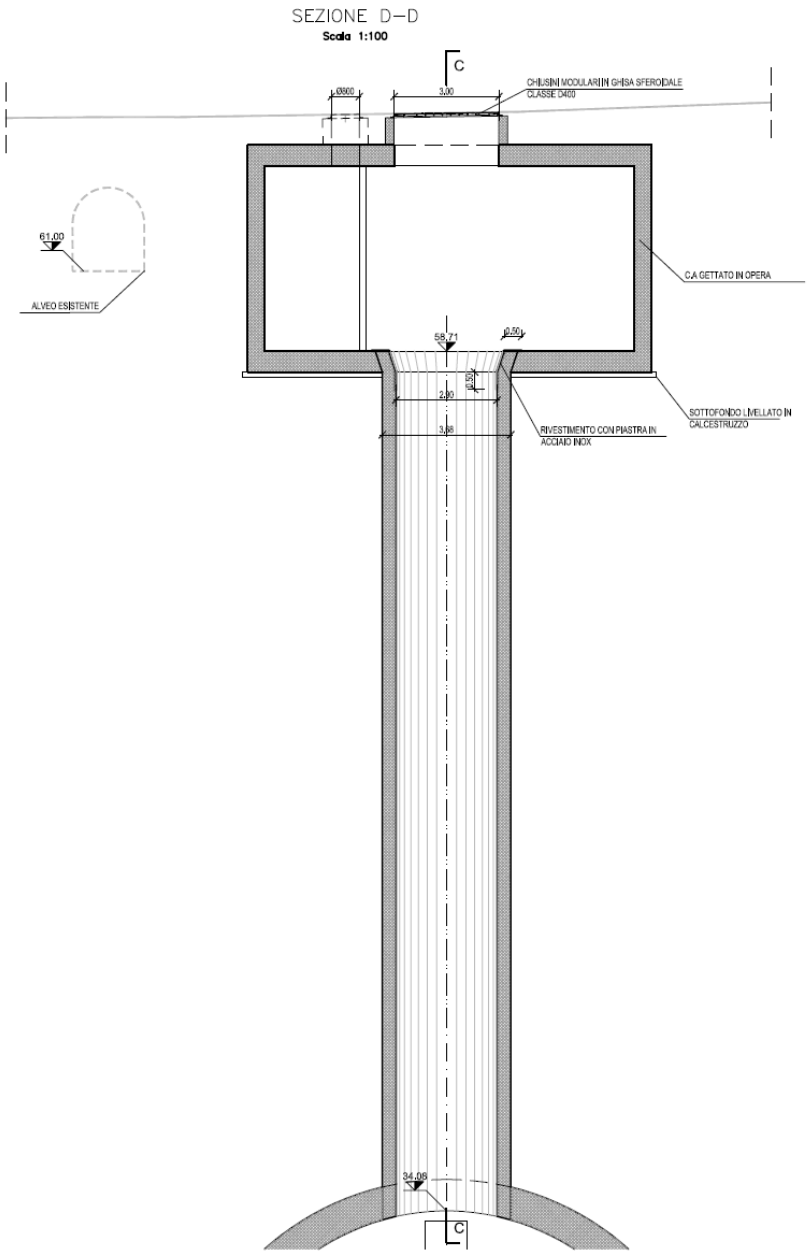


FIG. 2.5 - GEOMETRIA DEL POZZO DI PRESA ROVARE

L'accesso all'opera è garantito da una serie pozzetti, sormontati da chiusini in ghisa sferoidale, forniti di scalette a pioli retraibili. Sia sul pozzo di dissipazione che sul pozzo a vortice che sulle paratoie saranno posizionati dei chiusini modulari in ghisa che consentiranno di calare materiale o mezzi e di accedere alle paratoie, al fine di poterle manovrare.

2.5.2. Camera di dissipazione

La camera di fondo ha la funzione di dissipare l'energia della corrente incidente.
Tale camera ha assunto in fase preliminare forma cilindrica di diametro pari a 10 m e una lunghezza di 15 m con il fondo a – 4 m rispetto la quota di partenza della galleria di collegamento. In tal modo si garantisce la formazione di un cuscino d'acqua, di una profondità almeno pari a 0,10 volte la profondità di caduta della corrente, necessario per dissipare l'energia della corrente sul fondo della camera stessa ed evitare fenomeni di erosione.
Per esigenze idrauliche emerse dopo la realizzazione delle prove sul modello fisico, e per ragioni realizzative si è variata la geometria della camera di dissipazione rispetto a quella definita nella prima fase del progetto definitivo; la sezione della camera è divenuta policentrica, con un diametro maggiore e pari a 13,40 m; la lunghezza effettiva della camera è rimasta invariata.
In particolare al fine di permettere l'accesso alla camera da parte degli addetti alla manutenzione si è deciso di ricavare sul cielo della camera un camminamento. Il pavimento del camminamento è stato rivestito con resina antiscivolo. Sul pavimento di tale passerella è stato posizionato un grigliato in acciaio antisdrucciolo di dimensioni 2x1 m che permette il passaggio dell'aria trascinata dalla corrente in caduta nel pozzo.
Mediante un sistema di scale è così possibile raggiungere il piano posto alla quota di imbocco della galleria di collegamento. Tale piano, di lunghezza pari a 5 m sarà ottenuto mediante riempimento con calcestruzzo di secondo getto. Le parti più sollecitate dalla corrente, quali l'imbocco della galleria e ed il gradino che permette la formazione del cuscino d'acqua, saranno rivestiti con piastre e angolari in acciaio inox. Per consentire l'accesso al fondo della camera di dissipazione è stata collocata una scaletta a pioli in acciaio inox.
Infine, per garantire l'aerazione dell'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale, è stato posizionata una tubazione ϕ1200 in acciaio.

2.5.3. Cameretta con scale di accesso

L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata, posta al di sotto del piazzale degli autobus, di dimensioni interne 4,70 m x 5,00 m x 2,40 m. La scavo di tale camera sarà realizzato dal piano stradale, previo consolidamento delle pareti dello scavo. La cameretta sarà dotata di chiusino circolare in ghisa e scaletta alla marinara.

Sul cielo della cameretta è stato realizzato un camino di dimensioni planimetriche interne 3,90x0,45 m e altezza pari a circa 3 m; in sommità a tale struttura è prevista una griglia che permetterà il transito di aria dalla camera dissipazione e all'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale. All'interno della camera sarà posizionato il quadro elettrico.

La cameretta sarà infine dotata di una botola di dimensione netta 3,00x3,00 m con chiusini modulari posta al di sopra della scala, che permetterà le eventuali operazioni di manutenzione della scala. All'interno della cameretta sarà possibile alloggiare i panconi per la manutenzione del pozzo a vortice. Il manufatto sarà dotato di scale di accesso al pozzo che partono dalla cameretta di accesso e terminano sulla soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione delle acque.

Nel caso del rio Rovare le scale partono da quota 62,90 m s.m.m. ed arrivano alla soletta della camera di dissipazione posta a quota 27,98 m s.m.m..

2.6. Il manufatto di presa sul Rio Noce

2.6.1. Il manufatto di presa

Colloqui con i tecnici del Comune di Genova hanno confermato che il punto migliore per la derivazione delle portate del Rio Noce rimane quello in corrispondenza del pozzo Carena. Tale soluzione si sposa con il progetto del by pass che termina appunto nel pozzo.

L'opera di derivazione è stata verificata sia per la portata di progetto (Q_p= 23 m^3/s) che per portate minori. La tipologia del manufatto di derivazione è analoga a quelle precedentemente descritte.

L'opera di presa in progetto, come già illustrato, era stata pensata in modo che la quasi totalità della portata di progetto defluisse nel canale di alimentazione del pozzo a vortice. Nella fase preliminare di progettazione era stato previsto infatti che la portata ordinaria, assunta pari a circa 0,30 m^3/s, sarebbe defluita a valle dell'opera di presa attraverso una luce di fondo opportunamente dimensionata

mediante una sagomatura del fondo dello scatolare in progetto. Quando la portata Qi (=0,10 m/s) fosse superata, l'eccesso di portata sarebbe stato convogliato nel canale di alimentazione del pozzo a vortice. La portata transitata attraverso la luce di fondo veniva quindi convogliata in una tubazione di diametro pari a Ø500 mm, fino a ricondursi, a valle del manufatto di presa, nel canale esistente e opportunamente ricollocato all'interno del pozzo Carena.

Durante successivi incontri, il Comune di Genova ha chiesto invece che l'opera di captazione in progetto non sia dotata della luce di fondo per la derivazione della portata ordinaria in quanto tale portata sarà recapitata nell'alveo esistente a monte dell'opera in oggetto. Inoltre è stato deciso che il tratto di canale di imbocco al vortice, fino all'ingresso del pozzo Carena sarà realizzato insieme con le opere di by pass previste nel progetto sopra citato, e quindi rientrerà in tale appalto.

