

# autostrade // per l'italia

## NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

### Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12

#### PROGETTO DEFINITIVO

#### SOMME A DISPOSIZIONE

#### IPOTESI DI RIPRISTINO DELLE SORGENTI A RISCHIO IMPATTO E DI RECUPERO DELLE ACQUE POTENZIALMENTE DRENATE DALLE GALLERIE

#### Relazione generale degli interventi

<b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b> Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739 <b>RESPONSABILE UFFICIO IDR</b>	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1486 <b>RESPONSABILE AREA DI PROGETTO GENOVA</b>	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 <b>RESPONSABILE FUNZIONE STP</b>
--	---	--

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO				DATA: MAGGIO 2012	REVISIONE	
	DIRETTORIO		FILE			n.	data
	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo			
	1107	1204	IDR0400	--	SCALA:		

 Ingegneria europea	<b>COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO</b> Ing. Ilaria Lavander	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739

<b>VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA</b> DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASP1  Ing. Alberto Selleri	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>    Ing. Giorgio Fabriani	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  
---	--	--

## INDICE

1. PREMESSA	1
2. VALUTAZIONI PROGETTUALI DELLE PROBLEMATICHE DI INTERFERENZA IN FASE TRANSITORIA E DI ESERCIZIO	1
3. APPROFONDIMENTO IPOTESI DI REINTEGRO SORGENTI (PROGETTI DI RIPRISTINO)	4
3.1 Criteri di individuazione delle aree critiche per le sorgenti adibite ad uso umano (Aree 1 – 6)	4
3.2 Criterio di individuazione delle aree critiche per gli ecosistemi in relazione alle sorgenti di rilevanza floro – faunistica (Area 7)	6
3.3 Caratteristiche delle aree individuate e soluzioni progettuali proposte	8
3.3.1 Area 1 - Crevari	8
3.3.2 Area 2 – Voltri	10
3.3.3 Area 3 – Via Piccardo (sondaggio VV7)	11
3.3.4 Area 4 - Timone	13
3.3.5 Area 5 – Scarpino (sondaggio VB7 bis)	19
3.3.6 Area 6 – Murta	23
3.3.7 Area 7 – Bric delle Monache	24
4. RECUPERO DELLE ACQUE POTENZIALMENTE DRENABILI DALLO SCAVO DELLE GALLERIE	26
4.1 Considerazioni di riepilogo sulle valutazioni dello studio idrogeologico di progetto	26
4.2 Individuazione tratti potenzialmente più produttivi	29
4.3 Ubicazione delle nicchie di drenaggio per uso idropotabile	30
4.3.1 Galleria Amandola	30
4.3.2 Galleria Monterosso	30
4.4 Caratteristiche generali di opere di presa in galleria ad uso idropotabile	31
4.5 Progetto tipologico di nicchia di drenaggio in galleria ad uso idropotabile	34
4.6 Riutilizzo delle acque non di pregio drenate dalle gallerie	35
4.7 Descrizione delle ipotesi di recupero delle acque potenzialmente drenate	35
4.7.1 Progetto 1 - Impianto Parodi (recupero ad uso idropotabile)	36
4.7.2 Progetto 2 - Impianto di Teglia (recupero ad uso idropotabile)	36
4.7.3 Progetto 3 – Via della Brigna (recupero ad uso antincendio)	37
4.7.4 Progetto 4 – Via Ovada (recupero ad uso antincendio)	38
4.7.5 Progetto 5 – Via Carpenara (recupero ad uso antincendio)	38

## **1. PREMESSA**

Le indagini in oggetto rientrano nell'ambito degli approfondimenti idrogeologici per la procedura V.I.A. e sono state finalizzate a due obiettivi principali:

- sviluppo di progetti di reintegrazione delle sorgenti soggette a rischio interferenza con lo scavo delle gallerie della Gronda di Genova.
- Analisi di fattibilità per il recupero, la valorizzazione e l'utilizzo delle acque potenzialmente drenate.

Nell'ambito dello studio idrogeologico di progetto erano state già eseguite delle valutazioni che, a partire dal complesso delle captazioni censite (circa 400 sorgenti e 60 pozzi) in relazione alle opere in galleria, avevano sostanzialmente indicato assenza di rischio di interferenza con le principali risorse pubbliche. Tuttavia, stante la grande frammentazione delle utenze situate in zone altimetricamente più elevate, erano state individuate diverse aree dipendenti esclusivamente dalle risorse di captazioni soggette a rischio di interferenza.