Lo scatolare in progetto, realizzato sulla traccia del microtunnel previsto in altra progettazione, ha dimensioni pari a 2,20 x 4,63 m. La sezione di tale scatolare permette il convogliamento della portata massima di progetto garantendo un franco idraulico di 1 m. Il primo tratto di tale scatolare, che si estende per 15 m, sarà a forte pendenza (pendenza pari a 0,015), mentre il secondo tratto, di lunghezza pari a 20 m, e che costituisce il canale di imbocco al vortice, avrà una debole pendenza pari a 0,0027.

Il manufatto ubicato all'interno del pozzo Carena sarà coperto mediante una soletta in c.a., il cui intradosso è posto alla quota 35,40 m s.m.m.. Tale copertura è dotata di un chiusino per permettere l'accesso nel canale di persone.

Al fine di evitare cadute dall'alto la copertura sarà dotata di parapetto metallico.

Il pozzo a vortice, di diametro interno pari a 3,40 m, è ubicato in sinistra idraulica e scarica in una camera di fondo a valle della quale parte la galleria di collegamento con la galleria principale. Il pozzo permetterà alla corrente derivata di superare un dislivello di 15 m circa. L'imbocco al pozzo sarà rivestito con una piastra in acciaio inox, mentre le pareti del pozzo saranno realizzate in c.a. autocompattante. Il pozzo a vortice e il pozzo di acceso verranno realizzati, previo consolidamento con micropali, scavando a sezione piena e posando delle centine metalliche. In seguito le centine verranno ricoperte con una rete elettrosaldata e con spritz beton, a cui seguirà il getto del rivestimento definitivo.

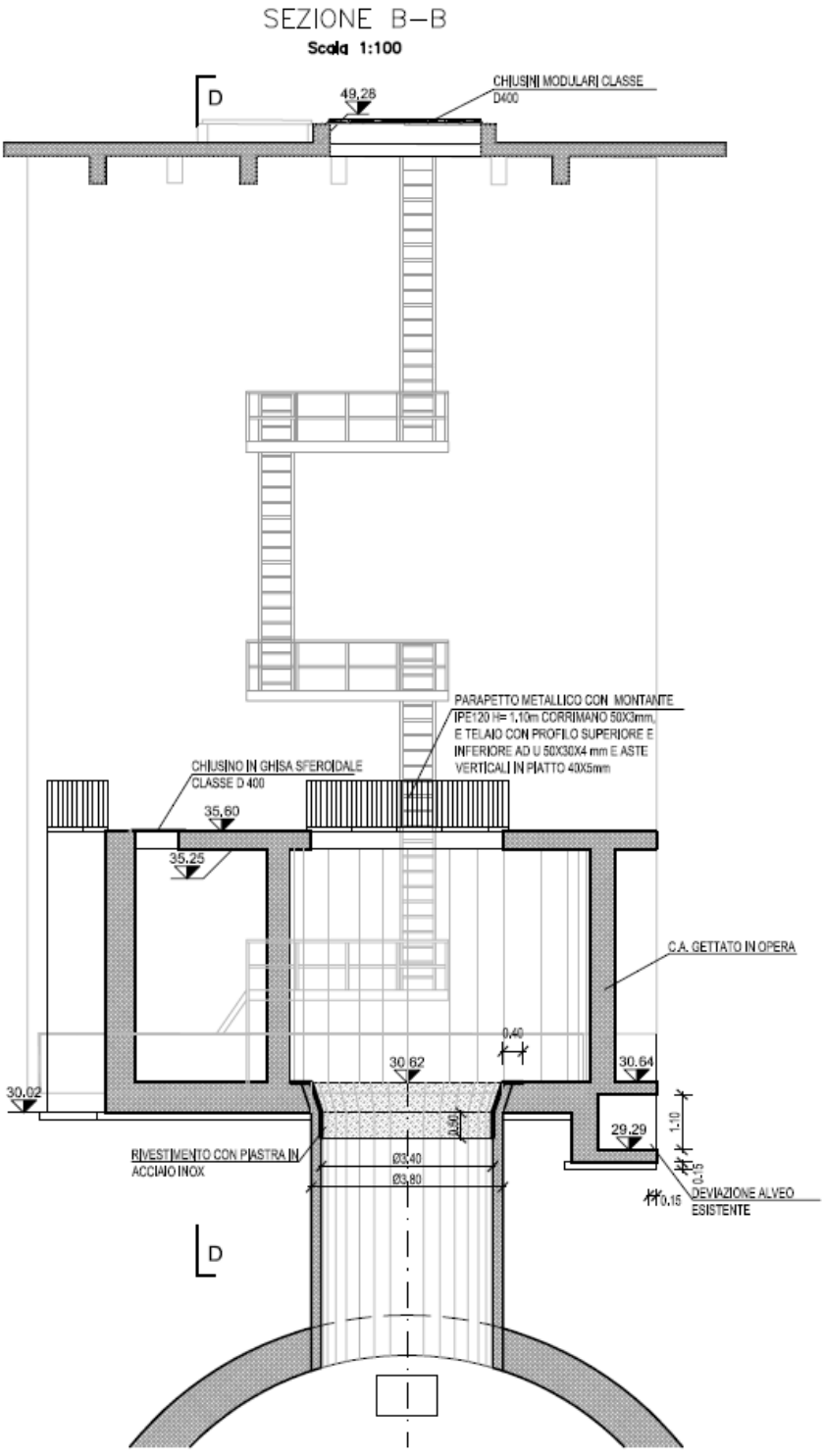


FIG. 2.6 - GEOMETRIA DEL POZZO DI PRESA NOCE

2.6.2. Camera di dissipazione

La geometria della camera di sbocco delle acque provenienti dal pozzo è stata pensata in modo tale che si formi al suo interno un cuscino d'acqua che permetta la dissipazione dell'energia della corrente in caduta dal pozzo, prima che questa entri nella galleria di collegamento allo scolmatore in progetto. Tale camera è stata progettata di lunghezza almeno pari a 4 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985) e di forma pseudo-circolare, al fine di una sua più facile realizzazione; il diametro di tale camera è stato dimensionato in modo tale che la distanza tra il cielo della camera e il fondo della galleria di collegamento all'imbocco risultasse almeno pari a circa 2 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985). Si è quindi previsto di realizzare un gradino che permettesse di creare un cuscino d'acqua di una profondità almeno pari a 0,10 volte la profondità di caduta della corrente (2,50 m).
La camera di fondo ha assunto quindi inizialmente una forma circolare di diametro pari 8,50 m e di lunghezza pari a 15 m. Tale sezione adottata per la camera di sbocco delle acque è stata verificata con l'impiego del modello fisico. Per esigenze idrauliche emerse dopo la realizzazione delle prove sul modello fisico, e per ragioni realizzative si è variata la geometria della camera di dissipazione rispetto a quella definita nella prima fase del progetto definitivo; la sezione della camera è divenuta policentrica, con un diametro maggiore e pari a 12,00 m; la lunghezza effettiva della camera è rimasta invariata.
Infatti al fine di permettere l'accesso alla camera da parte degli addetti alla manutenzione si è deciso di ricavare sul cielo della camera un camminamento; per tale ragione il diametro della camera è divenuto 12,00 m, garantendo così un franco idraulico almeno pari a 2 metri rispetto il camminamento. Il pavimento del camminamento è stato rivestito con resina antiscivolo. Sul pavimento di tale passerella è stato posizionato un grigliato in acciaio antisdrucciolo di dimensioni 2,00x1,00 m che permette il passaggio dell'aria trascinata dalla corrente in caduta nel pozzo.
Mediante un sistema di scale è così possibile raggiungere il piano posto alla quota di imbocco della galleria di collegamento.
Tale piano, di lunghezza pari a 5,00 m sarà ottenuto mediante riempimento con calcestruzzo di secondo getto. Le parti più sollecitate dalla corrente, quali l'imbocco della galleria e ed il gradino che permette la formazione del cuscino d'acqua, saranno rivestiti con piastre e angolari in acciaio inox. Per consentire l'accesso al fondo della camera di dissipazione è stata collocata una scaletta a pioli in acciaio inox.

2.6.3. Cameretta con scale di accesso

L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata, posta in parte sul marciapiede di corso Europa, di dimensioni interne 4,70 m x 5,00 m x 2,00 m. La scavo di tale camera sarà realizzato dal piano stradale, previo consolidamento delle pareti dello scavo. La cameretta sarà dotata di chiusino circolare in ghisa e scaletta alla marinara.
Sul cielo della cameretta è stato realizzato un camino di dimensioni planimetriche interne 1,50x0,40 m e altezza pari a 2,00 m. In sommità a tale struttura è prevista una griglia che permetterà il transito di aria dalla camera dissipazione e all'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale. All'interno della camera sarà posizionato il quadro elettrico. La cameretta sarà infine dotata di una botola di dimensioni netta 3,00x3,00 m, con chiusini modulari posta al di sopra della scala, che permetterà le eventuali operazioni di manutenzione della scala. Il manufatto sarà dotato di scale di accesso al pozzo che partono dalla cameretta di accesso e terminano sulla soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione delle acque.
Nel caso del rio Noce le scale partono da quota 46,58 m s.m.m. ed arrivano alla soletta della camera di dissipazione posta a quota 23,00 m s.m.m.

2.7. Opera di sbocco a mare

L'ubicazione del manufatto di sbocco a mare è stata mantenuta in corrispondenza dell'attuale sbocco a mare del deviatore del torrente Fereggiano (nei pressi dello stabilimento balneare Benvenuto), secondo quanto già previsto in fase di progettazione preliminare dell'intervento e nel PD2007.
La sua costruzione è limitata al tratto più esterno verso mare, fino a m 20 circa dal filo esterno di Corso Italia. Nessuna opera di nuovo attraversamento è prevista sotto Corso Italia.
L'opera di sbocco a mare è costituita dalle seguenti componenti:

- *Costruzione del tratto terminale della galleria principale Bisagno,* come previsto nel PD2007 per circa 100 m, a partire da una sezione posta a circa 20 m verso mare, oltre Corso Italia fino allo sbocco a mare collocato in prossimità dell'attuale isobata – 7,00 m s.m.m. Il prolungamento viene effettuato mantenendo la sezione policentrica con diametro interno 9,50 m prevista per la galleria Bisagno e la pendenza longitudinale pari al 4‰. La quota di scorrimento

della galleria in corrispondenza della sezione terminale di sbocco risulta pari a – 6,30 m. s.m.m.

La galleria risulterà quindi sommersa per circa 2/3 della sua sezione al di sotto del livello medio del mare, risultando di conseguenza in buona parte invisibile sia da terra sia da mare.

Per ottimizzare l'inserimento visivo dell'opera è previsto il taglio in sagoma della sezione terminale dell'opera inserendola nella nuova scogliera di terra di progetto (caratterizzata da una pendenza 2:1).

- *Opere finalizzate alla chiusura ed all'accesso:* Per lo svolgimento delle operazioni di manutenzione straordinaria nel tratto terminale della galleria Bisagno (al di sotto del livello medio mare) è stato studiato un sistema di panconatura che consentirà la chiusura stagna della sezione terminale di sbocco e la successiva messa in asciutto dello Scolmatore.

  Il sistema di chiusura è costituito da panconi con scorrimento su due guide (gargami) inclinate in acciaio inox alloggiate nelle due "nervature" in c.a. ricavate nel portale in c.a. di sbocco del manufatto, in adiacenza alla sezione terminale della galleria. Lo scorrimento dei panconi avverrà su pattini in polizene (polietilene ad altissima densità), con sistema di posa/recupero mediante trave pescatrice. Tutte le parti immerse del sistema saranno realizzate in acciaio inox, mentre i panconi verranno trattati con zincatura a caldo.
- *avanzamento della linea di costa* e realizzazione di una *nuova scogliera di protezione a terra* con quota di sommità posta a + 5,00 m, costituita da:
  - una mantellata di massi naturali aventi W_{50} = 10,5 t (9,00 ÷ 12,00 t – massima dimensione reperibile per elementi naturali) e con spessore 4,80 m (3 strati);
  - strato filtro costituito da massi 1,00 – 3,00 t dello spessore di 2,00 m;
  - opera di protezione al piede della scogliera realizzata con massi delle stesse caratteristiche di quelli costituenti la mantellata. La sommergenza della berma è pari a – 4,00 m s.m.m.; il suo spessore è stato fissato in 3,20 m (2 strati). Tale opera poggia, se necessario mediante inserimento di uno strato intermedio di massi naturali 1,00 – 3,00 t, sul substrato roccioso sottostante.

  Nelle immediate adiacenze del manufatto di sbocco la scogliera sarà imbasata su un'apposita "tasca" ricavata nella roccia sottostante.

- *ricostruzione dello scalo di alaggio* esistente per garantire la possibilità di accesso al mare alle imbarcazioni. Il nuovo scalo di alaggio viene inserito nella nuova protezione di costa mediante realizzazione di due muri d'ala in c. a..
  Lo scalo è collocato più a ponente rispetto a quello attualmente esistente al fine di consentire la possibilità di discesa a mare anche nel periodo dei lavori di scavo della galleria di adduzione principale e presenta una larghezza di 6 m (in luogo dei 3,70 m ca. attuali) per migliorare l'accesso al mare da parte delle imbarcazioni e dei bagnanti. La pendenza è pari al 10% parte emersa e 25% per l'avanscalo.
  La nuova collocazione della corsia di alaggio rende necessario lo spostamento del tratto finale del rio Marinetta (sezione scatolare 1,50 m x 1,50 m), che verrà leggermente deviato verso est rispetto alla sua attuale posizione.
- *ripristini e sistemazioni esterne* per consentire l'ottimale inserimento dell'opera nel contesto territoriale, garantendo il mantenimento dello stato dei luoghi e la fruibilità in tempo ordinario dell'area a scopo ricreativo e balneare. Tutta la zona di costa attraversata dalla galleria risulterà infatti completamente fruibile con un sovralzo massimo localizzato di circa 1,00 – 1,50 m rispetto alle attuali quote del terreno: peraltro buona parte della striscia che sarà occupata dallo scaricatore è attualmente caratterizzata dalla presenza di attrezzature balneari su due livelli (cabine) realizzate con strutture di grande impatto predisposte nell'ambito dei lavori di scavo del deviatore del torrente Fereggiano.

L'esecuzione dell'opera di scarico come sopra descritto consentirà il mantenimento delle attuali destinazioni d'uso delle aree, permettendo una migliore riorganizzazione delle strutture balneari (per esempio ricollocando le cabine sostanzialmente nella posizione attuale lungo la striscia di terreno occupata dallo scolmatore).

Nel tratto terminale dell'opera (ultimi 35 m prima della sezione di sbocco) viene altresì prevista l'esecuzione di un getto di rinfianco, realizzato secondo le prescrizioni sopra riportate, tra la sezione policentrica della galleria ed i diaframmi da realizzarsi in fase costruttiva, a maggior garanzia di stabilità per la parte dell'opera direttamente esposta verso mare. A tal fine, in questo tratto, si procederà inoltre alla realizzazione di ancoraggi in grado di solidarizzare la struttura alla diaframmatura perimetrale ancorata in roccia.

Per lo svolgimento delle operazioni di manutenzione straordinaria nel tratto terminale della galleria (al di sotto del livello medio mare) è stato studiato un sistema

di panconatura che consentirà la chiusura stagna della sezione terminale di sbocco e successiva messa in asciutta dello Scolmatore.

Il sistema di chiusura sarà costituito da panconi con scorrimento su due guide (gargami) inclinate in acciaio inox alloggiate nelle due "nervature" in c.a. ricavate nel portale di sbocco del manufatto, in adiacenza alla sezione terminale della galleria. Lo scorrimento dei panconi avverrà su pattini in polizene (polietilene ad altissima densità), con sistema di posa/recupero mediante trave pescatrice. Tutte le parti immerse del sistema saranno realizzate in acciaio inox, mentre i panconi verranno trattati con zincatura a caldo.

La tecnica costruttiva per l'esecuzione del manufatto prevede la realizzazione di una chiusura perimetrale dell'area di lavoro mediante diaframmi intestati in roccia.

L'esecuzione di tale chiusura nella parte terminale dell'opera, esposta verso mare, necessita della preliminare esecuzione di pali a mare ammorsati in roccia e aventi diametro 1.6 m a delimitazione dell'area (per gli ultimi 40 m verso ponente prima della sezione terminale e gli ultimi 70 m lato levante, oltre che per la chiusura "di testa") all'interno della quale verranno successivamente eseguiti i diaframmi e gettato il manufatto. La quota finale dei pali sarà di +3,00 m s.m.m.. A maggior protezione di tale sistema a fronte di condizioni meteomarine avverse e per migliorare la stabilità della paratia di pali, verrà realizzata una protezione temporanea al piede, in corrispondenza della chiusura "di testa", mediante impiego di massi naturali.

A seguito della realizzazione dei pali, si procederà con riempimento dell'area interna ad essi (attualmente occupata dal mare) onde consentire la realizzazione della diaframmatura. Nella zona a tergo dei pali, i diaframmi in c.a. presenteranno spessore s = 1,00 m e verranno collegati con un cordolo di sommità 1,00 x 1,00 m. La diaframmatura nella zona più arretrata (ossia più verso Corso Italia) sarà invece realizzata con spessore s = 0,80 m e cordolo di collegamento 0,80 x 1,00 m. In entrambi i casi verrà impiegato un sistema ad idrofresa per garantire l'ottimale ancoraggio al substrato roccioso, indispensabile per assicurare una buona impermeabilizzazione del sistema di chiusura studiato.