Al fine di individuare delle tipologie standardizzate di intervento sono state scelte delle sorgenti "campione" su cui prevedere delle modalità di ripristino della risorsa impattabile.

Per quanto riguarda il recupero delle acque potenzialmente drenate dalle gallerie sono stati individuati i settori maggiormente produttivi lungo lo sviluppo del cavo; sulla base di queste indicazioni è stato sviluppato uno schema tipologico per le opere di presa in galleria oltre a differenti ipotesi di captazione e sfruttamento di tali venute in relazione ai possibili punti di utilizzo.

Le indagini hanno previsto una fase in campo in cui sono state aggiornate in dettaglio le caratteristiche e le utenze servite dalle sorgenti "campione" potenzialmente a rischio. Contestualmente ai rilievi in sito è stato effettuato un confronto con l'ente gestore (Mediterranea delle Acque) al fine di valutare la fattibilità delle eventuali soluzioni alternative. Sulla base dei risultati dei rilievi in campo sono state quindi studiate le soluzioni ottimali per i singoli settori considerati.

Lo studio ha anche previsto un confronto con rappresentanti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e del Corpo Forestale dello Stato al fine di individuare delle aree in cui potrebbe essere opportuna l'adduzione di risorse idriche, eventualmente drenate dalle gallerie, per l'uso antincendio.

## **2. VALUTAZIONI PROGETTUALI DELLE PROBLEMATICHE DI INTERFERENZA IN FASE TRANSITORIA E DI ESERCIZIO**

L'area di studio delle potenziali interferenze tra lo scavo delle gallerie della Gronda e gli acquiferi sfruttati per l'approvvigionamento idrico pubblico comprende principalmente il Comune di Genova. Le sorgenti che alimentano i Comuni di Ceranesi, S.Olcese, Mele ed Arenzano non sono soggette a rischio in quanto interessate da circolazione idrica in sistemi idrogeologicamente differenti da quelli potenzialmente interessati dallo scavo delle gallerie.

Per quanto riguarda le risorse che alimentano l'acquedotto di Genova va precisato, come già accennato in premessa, che tutte le più importanti fonti di approvvigionamento non risultano minimamente a rischio di interferenza. Gli invasi, le prese da corsi d'acqua superficiali ed i principali campi pozzi che provvedono al

rifornimento idrico della città interessano infatti contesti che non vengono neanche lontanamente interessati dalle opere in progetto.

La vasta area in esame ai margini dell'area urbana di Genova è invece caratterizzata da una grande dispersione degli abitati, costituiti da gruppi di case oppure da case isolate in parte adibite all'uso abitativo stanziale in parte a quello stagionale.

In relazione alla frammentazione dell'utenza, molte località non sono servite dal pubblico acquedotto e l'approvvigionamento è affidato a sorgenti di rilevanza limitata al contesto locale, con utenze a servizio di singole abitazioni oppure di piccoli agglomerati consorziati.

Le risorse più a rischio sono quindi rappresentate da sorgenti oppure gruppi di sorgenti prevalentemente a servizio delle zone altimetricamente più elevate oppure poste ai margini dell'area maggiormente urbanizzata.

L'insieme delle indagini idrogeologiche finalizzato all'analisi delle modificazioni indotte dal tracciato in galleria sulle risorse idriche sotterranee e la comprensione nel dettaglio degli schemi di alimentazione delle utenze potenzialmente a rischio di depauperamento hanno consentito di individuare le aree soggette a maggior criticità.

In particolare sono state individuate nove aree in cui potenzialmente si potrebbero verificare effetti di sterilimento e criticità delle risorse idriche locali.

Tali aree sono state contrassegnate con le seguenti lettere (rif. elaborati cartografici IDR 0401 – IDR 0402):

- A – area case Fico;
- A' – area sorgenti Lische;
- B – area Timone
- C – area Monte Gazzo
- C' – area Murta
- D – area Voltri
- E – area Crevari
- E' – area Voltri
- F – area sinistra Polcevera

Delle aree individuate, le prime otto sono ubicate in destra Polcevera e solo una in sinistra (area F).

Di seguito vengono descritte, partendo da Ovest verso Est, le principali caratteristiche e le problematiche attualmente presenti in alcune delle suddette aree.