Per contrastare le sollecitazioni esercitate sulla paratia dal terrapieno esterno e dalla scogliera in progetto, nonché quelle connesse all'azione del moto ondoso, verranno impiegati puntoni di contrasto disposti su 3 file, posti ad interasse di 5 m, e realizzati con tubi Ø 700x10 Fe510. Tali puntoni saranno collegati mediante traversi realizzati con profilati HEB 340 Fe430. Il sistema di tirantatura sarà realizza-

to con tiranti (ammorsati anch'essi in roccia) a 3 trefoli disposti su 3 file nella parte terminale della paratia, e a 4 trefoli disposti su 2 file nella zona più arretrata. I traversi di collegamento dei tiranti saranno costituiti da profilati HEB180 Fe430.
A maggiore protezione della chiusura in occasione di condizioni di mare avverso verrà realizzata una "veletta" in c.a. sul cordolo di sommità dei diaframmi "lato mare", fino alla quota di +4,50 m s.m.m..
L'impermeabilizzazione del fondo dello scavo sarà inoltre assicurata mediante perforazioni e successive iniezioni in roccia di miscele cementizie.
La realizzazione di tale chiusura impermeabile consentirà le operazioni di getto "in asciutta" del manufatto secondo quanto sopra illustrato.
Al termine delle fasi esecutive si procederà alla demolizione dei diaframmi e dei pali posti dinanzi alla sezione di sbocco: in particolare si prevede la demolizione controllata, in subacqueo, della diaframmatura con impiego di filo diamantato o sistema equivalente. La demolizione dei pali verrà invece effettuata in parte da terra ed in parte da mare, con l'assistenza di subacquei durante l'esecuzione del lavoro.

2.8. Nuova scogliera di protezione

La nuova scogliera di protezione di terra presenta una quota di sommità di +5,00 m s.m.m. e risulta costituita da:

- una mantellata di massi naturali aventi peso medio W50 = 10,5 t (9,0 ÷ 12,0 t – massima dimensione reperibile per elementi naturali) e con spessore 4,80 m (3 strati);
- uno strato filtro costituito da massi 1,00 – 3,00 t dello spessore di 2,00 m;
- un' opera di protezione al piede della scogliera realizzata con massi delle stesse caratteristiche di quelli costituenti la mantellata. La sommergenza della berma è pari a – 4,00 m s.m.m.; il suo spessore è stato fissato in 3,20 m (2 strati). Tale opera poggia, se necessario mediante inserimento di uno strato intermedio di massi naturali 1,00 – 3,00 t, sul substrato roccioso sottostante.

Nelle immediate adiacenze del manufatto di sbocco la scogliera sarà imbasata su un'apposita "tasca" ricavata nella roccia sottostante.

2.9. Nuovo scalo di alaggio

Il nuovo scalo di alaggio viene inserito nella nuova protezione di costa mediante realizzazione di due muri d'ala in c.a..
Lo scalo è collocato più a ponente rispetto a quello attualmente esistente al fine di consentire la possibilità di discesa a mare anche nel periodo dei lavori di scavo della galleria di adduzione principale e presenta una larghezza di 6 m (in luogo dei 3.70 m ca. attuali) per migliorare l'accesso al mare da parte delle imbarcazioni e dei bagnanti. La pendenza è pari al 10% parte emersa e 25% per l'avanscalo.
La tecnica costruttiva prevede la spinta da terra della struttura dell'avanscalo mediante martinetti oleodinamici. Tale operazione sarà preceduta da alcune lavorazioni propedeutiche, quali la messa in opera della protezione al piede (berma) dinanzi alla struttura di alaggio e l'esecuzione di un getto subacqueo di regolarizzazione che costituirà il piano di scorrimento dell'avanscalo.
Durante le fasi di getto della struttura, la protezione del cantiere da eventuali condizioni di agitazione ondosa sarà assicurata da palancole poste a chiusura del varco lasciato nella linea di difesa.
Al temine della fase di spinta dell'avanscalo si procederà quindi, previa demolizione della platea di varo e del muro reggispinta, al completamento dello scalo con realizzazione della parte emersa della struttura.
La nuova collocazione della corsia di alaggio rende necessario lo spostamento del tratto finale del rio Marinetta (sezione scatolare 1,50 m x 1,50 m), che verrà leggermente deviato verso est rispetto alla sua attuale posizione. Viene quindi previsto lo smontaggio e la ricollocazione degli elementi scatolari 1,50 x 1,50 m del tratto terminale del rio, recentemente oggetto di intervento da parte del Comune di Genova.

2.10. Ripristini e sistemazioni esterne

Al termine dei lavori tutta la zona di costa attraversata dalla galleria risulterà completamente fruibile a scopi balneari e ricreativi, con sovralzi massimi rispetto all'attuale sistemazione della spiaggia quantificabili in 1,00 – 1,50 m.
La sistemazione finale verrà realizzata con impiego di materiale avente caratteristiche granulometriche idonee ai fini della fruibilità balneare della spiaggia.
In corrispondenza porzione di spiaggia posta al di sopra della galleria (attualmente occupata da cabine realizzate con strutture di grande impatto predisposte nell'ambito dei lavori di scavo del deviatore del torrente Fereggiano) verrà invece

realizzata una sistemazione mediante gradonatura in c.a., in modo da garantire la stabilità nel tempo dell'intervento.

3. METODOLOGIE DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE

3.1. Individuazione e caratteristiche delle aree di cantiere

Il progetto dello scolmatore di piena dei rii Fereggiano, Rovare e Noce è piuttosto articolato e prevede la realizzazione delle seguenti opere principali:

- prolungamento della galleria esistente del deviatore Fereggiano dalla progressiva 909 alla progressiva 3.717, posta al piede del pozzo di presa delle portate scolmate dal rio Fereggiano, con creazione di 4 sfiati/aerofori lungo l'asse della galleria principale;
- opera di presa sul rio Fereggiano;
- opera di presa sul rio Rovare;
- opera di presa sul ro Noce;
- opera di sbocco a mare, come prevista nel PD 2007, ma limitata sia in lunghezza al solo tratto a valle di Corso Italia che in larghezza, limitando la scogliera a mare fino allo scivolo di alaggio e non oltre a ponente.
- raccordo tra lo sbocco del tratto esistente della galleria Fereggiano e l'opera di sbocco di progetto.

Osservando il tracciato della galleria e la posizione delle diverse opere risulta evidente come possa essere solo una l'area ove gravita la quasi totalità dei lavori: lo sbocco della galleria Fereggiano.

Il cantiere, ubicato sulla spiaggia ed all'incirca nella medesima posizione in cui si trovava il cantiere della vecchia galleria del Fereggiano, è finalizzato all'esecuzione delle opere interne alla galleria Fereggiano nel tratto di raccordo all'opera di sbocco, alla riattivazione e completamento della galleria Fereggiano.

Nella scelta dell'area di cantiere si è tenuto in particolare conto:

- della tipologia ed ubicazione dell'infrastruttura, con conseguente difficoltà di reperire aree di cantiere facilmente accessibili dalla viabilità esistente e poste in prossimità dei lavori;
- dell'organizzazione delle fasi costruttive, dallo stato attuale fino alla sistemazione a lavori ultimati.

Per quanto attiene le opere di presa sui rii minori (Fereggiano, Rovare e Noce) va evidenziato come esse siano molto distanti fra loro, difficilmente collegabili con i cantieri principali ed ubicate in aree fortemente antropizzate e poco accessibili ai mezzi d'opera. Si è previsto quindi che tali opere verranno eseguite con una mi-

nima presenza di personale e mezzi direttamente sul posto, senza la costituzione di un vero e proprio cantiere.
Tutte le altre e più impegnative opere, finalizzate a garantire il collegamento fra le opere di presa e galleria Freggiano (pozzi, camere di dissipazione e gallerie di collegamento) al fine di minimizzare il disturbo nei confronti del centro abitato saranno eseguite a partire dalla galleria Fereggiano stessa e, conseguentemente, graveranno sul cantiere di imbocco. Di seguito si descrive il cantiere motivando le scelte effettuate e fornendo alcune indicazioni che potranno essere ulteriormente sviluppate nelle successive fasi progettuali.

3.1.1. Cantiere all'imbocco di valle della galleria Fereggiano

L'area individuata risulta sostanzialmente quella già utilizzata come cantiere per la realizzazione della galleria del Fereggiano. Il luogo prescelto è facilmente accessibile da Corso Italia direttamente tramite un montacarichi o, in alternativa e come avveniva all'epoca dello scavo della precedente galleria, scendendo lungo Via Forte di San Giuliano e raggiungendo la spiaggia passando al di sotto di un'arcata dello stesso Corso Italia. Il transito è certamente possibile anche ai mezzi pesanti che, di norma, prima dell'avvio della stagione balneare, utilizzano questa via per portare il materiale per i periodici lavori di ripascimento della spiaggia sino a Boccadasse.
La scelta e la disposizione del cantiere è stata pensata in modo da ridurre al minimo, per quanto possibile, i disagi, fermo restando che questo è e rimane un cantiere ubicato in un ambito cittadino e la galleria sbocca in uno spazio ristretto compreso fra la città ed il mare.
La geometria del cantiere è stata ottimizzata in maniera tale da mantenere la possibilità di accesso ed alaggio delle imbarcazioni per una piccola darsena ubicata sul margine occidentale del cantiere ed utilizzata dai soci del circolo "Dilettanti Pesca Marinetta", i quali potranno accedere alla spiaggia, in maniera indipendente, attraverso una seconda ed attigua arcata di Corso Italia.
Essendo il cantiere ubicato in città, e per di più in una zona balneare, si dovranno attuare tutti i provvedimenti atti a ridurre l'inquinamento acustico e le polveri agendo innanzitutto sulla fonte delle emissioni. La tabella della pagina seguente riassume le attrezzature previste nel cantiere.
Nel complesso l'area disponibile è di circa 6.000 m^2; parte di questa è però occupata dalla galleria Bisagno nel tratto di sbocco a mare, e nel contempo si ritiene

opportuno prevedere il mantenimento di una certa distanza dalla linea di costa. Conseguentemente una occupazione di un'area più ridotta e pari a circa 2.500 m^2 può essere ritenuta compatibile con le esigenze dei lavori e con gli spazi disponibili.

Le aree di cantiere dovranno essere pavimentate con conglomerato bituminoso, mentre in prossimità delle uscite carrabili verranno installate cunette con dispositivo di pulizia dei pneumatici dei mezzi d'opera. Tutte le acque provenienti dalla galleria e dal piazzale dovranno essere convogliate in vasche di prima pioggia munite di disoleatore.

Per evitare il possibile inquinamento dei terreni nelle aree di cantiere si adotteranno i seguenti accorgimenti:

- esecuzione di rifornimenti di carburante e manutenzione periodica dei mezzi d'opera su pavimentazione impermeabile;
- controllo giornaliero dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi;
- adozione di idonei sistemi al fine di evitare rilasci di miscele cementizie e relativi additivi a mare;
- adozione di apposite vasche di sedimentazione per prevenire possibili apporti di materiale ai corsi d'acqua, alle falde acquifere o al mare.

Descrizione	**Caratteristiche**	**Dimensioni (m)**		**Superficie (m^2)**
Impianto betonaggio spritz-beton con area stoccaggio inerti	autocaricante produzione di 30 m^3/ora con stoccaggio 300 m^3	15,00	20,00	300,00
Impianto iniezione consolidamento in galleria		8,00	8,00	64,00
Zona stoccaggio materiali di scavo	produzione di 2 turni 800 m^3 (in banco)	20,00	20,00	400,00
Zona stoccaggio materiali di costruzione	centine, gabbie prefabbricate per armatura A.R.	20,00	24,00	480,00
Parcheggio		30,00	4,00	120,00
Prefabbricato officina e magazzino	15,00 x 8,00 m	15,00	8,00	120,00
Cabina di trasformazione	20 KV/380 V - 380 V/10 KV	2,40	8,00	19,20
Infermeria e attrezzature sicurezza	n° 2 stanze + WC	2,40	7,00	16,80
Box ufficio impresa	n° 3 stanze + WC	4,80	9,00	43,20
Box ufficio D.L.	n° 2 stanze + WC	2,40	7,00	16,80
Box spogliatoi + wc	n° 1 stanza con 20 armadietti	2,40	7,00	16,80
Area serbatoi acqua servizi logistici.	n° 2 da 8.000 l	2,20	8,00	65,60
Area serbatoi acqua galleria	n° 3 da 15.000 l	6,00	8,00	
Serbatoio silicato	n° 2 da 15.000 l	4,00	8,00	32,00
Container carburante + lubrificante	serbatoio da 9.000 l	2,40	6,00	14,40

Gruppo Elettrogeno x servizi essenziali	200 KW	1,50	5,00	7,50
Area produzione aria compressa	n°2 motocompressori da 15 atm 20.000l/1'	5,00	6,00	30,00
Vasca di decantazione e disoleazione		3,00	6,00	18,00
TOTALE PARZIALE				**1.764,30**
Aree di disimpegno	40 % delle aree totali nette			705,72
TOTALE GENERALE				**2.470,02**

Al fine di contenere l'emissione di polveri tutte le operazioni verranno effettuate con tecniche che limitino il più possibile lo sviluppo e la dispersione delle stesse. Inoltre dovrà essere garantita:

- una costante bagnatura delle strade utilizzate, pavimentate e non;
- un lavaggio dei pneumatici di tutti i mezzi in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali;
- una bagnatura e copertura con teloni dei materiali polverosi trasportati con autocarri;
- una costante bagnatura dei cumuli di materiale stoccati nelle aree di cantiere.

I terreni di scavo eventualmente destinati al riutilizzo, ed i materiali inerti in attesa di smaltimento, saranno accumulati in aree ben definite ed appositamente schermate o protette, per evitare che per azione del vento si disperdano ulteriori aliquote di polveri. Tali aree di stoccaggio saranno opportunamente confinate e dotate di rete perimetrale di captazione delle acque meteoriche.

Nelle aree di cantiere potrà inoltre essere identificato e realizzata un apposito spazio destinato alle attività di lavaggio delle betoniere impiegate per i getti di calcestruzzo; tale sito sarà dotata di pavimentazione in calcestruzzo ed impianto di captazione delle acque di lavaggio collegato a vasche di raccolta.

Trattandosi di attività di lavaggio di soli mezzi di trasporto e mezzi d'opera, le acque di lavaggio non risulteranno interessate da prodotti inquinanti, fatto salvo il caso di sversamenti di olii o idrocarburi in caso di guasti o rotture accidentali; si prevede pertanto la protezione dello scarico con impianto dissabbiatore e di decantazione, per l'intercettazione dei materiali solidi e la separazione degli olii tramite disoleatore.

Si prevedranno inoltre, in particolare sul cantiere lato mare, interventi di mitigazione del rumore attraverso l'installazione di pannelli fonoassorbenti lungo tutta la parte di Corso Italia affacciata verso il cantiere.

Impianto di Betonaggio

Non si è ritenuto conveniente in questa fase, data l'ubicazione dei cantieri, ipotizzare l'installazione di impianti di betonaggio adeguati alle necessità dell'appalto. La maggior parte delle forniture di calcestruzzo sarà quindi assicurata da impianti esterni.

Per questioni prettamente operative e di sicurezza negli scavi in sotterraneo si è ritenuto invece indispensabile prevedere impianti in grado di provvedere ai quantitativi medi giornalieri (50/60 m^3) di spritz-beton. Ciò consentirebbe di evitare le consuete disfunzioni e maggiori onerosità connesse alle forniture effettuate durante le ore notturne, nonché assicurare la massima tempestività di utilizzo dello spritz in caso di rilasci al fronte di scavo ed in galleria. In ogni caso le prescrizioni circa la presenza di un impianto di betonaggio sono severe per il cantiere di valle, e meno rigorose per quello di monte, dove comunque bisognerà fare i conti con i maggiori spazi richiesti per un eventuale impianto, per i silos di cemento, per gli inerti, ed affrontare con sufficiente dettaglio il problema delle polveri e del rumore. In ogni caso vista la vicinanza con Via Adamoli, con lo svincolo autostradale e più in generale con cave già provviste di impianti di betonaggio (la più vicina dista meno di 5 Km) sarà possibile appoggiarsi ad impianti di betonaggio di proprietà di terzi ed esterni all'area di cantiere.

Impianto di iniezioni di consolidamento

Considerato che le opere preponderanti sono gallerie, si è ritenuto opportuno prevedere la presenza di un impianto di miscelazione ed iniezione di miscela cementizia per eventuali interventi di consolidamento. Qualora tali interventi risultassero saltuari, potrebbe essere evitata l'installazione di un silos di cemento ricorrendo all'impiego del prodotto in sacchi, ed alloggiando la centralina di dosaggio, il mescolatore e l'iniettore in un container da ubicarsi in prossimità dell'imbocco.

Stoccaggio temporaneo degli inerti

Considerando la possibilità di ottenere avanzamenti giornalieri con punte anche di 9/10 m (a tutta sezione) è stato previsto, all'uscita della galleria, un'area di stoccaggio per non meno di 600/700 m^3 (in cumulo) di materiale di risulta.

I mezzi in uscita dalla galleria dovranno scaricare il materiale terroso nell'area di cantiere e nello spazio individuato per poi rientrare in galleria, senza quindi mai immettersi nella viabilità ordinaria. I mezzi che caricheranno il materiale per portarlo al sito di stoccaggio, trasformazione o smaltimento, avranno l'esclusiva di

questo compito e pertanto non entreranno mai in galleria e, una volta in cantiere, stazioneranno solo su superfici pavimentate prima di uscirne ed immettersi nella viabilità cittadina.
I lavori di scavo avverranno, salvo divieti particolari, su due o tre turni (16 - 24 ore); il trasporto del materiale di risulta, che come detto avverrà con mezzi diversi da quelli operanti in galleria, potrebbe avvenire negli orari di minor traffico o notturni, al fine di limitare i disagi al traffico cittadino e consentire il raggiungimento del sito di destinazione finale in tempi contenuti.
L'allontanamento del materiale di risulta degli scavi è previsto avvenga principalmente via mare.

Zona stoccaggio materiali da costruzione e per impianti

L'area adibita a tale scopo è stata prevista allo scopo di consentire lo stoccaggio di:

- un carico e mezzo di centine (45 t, circa 30 centine) precisando che nel caso, abbastanza probabile, che la lavorazione dei profilati venisse eseguita in zona il quantitativo di stoccaggio potrebbe anche essere ridotta della metà;
- le eventuali gabbie prefabbricate per la realizzazione dell'arco rovescio e/o delle murette;
- materiali per impianti di galleria fra cui almeno 200 m di tubi per l'acqua, l'aria compressa, la ventilazione, cavi elettrici).