L'area a rischio indicata con "E" è prossima al confine con il Comune di Arenzano e comprende la zona di Crevari; l'alimentazione delle utenze viene normalmente garantita da sorgenti sul versante; nel periodo estivo possono esserci integrazioni su parte delle utenze mediante sollevamento dalla rete di distribuzione costiera. In caso di depauperamento delle sorgenti di versante viene stimato da Mediterranea delle Acque un deficit pari a 3 l/s per le utenze non attualmente collegabili per rilancio dal basso.

Al fine di consentire il sollevamento sarebbe necessario un intervento di potenziamento delle tubazioni esistenti per un tratto di 1 - 1.5 km in settori di versante piuttosto disagiati. Anche lo stesso impianto di sollevamento dovrebbe essere potenziato.

Il gruppo delle sorgenti S 194 - S 200 potrebbe invece essere alimentato dalla parte bassa della rete in caso di criticità senza necessità di interventi particolari.

Per quanto riguarda le criticità dell'area "D" Mediterranea sottolinea la possibilità di collegamento a loro serbatoi esistenti sul versante presso il quartiere "Canova".

Nell'area "A" è stata dedicata particolare attenzione alle sorgenti Lische (S188 - S192) che sono a rischio di interferenza ed in passato sono state utilizzate dall'acquedotto. Attualmente tuttavia Mediterranea, stante gli onerosi costi di manutenzione delle opere di captazione in relazione alla loro produttività, non è interessata al loro utilizzo, tanto che la stessa concessione non è stata rinnovata; pertanto in caso di mancato impatto tali sorgenti potrebbero costituire una fonte alternativa.

Per quanto riguarda l'area "A" Mediterranea non evidenzia particolari criticità in relazione alle utenze presenti; solo case Fico (S287) risulta essere una località isolata con alcune utenze da servire.

Nella zona di Timone (Area "B") l'alimentazione idrica alla discarica proviene dalla rete di Ceranesi attualmente in espansione verso Sud. In caso di problematiche legate all'interferenza con lo scavo della galleria l'allacciamento delle utenze potrà avvenire sia dalla rete di Ceranesi sia da valle con estensione della attuale rete. Le tubazioni attualmente provenienti da Ceranesi non sono adeguate ad assicurare l'approvvigionamento di tutte le utenze presenti nell'area.

La zona di Murta, Area "C", viene raggiunta con sollevamento dal Polcevera per il quale esiste un progetto di potenziamento. Le sorgenti che alimentano Murta sono superficiali e soggette ad intorbidamento. In caso di interferenza e di necessità di allacciamento dal basso sarebbe necessario predisporre l'adeguamento di circa 400 m di tubazione dell'acquedotto.

Per le captazioni in Area "C" (sorgenti S 345, S344, S318...) può essere previsto un allacciamento dal fondovalle presso località Ciambryn.

In zona Est Polcevera (area "F") non esistono situazioni particolarmente critiche in relazione alla possibilità di allacciamento delle utenze eventualmente impattate alla rete esistente.

Per quanto riguarda gli interventi in fase transitoria in caso di compromissione delle risorse attualmente esistenti, si ipotizza un intervento di soccorso immediato, attraverso la predisposizione in campo di serbatoi di compenso. Tali serbatoi verranno ubicati in punti ottimali per un funzionamento a gravità e/o in prossimità dell'utenza; ognuno avrà capacità di 12 m<sup>3</sup>, potranno essere parzialmente interrati e non presenteranno difficoltà tecniche di installazione.

Una volta allacciati alla rete locale si ipotizza il rifornimento tramite autobotti con frequenza 1 - 2 giorni/settimana, in funzione delle esigenze/consumi dei singoli nuclei famigliari allacciati.

Questo schema di soccorso dovrà essere attivabile prima che i lavori di scavo possano interessare le singole aree critiche in modo tale da poter far fronte all'eventuale emergenza in tempo reale.

La sintesi delle proposte per la fase transitoria è riportata nella tavola IDR 0401, in cui sono evidenziate le zone a rischio e l'ipotesi di predisposizione dei serbatoi di soccorso.

Per quanto riguarda gli interventi in fase di esercizio nella corografia della tavola IDR 0402 sono riportate schematicamente le linee generali di intervento da intraprendere per le singole aree in fase di progettazione esecutiva o di costruzione.