3.2. Galleria Fereggiano, gallerie minori

Il cronoprogramma lavori è strutturato in maniera tale da prevedere una successione delle fasi lavorative tale da minimizzare i tempi morti, e ripartendo le attività in funzione dell'ubicazione dei cantieri e delle opere da realizzare. Ciascun cantiere si configura in ogni caso come unità operativa autonoma ed indipendente rispetto all'altro, con proprie attività, fornitori, squadre ed attrezzature di lavoro.
L'opera principale, sia dal punto di vista economico che della tempistica esecutiva, è rappresentata dalla galleria Fereggiano lunga circa 3717 – 909 = 2808 m e che dovrà necessariamente essere scavata procedendo da valle. Tutto ciò premesso vengono di seguito descritte brevemente le successioni delle singole attività in relazione al cronoprogramma di progetto.

3.2.1. Galleria Fereggiano e gallerie minori

Lo scavo della galleria Fereggiano, delle gallerie minori e delle camere di dissipazione, avverrà a partire dall'imbocco posto a valle di Corso Italia (lato mare).
Lo scavo avrà inizio a partire dalla progressiva pk 909 dell'esistente galleria del Fereggiano; da qui proseguirà verso nord, ovvero verso l'opera di presa del Fereggiano, Rovare e Noce.
Lo smarino proveniente dallo scavo della galleria principale, delle gallerie minori, delle camere di dissipazione e dei pozzi avverrà sempre lungo la galleria principale e dall'imbocco lato mare.
Dal cronogramma dei lavori risulta che la durata dello scavo della galleria Fereggiano è pari a circa 25 mesi.
L'avanzamento in sotterraneo è previsto con avanzamento mediante metodo tradizionale per una produzione media valutata in circa 5 m/giorno, con attività suddivise in n° 2 turni giornalieri da 8 ore per 5 giorni la settimana che, se necessario, possono diventare 6 giorni alla settimana e/o 3 turni giornalieri. Tali valori medi sono al netto dei rivestimenti in sotterrano e della realizzazione dello scivolo lato mare; lavorazioni queste che cautelativamente si prevede possano prolungarsi, oltre la fine degli scavi per ulteriori 5 mesi naturali e consecutivi.
In pratica lo scavo avverrà, previa esecuzione di eventuali consolidamenti o preconsolidamenti ove necessario (bulloni radiali, infilaggi al contorno, elementi in VTR al fronte) a sezione intera mediante abbattimento della roccia con idonei mezzi meccanici (ad esempio fresa ad attacco puntuale). Seguirà la messa in opera del prerivestimento mediante la posa di centine metalliche (ove previste) per sfondi che, in funzione dello stato di fratturazione e della giacitura delle discontinuità, potrà indicativamente essere compreso fra 1,00 e 3,00 m. Il prerivestimento verrà immediatamente chiuso mediante un adeguato spessore di spritz beton fibrorinforzato. Lo smarino avverrà, come sopra esposto, attraverso la galleria principale mediante opportune tecnologie compatibili con la ridotta sezione di scavo (ad esempio nastro trasportatore o vagoni). Lo scarico del materiale avverrà all'esterno della galleria in apposite e circoscritte aree, senza mai interferire con la viabilità ordinaria. L'area di deposito avrà dimensioni tali da permettere lo stoccaggio del materiale proveniente da almeno 2 – 3 turni di scavo. Saranno quindi altri mezzi, provenienti dall'esterno e circolanti solo su superfici pavimentate, o provenienti da mare, a procedere periodicamente al ricarico del materiale stoccato

in cantiere ed al relativo trasporto presso centri di deposito temporanei o permanenti.

Al di la delle esigenze meramente strutturali in progetto sono previste alcune prescrizioni inerenti le venute idriche in galleria durante le fasi di scavo, che impongono di non eccedere nella distanza fra il fronte di scavo e il rivestimento definitivo. In pratica deve essere sempre possibile, in caso di venute d'acqua concentrate e/o diffuse compatibili con l'attraversamento di zone di faglia, chiudere la sezione e quindi tamponare le venute mitigando il depauperamento della falda. La presenza del rivestimento a ridotta distanza dal fronte consente inoltre di chiudere velocemente la sezione anche nel caso in cui i monitoraggi e misure in corso d'opera evidenziassero eccessive deformazioni e/o sollecitazioni a carico del prerivestimento. Questo vale anche e soprattutto per l'attraversamento delle zone di faglia evidenziate in carta, cui potrebbero aggiungersene altre non previste o prevedibili, nonchè per l'attraversamento della tratta posta sulla verticale della linea ferroviaria esistente, effettuata in condizioni di modesta copertura in calotta.

L'avanzamento in galleria procederà con continuità sino al raggiungimento delle confluenze con i rii minori Noce e Rovare, e da qui fino alla sezione terminale ai piedi del pozzo del Fereggiano.

Al raggiungimento di ogni singola confluenza (al 7° mese di scavo il Noce e al 16° mese il Rovare, su un totale di circa 25 mesi) i lavori in avanzamento verranno interrotti per la realizzazione della sezione di allargo. Solo una volta completati i lavori e messa in adeguata sicurezza la tratta potranno proseguire gli avanzamenti lungo la galleria principale e lungo le gallerie sceondarie.

I lavori procederanno quindi contestualmente sulla galleria principale e sulle gallerie secondarie (quindi su 3 fronti indipendenti) per concludersi in parte entro e in parte dopo quelli in corrispondenza della galleria principale. Gli avanzamenti medi previsti sulle gallerie minori, per effetto della ridotta dimensione del cavo, si prevede potranno essere inferiori e sono stimati in circa 3 m/giorno.

Lo scavo lungo le gallerie secondarie procederà sino ad interessare la sezione di valle della camera di dissipazione, per poi procedere gradualmente all'allargo della sezione con la creazione della camera stessa. Il collegamento fra galleria secondaria ed opera di presa avverrà mediante la realizzazione dei pozzi a vortice verticali.

Le opere di presa (Fereggiano, Rovare e Noce) sono molto distanti fra loro, difficilmente collegabili con i cantieri principali ed ubicate in aree fortemente antropizzate e poco accessibili ai mezzi d'opera. Tali opere saranno eseguite indipen-

dentemente dalle altre lavorazioni, con una minima presenza di personale e mezzi direttamente sul posto, senza la costituzione di un vero e proprio cantiere. Una volta che la singola galleria secondaria ha raggiunto la verticale dell'opera di presa, dall'esterno sarà eseguita una perforazione di piccolo diametro estesa sino alla galleria; dall'interno della stessa verrà installato un alesatore in modo da procedere allo scavo del pozzo con tecnica tipo "Raise Borer". Lo smarino avverrà dall'interno della galleria secondaria, proseguendo lungo la galleria Fereggiano e quindi verso il centro di stoccaggio del cantiere, evitando così di impegnare con attrezzature e/o mezzi pesanti il tessuto urbano cittadino.
Le opere all'esterno termineranno prima rispetto agli scavi in sotterraneo, che rappresentano quindi la lavorazione principale da cui dipende il rispetto dei tempi di esecuzione, e che dovrà essere attentamente e periodicamente monitorata mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari al fine di sanare eventuali ritardi. Fra tali accorgimenti, come già sopra esposto, la previsione di 3 turni di lavoro e/o di lavorazioni festive, eventualmente destinate anche solo all'esecuzione di arco rovescio e/o rivestimenti.
Lo scivolo di raccordo con l'opera di sbocco a mare nel tratto a ferro di cavallo esistente può essere realizzato alla fine della posa dei rivestimenti definitivi, quando non vi è più necessità di transitare in galleria.

3.3. Opere di presa

Le fasi realizzative delle opere di presa sono state suddivise in quattro attività principali. L'attività *A* comprende tutte quelle lavorazioni che non sono vincolate dalla realizzazione delle gallerie minori. In particolare comprendono le attività di realizzazione delle opere di presa fino alla esecuzione dei pozzi verticali.
L'attività *B* comprende le lavorazioni necessarie alla realizzazione delle camere di dissipazione. Tale attività ha inizio al compimento delle rispettive gallerie secondarie. Al termine della realizzazione della camera di dissipazione e delle opere di superficie, possono essere realizzati i pozzi verticali (attività *C*). Infine con l'attività *D* si terminano le opere rimaste incomplete, come ad es. la copertura della camera del vortice e la cameretta di accesso alla camera di dissipazione.