In generale per tutte le aree viene previsto il prolungamento e/o il potenziamento delle linee acquedottistiche esistenti, la realizzazione di nuovi allacci e l'installazione di nuovi serbatoi per l'incremento della capacità di compenso e riserva.

Localmente possono essere previste eventuali soluzioni di approvvigionamento mediante sorgenti non soggette a rischio di impatto con la galleria (Utilizzo "troppo pieno" sorgenti esistenti S259, S309 e S310 al servizio acquedotto C.E.P. in area A'), oppure possono essere previste possibilità alternative come lo sfruttamento delle sorgenti miniera in "area B" qualora queste non venissero impattate e presentassero caratteristiche qualitative compatibili con l'utilizzo umano.

Inoltre, al fine di integrare la risorsa pubblica utilizzata per l'eventuale potenziamento dei volumi distribuiti potranno essere potenziati i campi pozzi esistenti sul Torrente Cerusa e sul Torrente Secca.

In concomitanza con l'eventuale riscontro di una o più interferenze verranno comunque studiate, anche in affiancamento con gli Enti Gestori del Servizio Idrico Integrato, le soluzioni più opportune ed economicamente più vantaggiose per gli utenti.

### **3. APPROFONDIMENTO IPOTESI DI REINTEGRO SORGENTI (PROGETTI DI RIPRISTINO)**

#### **3.1 Criteri di individuazione delle aree critiche per le sorgenti adibite ad uso umano (Aree 1 – 6)**

In relazione alle criticità idrogeologiche occorre precisare che le valutazioni delle portate drenate in galleria sono state basate sull'assunzione che i tunnel siano completamente drenanti. In realtà le gallerie situate in Ovest Polcevera, che sono quelle maggiormente soggette alle problematiche di interferenza più rilevanti, saranno scavate prevalentemente con la tecnologia TBM. Tale tecnica prevede l'impermeabilizzazione del cavo tramite la posa di conci di rivestimento a tenuta idraulica e rende pertanto cautelative le previsioni di rischio di impatto. Va tuttavia considerato che in determinati tratti delle gallerie scavate con TBM esiste l'ipotesi di realizzare dei drenaggi, qualora le particolari caratteristiche idrogeologiche non fossero compatibili, a lungo termine, con il rivestimento.

Al fine di individuare delle tipologie standard di intervento sono state scelte delle sorgenti particolarmente a rischio su cui prevedere gli interventi di ripristino della risorsa drenata.

La scelta delle sorgenti è avvenuta con criterio composito. In primo luogo sono state considerate tra tutte le captazioni che vengono utilizzate ad uso umano, 10 sorgenti caratterizzate dall'indice DHI (Drawdown Hazard

Index) più elevato (rif. Relazione Idrogeologica di Progetto<sup>1</sup>). Tale indice valuta il rischio di isterilimento prevedendo un vasto ed esaustivo ventaglio di fattori a prescindere dal puro valore socio economico della captazione. Le captazioni individuate sono tutte di proprietà privata.

A seguito di valutazioni congiunte con l'ente gestore dell'acquedotto pubblico (Mediterranea delle Acque) sono poi state considerate altre tre sorgenti, di proprietà del Comune, il cui drenaggio determinerebbe criticità ad utenze in aree attualmente non collegate alla rete principale. E' emersa così l'esigenza di prevedere soluzioni alternative nella zona di Crevari, per le sorgenti S163 e S165, e nell'area di Murta, in destra Polcevera, per la sorgente S300.

Infine, sono state considerate due captazioni impattate dalla realizzazione di sondaggi geognostici della Gronda. Le problematiche generate dalle perforazioni hanno interessato due aree distinte: la zona di Scarpino e l'area di via Piccardo non distante da Voltri, dove due sorgenti, importanti per l'approvvigionamento locale di gruppi di case isolate e non allacciate all'acquedotto, sono state impattate da altrettanti sondaggi inclinati eseguiti circa in asse alla galleria in progetto. Gli acquiferi che alimentavano la captazioni sono stati drenati parzialmente oppure totalmente dalle perforazioni e le relative acque, caratterizzate da notevoli pressioni, attualmente fuoriescono dalla testa pozzo dei sondaggi.

Presso la discarica di Scarpino la sorgente S353, è stata intercettata dal sondaggio VB7bis; mentre in zona Voltri (via Piccardo) il sondaggio VV7 ha intercettato la sorgente S218. Tali sorgenti attualmente vengono alimentate dalle acque in pressione in uscita dagli stessi sondaggi che assicurano quindi il fabbisogno idrico alle utenze.

Le ipotesi di reintegro sono state previste in considerazione dell'elevatissima probabilità che le acque attualmente drenate dai sondaggi siano a loro volta assorbite dallo scavo della galleria.

Sulla base di quanto specificato nella Tabella 1 viene riportato l'elenco delle sorgenti e delle aree su cui sono state analizzate le ipotesi di intervento. La differente campitura è relativa al criterio di individuazione della sorgente. Con il campo colorato in giallo sono evidenziate le sorgenti individuate sulla base dell'indice DHI (Drawdown Hazard Index) più elevato, in azzurro le sorgenti individuate in base al confronto con Mediterranea delle Acque ed in rosa le aree critiche a seguito delle interferenze dei sondaggi geognostici con sorgenti che alimentano acquedotti locali non collegati all'acquedotto pubblico.

Tra le 10 sorgenti scelte in virtù dell'indice DHI elevato era stata individuata la S 026 (DHI = 0.53), ubicata nell'area del Torrente Branega. Per questa sorgente e per tutto il delicato contesto del subalveo del Branega viene tuttavia esclusa qualsiasi interferenza con lo scavo in quanto, per le basse coperture presenti, le gallerie saranno sia in fase di scavo che in esercizio, pressoché impermeabili, annullando qualsiasi rischio di impatto sugli acquiferi. Nella tabella 1 è stata inserita ugualmente la sorgente ma ad essa non corrisponde un'ipotesi di intervento.

---

<sup>1</sup> "Nodo stradale ed autostradale di Genova - adeguamento del sistema A7 – A10 – A12. IDR 301 Idrologia sotterranea - relazione. SPEA – Hydrodata; maggio 2012.

Codice sorgente	Area di intervento	DHI
S163	Area 1 Crevari	0.25
S165	Area 1 Crevari	0.25
S247	Area 2 Voltri	0.40
S218	Area 3 Voltri – via Piccardo	0.48
S026	Area Branega	0.53
S261	Area 4 Monte Timone	0.45
S263	Area 4 Monte Timone	0.45
S315	Area 4 Monte Timone	0.45
S319	Area 4 Monte Timone	0.53
S358	Area 4 Monte Timone	0.45
S359	Area 4 Monte Timone	0.45
S360	Area 4 Monte Timone	0.45
S353	Area 5 Monte Scarpino – sondaggio VB7 bis	0.44
S344	Area 6 Murta	0.53
S300	Area 6 Murta	0.27

Tabella 1 - Elenco delle sorgenti e delle aree su cui sono state analizzate le ipotesi di intervento.

Nella corografia dell'elaborato IDR 0403 viene riportata l'ubicazione delle sorgenti individuate, mentre specifici riquadri individuano le zone di intervento per la realizzazione dei relativi progetti di ripristino.

### 3.2 Criterio di individuazione delle aree critiche per gli ecosistemi in relazione alle sorgenti di rilevanza floro – faunistica (Area 7)

Il processo metodologico che ha permesso di definire le aree più vulnerabili rispetto alla componenti Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi, fonda le proprie basi sulla teoria del rischio, ormai largamente introdotta ed utilizzata in numerosi ambiti dell'ingegneria.

Adattando tale teoria al tema in esame è stato possibile effettuare una accurata analisi delle aree d'intervento, a partire dall'area vasta, identificando le zone più vulnerabili meritevoli di un maggior grado di attenzione.

In particolare l'analisi è stata suddivisa in due step temporalmente e logicamente successivi. Il primo ha riguardato la definizione del "Rischio Teorico" ovvero il rischio determinato dall'analisi delle specie registrate e catalogate da tutte le fonti bibliografiche disponibili. Questo ha permesso di individuare delle aree maggiormente sensibili, in cui si sono concentrati i sopralluoghi. Il secondo step, realizzato a valle dei sopralluoghi, ha permesso di fornire una taratura dei dati di bibliografia, aggiornandoli con nuove informazioni, e pertanto di giungere al "Rischio Reale", a valle del quale è stato possibile scegliere le aree di intervento.