3.3.1. Opera di presa sul rio Fereggiano

ATTIVITÀ A

Fase 1: Calo mezzi e materiali in alveo

Fase 2: Deviazione temporanea acque:

- fase 2a: deviazione temporanea fognatura mediante posa tubazione ϕ 300 mm
- fase 2b: deviazione temporanea alveo mediante scavo e posa di condotta ϕ 1000 mm

Fase 3: Realizzazione muri e ciabatta in sinistra e parte del muro in destra

Fase 4: Realizzazione pista provvisionale di cantiere

Fase 5: Riprofilatura e rivestimento dell'alveo nel tratto di monte e posa nuovo condotto fognario:

- fase 5a: risagomatura dell'alveo nel tratto di monte secondo disegni di progetto e scavo per posa nuova condotta fognaria
- fase 5b: posa di nuova condotta fognaria in gres ϕ 300 mm e relative camerette
- fase 5c: rivestimento in calcestruzzo fibrorinforzato di piedritti e ciabatte del tratto di alveo tombato secondo disegni di progetto
- fase 5d: realizzazione di rivestimento in selciatone del fondo alveo

Fase 6: Realizzazione platea canale in destra e relativo tratto di fognatura, completamento muri in destra

Fase 7: Completamento setto centrale e inserimento degli organi di manovra provvisionali

Fase 8: Riprofilatura e rivestimento dell'alveo nel tratto di valle previa posa nuovo condotto fognario e realizzazione tratto finale pista definitiva di servizio

Fase 9: Realizzazione armatura scavo, muri camera del vortice e platea del vortice

Fase 10: Completamento pista definitiva di servizio e piazzale di lavoro a quota 56.60

Fase 11: Armature degli scavi per realizzazione della cameretta di accesso:

- fase 11a: parzializzazione della strada e realizzazione delle armature lato strada
- fase 11b: parzializzazione della strada e realizzazione delle armature lato alveo

Fase 12: Scavo e realizzazione platea per utilizzo della fresa per il pozzo della scala di servizio

ATTIVITÀ B

Fase 13: Realizzazione della camera di dissipazione delle acque (PD DS 418)

ATTIVITÀ C

Fase 14: Realizzazione pozzo a vortice $\phi_{int.}$ 5.80 m e pozzo $\phi_{int.}$ 2.5 m per scala di servizio con fresa (PD DS 417)

ATTIVITÀ D

Fase 15: Completamento cameretta scale di servizio, posa scala e ripristino della sede stradale sovrastante

Fase 16: Realizzazione copertura camera del vortice

Fase 17: Semina superficiale e ripristino delle aree

3.3.2. Opera di presa sul rio Rovare

ATTIVITÀ A

Fase 1: Scavo e realizzazione del canale in c.a. (tratto di monte non interferente con l'alveo esistente) e realizzazione pozzo di dissipazione

- Fase 2a: scavo e realizzazione del canale di imbocco al vortice ed inserimento degli organi di manovra provvisionali
- Fase 2b: armature degli scavi per realizzazione della cameretta di accesso e camera del vortice
- Fase 2c: scavo e realizzazione platee per utilizzo della fresa (pozzo a vortice e pozzo scala di servizio)
- Fase 2d: completamento del canale di imbocco al vortice

ATTIVITÀ B

Fase 3: Realizzazione camera di dissipazione delle acque (PD DS 512)

ATTIVITÀ C

Fase 4: Realizzazione pozzo a vortice $\phi_{int.}$ 2.90 m e pozzo $\phi_{int.}$ 2.50 m per scala di servizio con fresa (PD DS 511)

ATTIVITÀ D

Fase 5: Realizzazione del completamento della camera del vortice e della cameretta di accesso

Fase 6a: Scavo e realizzazione canale in c.a. (collegamento di valle) e demolizione alveo interferente

Fase 6b: Scavo e realizzazione canale in c.a. (collegamento di monte) e demolizione alveo interferente

Fase 7: Posa tubazione ϕ 600 per eventuali immissioni, posa tubazione ϕ 500, demolizione ed intasamento con calcestruzzo dell'alveo esistente.

3.3.3. Opera di presa sul rio Noce

ATTIVITÀ A

Fase 1: Demolizione soletta esistente del Pozzo Carena, posa tubazione provvisionale per la deviazione delle acque, armature degli scavi per la realizzazione del pozzo e realizzazione deviazione alveo esistente.

Fase 2: Armature degli scavi per la realizzazione della cameretta di accesso e del pozzo per scala di accesso e relativo scavo

ATTIVITÀ B

Fase 3: Realizzazione camera di dissipazione delle acque (PD DS 609)

ATTIVITÀ C

Fase 4: Realizzazione pozzo a vortice $\phi_{int.}$ 3.40 m e pozzo $\phi_{int.}$ 2.50 m per scala di servizio (PD DS 608)

ATTIVITÀ D

Fase 5: Realizzazione del completamento della camera del vortice e della cameretta di accesso e demolizione della parete del Pozzo Carena per collegamento idraulico.

3.4. Opera di raccordo e sbocco a mare

In sede di definizione della soluzione progettuale da sviluppare per questo Primo Lotto, si è concordato con il Comune di Genova e gli altri enti rappresentati nel gruppo di lavoro di dare corso da subito alla costruzione, ancorché parziale, dell'opera di sbocco prevista nel PD2007.

Ciò allo scopo di predisporre da subito l'opera a mare limitando a quest'unica occasione l'impatto sulle strutture litoranee del cantiere.
L'opera di sbocco a mare perciò è prevista esattamente nella geometria del PD 2007 ancorché limitata longitudinalmente al tratto posto a valle di Corso Italia.
In questo primo lotto, dunque non si interviene sotto Corso Italia se non per quanto attiene gli interventi nella galleria esistente Fereggiano, limitando la costruzione dell'opera di sbocco al tratto posto a valle dello stesso Corso Italia.
Ciò ha l'indubbio vantaggio di contenere nell'immediato i costi e di limitare, nell'ambito dei lavori di secondo lotto che interessano la galleria Bisagno, gli impatti del cantiere di costruzione sull'insediamento balneare ivi collocato.
L'opera che viene prevista in questo primo lotto ben si presta inoltre a divenire camera di accesso e di attacco per lo scavo della galleria Bisagno e per la costruzione delle opere, nient'affatto semplici, da prevedere sotto le arcate di Corso Italia.
Il presente progetto prevede dunque:

- la costruzione di una parte dell'opera di sbocco a mare e delle opere di protezione a mare fino allo scivolo di alaggio compreso;
- l'integrazione di tale opera già prevista nel PD2007 con il canale di raccordo (ricavato in uno scatolare chiuso) della galleria Fereggiano con l'opera di sbocco medesima.
- Opere interne alla galleria Fereggiano per consentire il raccordo tra la livelletta della galleria esistente e quella dello scatolare di raccordo che necessariamente deve essere ricavato a quote più basse per non impattare sulle stretture litoranee, così come già previsto per l'opera di sbocco principale del Torrente Bisagno.

3.4.1. Il salto di quota in galleria ed il raccordo con lo sbocco a mare

Lungo la galleria Fereggiano esistente, nel tratto conformato a ferro di cavallo, è previsto un salto di altezza (2,82+2,14 = 4,96 m) sagomato a parete obliqua di base 100 m (pendenza 4,96/100 = circa 5%) che consente di raggiungere il fondo dello scatolare che dal filo esterno di Corso Italia convoglia le portate dei rii Fereggiano, Rovare e Noce verso la galleria principale dell'opera di sbocco.
Lo scivolo così ricavato si sviluppa dall'inizio del tratto di galleria esistente a ferro di cavallo (progressiva 100 m, ove il talweg è a quota 2,14 m s.m.m.) fino al filo esterno di Corso Italia, ove si raccorda con lo scatolare di collegamento all'opera di sbocco che, in quel punto ha talweg a quota 2,82 m .s.m.m.

Il salto è ubicato a 100 m dal filo esterno di Corso Italia, di modo che la corrente in arrivo dalla galleria Fereggiano, passando in condizioni critiche sul cambio di pendenza (da 0,3% a 5%) si disponga in tirante di corrente veloce dotata di una spinta tale da spingere il risalto e che si formerà al contatto con il livello del mare, al di fuori della galleria e dello scatolare di raccordo.

Ciò avviene in tutte le situazioni di funzionamento, sia che la galleria funzioni a pelo libero (per portate inferiori all'incirca a 110 m^3/s) sia che lavori in pressione.

Il profilo di richiamo e l'allargamento di sezione alla progressiva 100 consentono sempre di avere un funzionamento negli ultimi 100 m a pelo libero.

In questo modo tutti i fenomeni di risalto e dissipazione avverranno all'esterno del tratto di galleria esistente e nessun fenomeno di sovrappressione potrà interessare la zona del bagno Benvenuto.

Il raccordo obliquo con la quota dello scatolare 6,00 x 6,00 m che conduce le portate all'opera di sbocco è fatto con uno scivolo di pendenza 5% sotto Corso Italia: la sezione ad U scavata a partire dall'attuale talweg della galleria, per ragioni strutturali, ha una larghezza di 4,00 m utili interni.

Ciò è dovuto all'ingombro laterale delle opere di sottofondazione dei piedritti della galleria che occorre realizzare in funzione dello scavo dell'attuale piano carrabile della galleria ed il getto della sezione ad U per il convogliamento delle portate all'esterno della galleria.

Sullo scivolo, dunque, si stabilisce sempre una condizione di moto in corrente veloce decelerata allorquando la corrente impatta sul pelo libero del livello del mare.

Le condizioni di flusso che si stabiliscono sullo scivolo sono tali da consentire alla corrente di sottopassare il tubo di fognatura che interseca la galleria sicché non appare necessario prevederne lo spostamento od il passaggio in botte a sifone sotto la galleria.