Pertanto nel primo step sopra definito è stata condotta un'analisi riguardo l'individuazione delle sorgenti di rilevanza naturalistica e la definizione della probabilità, primo parametro per la definizione del rischio teorico.

L'individuazione delle sorgenti di rilevanza naturalistica è avvenuta considerando tutte le sorgenti non utilizzate le cui portate si disperdono totalmente nel territorio e le sorgenti utilizzate, ma dotate di portata tale (> 0.5 l/s) da rendere disponibili nell'ambiente gli eventuali surplus di produzione.(troppo pieno, scarichi, perdite, ecc.).

Per quanto riguarda la definizione del rischio teorico si è fatto riferimento al "Drawdown Hazard Index (DHI) che ha permesso di avere un valore relativo alla possibilità di isterilimento delle sorgenti presenti nell'area d'analisi e comunque interferite dall'opera.

Al fine di giungere alla realizzazione di un'analisi che fosse al tempo stesso rigorosa ma di facile lettura, tale indicatore è stato ritarato, individuando quattro livelli di pericolosità da P1 a pericolosità nulla, sino a P4 grado di pericolosità massima. Una volta individuate le sorgenti, è stato necessario definire le aree di influenza delle sorgenti stesse, a cui fare riferimento, in maniera tale da avere un parametro areale su cui poter sovrapporre i differenti gradi di vulnerabilità presenti "in situ".

A seguito di un'analisi comparata tra le portate delle sorgenti registrate è stata considerata come sufficientemente cautelativa un'area di influenza concentrica rispetto alla sorgente in analisi con diametro di 500 metri. In questo modo si è potuti giungere alla definizione della pericolosità.

Per quanto riguarda la vulnerabilità teorica, come accennato in precedenza, è stata determinata attraverso l'analisi delle fonti bibliografiche messe a disposizione dalla Regione Liguria e tutte le altre fonti disponibili in letteratura. Tale analisi ha riguardato le specie presenti nell'area, con particolare riferimento agli ecosistemi presenti e valutando gli aspetti vegetazionali, floristici e faunistici di interesse. I diversi gradi di vulnerabilità sono stati definiti in funzione della vulnerabilità delle specie all'elemento acqua.

Dalla sovrapposizione tra il quadro delle sorgenti di rilevanza naturalistica e la vulnerabilità teorica è stato definito un rischio teorico che ha portato all'individuazione di 7 aree:

1. Ambito n°1 – Vesima;
2. Ambito n°2 – Versante occidentale Monte Amandola;
3. Ambito n°3 - Torrente Branega;
4. Ambito n°4 – Bric delle Monache;
5. Ambito n°5 – Torrente Varenna;
6. Ambito n°6 – Torrente Chiaravagna;
7. Ambito n°7 – Torrente Ciliegio.

In tali ambiti sono stati eseguiti i sopralluoghi su campo, realizzando sessioni di censimento finalizzate a fornire una caratterizzazione qualitativa, con indicazione del numero e del tipo delle specie presenti in ogni ambito e, in particolare, in riferimento alle singole situazioni a rischio delle sorgenti.

Tutti i dati dei sopralluoghi hanno permesso di effettuare un processo di taratura della vulnerabilità delle aree di analisi, soprattutto attraverso l'aggiornamento e l'integrazione dei dati bibliografici precedentemente consultati.

A questo punto è stato possibile ritrarre le sette aree secondo i dati realmente presenti "in situ", individuando quelle per le quali l'intervento potrebbe comportare significativi effetti e quindi si avrebbe un livello di rischio al di sopra di una soglia definita quale limite di accettabilità.

Tali aree sono:

1. Ambito n°3 Torrente Branega;
2. Ambito n°4 Bric delle Monache.

All'interno di tali ambiti sono stati attivati i processi mitigativi al fine di ridurre a molto basso il livello di rischio dell'interferenza.

Per l'ambito n°3 è prevista la realizzazione di opportuni sistemi di impermeabilizzazione dell'opera, rendendo così la galleria non drenante rispetto alla circolazione idrica sotterranea. Questo permetterà di mantenere inalterata la circolazione idrica, e pertanto resterà inalterato il livello di portata delle sorgenti analizzate, escludendo quindi il rischio di interferenze per gli ecosistemi naturali presenti.

Per l'ambito n°4 (elaborato – IDR 0404) invece, si interverrà attraverso la realizzazione di opere di ripristino, al fine di compensare eventuali deficit idrici; in particolare, verranno realizzati piccoli invasi, applicando i principi dell'ingegneria naturalistica, ad uso floro-faunistico.

### **3.3 Caratteristiche delle aree individuate e soluzioni progettuali proposte**

#### **3.3.1 Area 1 - Crevari**

Nella zona di Crevari sono state individuate 2 sorgenti soggette a rischio di interferenza con le infrastrutture autostradali in progetto: S163 e S165 entrambe situate sul versante a nord ovest della località Borgonuovo.

Le sorgenti alimentano alcuni tratti di acquedotto a servizio del settore ovest della città di Genova (gestito dalla Società Mediterranea delle Acque) con portate misurate di 30-35 l/min ciascuna.



Foto 1 - Opera di captazione della sorgente S163.



Foto 2 - Opera di presa della sorgente S168 con relative pompe.

Sulla base delle indicazioni ricevute dai responsabili tecnici della società Mediterranea delle Acque, ente gestore delle captazioni delle sorgenti S163 e S165, si prevede di sopperire alla eventuale riduzione delle portate provenienti dalle suddette sorgenti aumentando le portate attualmente già pompate da impianti più a valle.

Tale soluzione viene già praticata durante la stagione estiva, quando i contributi delle sorgenti in oggetto si riducono notevolmente.

In caso di completo prosciugamento delle suddette sorgenti, allo scopo di garantire il ripristino delle pressioni di esercizio nel settore di rete interessato, oltre all'incremento delle portate sollevate da valle, dovrà essere adeguato il tratto di condotta che, a partire dalla Via Nuova Crevari, si sviluppa lungo via Vecchia Crevari, via Giacomo Canepa e via Inferiore dell'Olba, fino al serbatoio esistente presso via Superiore dell'Olba.

Inoltre, presso tale serbatoio si prevede l'installazione di una nuova stazione di sollevamento finalizzata a ripristinare le pressioni necessarie nei tratti di acquedotto che si sviluppano sotto via Superiore dell'Olba e via alla Brigna.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) l'adeguamento della derivazione dall'adduzione principale, costituita da una condotta in ghisa grigia DN 150, situata in Via Nuova Crevari;
- b) la posa di una nuova tubazione in Pead De 160 mm PN10 per una lunghezza complessiva di circa 1410 m;
- c) la posa di 2 pozzetti di sfiato e di 2 pozzetti di scarico lungo il nuovo tratto di condotta;
- d) l'adeguamento dello sbocco nel serbatoio esistente presso via Superiore dell'Olba;
- e) la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento presso il suddetto serbatoio con caratteristiche  $Q=2-3$  l/s e  $h=30-50$  m.

### 3.3.2 Area 2 – Voltri

Nella zona di Voltri è stata individuata 1 sorgente soggetta a rischio di interferenza con le infrastrutture autostradali in progetto: è la S247 situata sul versante sottostante lo sbocco della Gallerie delle Grazie in progetto.

Tale sorgente alimenta un serbatoio situato al piede del versante, dotato di impianto di sollevamento, a servizio di tre utenze di tipo irriguo.



Foto 3 - Serbatoio di accumulo con impianto di sollevamento a servizio della sorgente S247.

Per sopperire alle eventuali riduzioni di portate della sorgente S247, eventualmente causate dall'interferenza con le infrastrutture autostradali in progetto, si è valutato l'ipotetico ed eventuale riutilizzo delle acque potenzialmente drenate dalla galleria Amandola Ovest.

In particolare, all'uscita della suddetta galleria, le acque di drenaggio verranno intercettate e convogliate fino al serbatoio esistente descritto in precedenza mediante un tratto di acquedotto complessivamente lungo 660 m di cui: il primo sarà staffato all'impalcato del viadotto Leiro Ovest; immediatamente a valle di tale tratto sarà realizzato un piccolo impianto di sollevamento per sollevare le acque fino al recapito; infine, il secondo tratto di tubo, interrato lungo il versante, raggiungerà il serbatoio esistente di recapito (L=125 m).

In definitiva l'intervento in oggetto prevede:

- a) L'intubamento delle acque di drenaggio provenienti dalla galleria Amandola Ovest con una condotta in Pead De 40 mm PN10 di lunghezza complessiva pari a circa 660 m
- b) Lo staffaggio all'impalcato del viadotto Leiro Ovest e la protezione con guaina protettiva del primo tratto di tale tubazione (L=440 m);
- c) la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento presso il suddetto serbatoio con caratteristiche  $Q=2-1$  l/s e  $h=20$  m.