Per consentire l'accesso alla galleria principale anche a mezzi gommati, è previsto che la soletta dello scatolare di dimensioni nette b x h = 6,00 x 6,50 m esterno al filo di Corso Italia consenta di ricavare una quota finita di estradosso pari a 5,00 m s.m.m. dalla quale è possibile accedere alla galleria. Si veda figura di seguito.

Lo scatolare è poi panconabile ed è quindi possibile calare all'interno un mezzo che può, previo svuotamento della galleria del volume d'acqua in essa contenuto, percorrere l'intera galleria che sarà interamente ubicata a quote superiori a quelle del mare (tranne i primi 65 m circa ove il volume d'acqua da svuotare si può stimare in circa 550 m^3).

La sezione a giorno della galleria Fereggiano, sul filo esterno di Corso Italia, è tamponata con un portone carrabile stagno dal quale è possibile introdurre un mezzo semovente per le attività di manutenzione.

3.4.2. Metodo di scavo per l'approfondimento ad U interno alla galleria Fereggiano

Dovendo raccordare la quota di talweg della galleria esistente alla progressiva 100 (+2,14 m s.m.m.) con quella dello scatolare di raccordo che dal filo esterno di Corso Italia conduce all'opera di sbocco (-2,82 m s.m.m.), è necessario demolire l'attuale trave di base della galleria (ricavata in orizzontale in luogo del tradizionale arco rovescio) per abbassare la quota gradualmente da +2,14 a – 2,82 m s.m.m.

Per fare ciò si prevede di:

- sottofondare i piedritti della galleria con micropali iniettati disposti ad interasse di 1,5 m in roccia e 1 m in sabbia, di lunghezza pari a 4 m in roccia e 8 m in sabbia e diametro D = 114,3/10 mm;
- tirantare alla base i piedritti della galleria con micropali iniettati disposti ad interasse di 1,5 m in roccia e 1 m in sabbia, di lunghezza pari a 5 m in roccia e 10 m in sabbia e diametro D = 114,3/10 mm;
- consolidare il terreno con colonne jet grouting subverticali da realizzare lungo tutta la tratta da ribassare, a partire da una distanza di almeno 0,50 m dall'estradosso inferiore della galleria;
- scavare all'interno del terreno consolidato fino alla quota di getto dello scatolare ad U;
- gettare lo scatolare ad U di spessore variabile da 60 a 120 cm, in funzione delle esigenze di resistenza a galleggiamento, mano a mano che ci si avvicina, approfondendosi, al mare, all'interno dello scavo. Lo spessore garantisce anche al resistenza a galleggiamento allorquando lo scatolare dovrà essere svuotato a panconato per consentire l'accesso ai mezzi di manutenzione

3.5. Opere a mare

Nell'ambito della realizzazione dello di sbocco a mare dello Scolmatore viene prevista una prima fase di cantiere (fase A) che interesserà le aree del Circolo Dilettanti Pesca Marinetta e dei Bagni Capo Marina, con realizzazione delle seguenti opere:

a) messa in opera della protezione della costa posta più a ponente (dalla sez. 6 alla sezione 13 ca.);
b) deviazione della parte terminale del rio Marinetta;
c) costruzione del nuovo scalo di alaggio per la discesa a mare delle imbarcazioni.

Per quest'ultima opera viene prevista una modalità costruttiva mediante spinta da terra dell'avanscalo onde evitare, da un lato, l'impiego di getti subacquei (peraltro con superfici inclinate) di difficile esecuzione e che non garantiscono (rispetto a getti in asciutta) ottimali caratteristiche del conglomerato e per limitare, dall'altro, l'impiego di dispositivi provvisionali indispensabili qualora si fosse optato per la realizzazione "in asciutta" della struttura nella sua collocazione finale.
La realizzazione della corsia di alaggio avverrà secondo le seguenti fasi:

1. scavo per la realizzazione del piano di posa dell'avanscalo e della berma al piede della struttura;
2. messa in opera della protezione al piede dello scalo;
3. esecuzione di un getto subacqueo di regolarizzazione che costituirà l'appoggio dell'avanscalo;
4. infissione di palancole per la protezione dal moto ondoso nella zona di costruzione della parte immersa dello scalo;
5. realizzazione della platea di varo e del muro per la spinta a mare della parte immersa della struttura;
6. getto in asciutta, al di sopra della platea, della struttura dell'avanscalo;
7. eliminazione del tratto frontale della chiusura precedentemente realizzata mediante palancole;
8. spinta della struttura dell'avanscalo;
9. demolizione della platea di spinta e del muro reggispinta;
10. realizzazione della parte emersa della corsia di alaggio, opportunamente solidarizzata con la struttura immersa precedentemente gettata e spinta.

La realizzazione delle opere di cui sopra (durata complessiva di fase A: ~ 5 mesi) concluderà la prima fase di cantiere dello sbocco e consentirà l'avvio delle lavorazioni propedeutiche alla costruzione del manufatto di sbocco (pali a mare e diaframmi), della galleria principale (imbocco di valle), nonché la realizzazione della scogliera di terra "lato levante". Per tali lavorazioni (fase di cantiere B) si renderà necessario una nuova perimetrazione dell'area di cantiere che andrà ad interessare in parte la zona dei Bagni Benvenuto e la parte di levante delle aree del Circolo

Pescatori (le aree precedentemente occupate per la realizzazione delle opere a), b) e c) torneranno invece ad essere nuovamente disponibili ai Pescatori).

Si evidenzia come le opere realizzate nell'ambito della fase di cantiere A sopra illustrate garantiranno la possibilità di discesa a mare per i membri del Circolo dei pescatori (mediante l'accesso al di sotto del primo volto di Corso Italia, la realizzazione di con corridoio in adiacenza al muro in c.a. esistente e l'impiego della nuova corsia di alaggio) durante le successive e più rilevanti (anche dal punto di vista della durata, specie per quanto riguarda la fase C) fasi delle lavorazioni.

Dal punto di vista realizzativo, nell'ambito di questa seconda fase B di cantiere, della durata di ~ 10 mesi, per il manufatto di sbocco a mare si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. dragaggio di imposta della scogliera di protezione "lato levante";
2. esecuzione di pali a mare intestati in roccia e aventi diametro 1.6 m nella parte termale dell'opera (ultimi 40 m verso ponente, ultimi 70 m lato levante e chiusura "di testa") a perimetrazione del manufatto. La quota finale dei pali sarà di +3.00 m s.m.m.. A maggior protezione di tale sistema a fronte di condizioni meteomarine avverse e per migliorare la stabilità della paratia, verrà realizzata una protezione temporanea al piede nella parte della chiusura "di testa" mediante impiego di massi naturali;
3. esecuzione del riempimento dell'area delimitata dai pali (attualmente occupata dal mare);
4. realizzazione di diaframmi in c.a. con utilizzo di bentonite intestati in roccia e aventi spessore s = 1,00 m collegati ad un cordolo di sommità 1 x 1 m posti a tergo dei pali a mare precedentemente realizzati. I diaframmi verranno realizzati mediante sistema ad idrofresa per garantire l'ottimale ancoraggio al substrato roccioso, indispensabile per assicurare una buona impermeabilizzazione del sistema di chiusura studiato;
5. realizzazione di diaframmi in c.a. con utilizzo di bentonite intestati in roccia (secondo medesimo sistema con idrofresa) aventi spessore s = 0,80 m collegati al un cordolo di sommità 0,80 x 1,00 m di collegamento posti a chiusura tra i diaframmi "lato mare" di cui sopra e quelli realizzati in prossimità di Corso Italia nell'ambito delle opere per l'attacco di valle della galleria principale;
6. realizzazione della veletta in c.a. sul cordolo di sommità dei diaframmi "lato mare" fino alla quota di +4,50 m s.m.m.;
7. adeguamento della paratia di pali per realizzazione banchina per attracco (da utilizzare per l'allontanamento del materiale di smarino nonché per

l'approvvigionamento di parte del materiale da costruzione: inerti, cemento, centine…);

8. realizzazione della scogliera di progetto "lato levante" (ossia compresa tra lo scalo di alaggio e la chiusura della protezione posta in prossimità della insenatura dello Stabilimento Benvenuto);

Al termine delle lavorazioni sopra illustrate potrà essere avviata la terza e ultima fase di cantiere (fase C), della durata complessiva di circa 60 mesi.
Nell'ambito di questa fase si procederà alla realizzazione del manufatto di sbocco a mare.
Si evidenzia come la perimetrazione di cantiere studiata per questa ultima fase di cantiere consentirà inoltre di limitare al massimo l'occupazione della piccola insenatura verso levante che oggi costituisce il principale accesso al mare per i bagni Benvenuto, garantendo quindi in tal modo la continuazione delle attività per lo stabilimento anche durante il cantiere (esattamente secondo quanto già avvenuto in fase di realizzazione della galleria del deviatore del torrente Fereggiano).
Le principali lavorazioni in questa ultima fase di cantiere sono quindi schematizzabili secondo quanto di seguito riportato:

1. getto (previa messa in asciutta) del manufatto di sbocco;
2. getto dello scatolare di raccordo tra la galleria Fereggiano e il manufatto di sbocco;
3. demolizione pali e diaframmi "lato mare" e sistemazione finale della spiaggia.