### 3.3.3 Area 3 – Via Piccardo (sondaggio VV7)

La sorgente S218 alimentava un gruppo di 6 utenze private presso la località La Bruciata fino a quando non è stata prosciugata in conseguenza della realizzazione del sondaggio codificato con la sigla VV7.



Foto 4 - Opera di presa della sorgente S218.

Le acque che in passato fuoriuscivano dalla sorgente, oggi fuoriescono dal foro del sondaggio; per mantenere l'alimentazione alle utenze, si è provveduto al loro intubamento e ricollegamento alla rete esistente.



Foto 5 - Captazione dal foro sondaggio VV7.

Allo scopo di garantire un carico idraulico costante ed un minimo di compenso delle portate, a servizio delle utenze è stato realizzato una piccola vasca in c.a. dotata di chiusura metallica.



Foto 6 - Serbatoio esistente a servizio della sorgente S218.

Per sopperire alle eventuali riduzioni di portate della sorgente S218 si prevede la realizzazione di una nuova condotta interrata che allacci la rete esistente (oggi alimentata dalla suddetta sorgente) al serbatoio dell'acquedotto cittadino situato presso il Quartiere Canova (in corrispondenza del tornante di via 2 dicembre 1944).

La condotta in progetto si svilupperà per la prima parte sotto via Superiore Andrea Potestà e proseguirà sotto via Martiri del Turchino, fino alla località la Bruciata dove, aggirando il versante, raggiungerà la sorgente S218.

In tale posizione sarà realizzato un nuovo serbatoio che garantirà adeguati carico idraulico e volume di compenso per l'alimentazione delle utenze oggi servite dalla stessa sorgente.

Per la posa del serbatoio in progetto (in polietilene, di forma cilindrica, con capacità di almeno 12 mc) sarà ampliato lo spiazzo presso la sorgente S218 e sarà realizzata una struttura in c.a. costituita da un basamento con muro di sostegno sul lato monte per sostenere il versante soprastante. Inoltre, sul lato valle del versante, sia per impedire cedimenti del terreno sottostante le strutture sopra descritte e sia per ridurre gli scavi all'interno del versante sul lato monte, si prevede la realizzazione di una palificata a doppia parete alta 2 m e lunga 8 m.

Una volta posato il serbatoio ed il pozzetto di alloggiamento del valvolame, si procederà al rinterro degli stessi con materiale di risulta degli scavi e con terreno vegetale inerbito. Tale ricoprimento consentirà di proteggere la struttura da agenti esterni ed allo stesso tempo consentirà di mitigare l'impatto visivo delle opere.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) una nuova tubazione in Pead De 90 mm PE10 lunga complessivamente circa 610 m (di cui 430 m sotto viabilità esistente e 180 m interrati sotto piano campagna a mezza costa);
- b) la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento presso il suddetto serbatoio ( $Q=3$  l/s;  $h=55$  m);
- c) la posa di un nuovo serbatoio in polietilene (capacità 12 mc) nelle immediate vicinanze della captazione della sorgente S218;
- d) la realizzazione di un breve tratto di condotta ( $L=10$  m circa) per l'allacciamento del nuovo serbatoio alla rete esistente.

#### 3.3.4 Area 4 - Timone

Gli interventi previsti per il sito in oggetto, riguardano le sorgenti S358-S359-S360 situate nei pressi della località San Pietro ai Prati e le sorgenti S315-S319-S263-S261 situate tra le località C. Granella e C. Pravello sul versante Costa di Serra.

La sorgente indicata con la sigla S358, situata sul versante sottostante la località San Pietro ai Prati, alimenta quattro abitazioni con una portata stimata in 240-300 l/min.



Foto 7 - Opera di captazione della sorgente S358.

In particolare, le acque captate dalla sorgente vengono portate ad un piccolo serbatoio da cui vengono sollevate, mediante una pompa elettrica, verso le utenze poste ad una quota più alta con un dislivello di una ventina di metri.

Il serbatoio e la pompa sono al chiuso, protetti da una struttura in c.a. mentre il tubo di adduzione alle utenze è in pead da 1 pollice.



Foto 8 - Vasca di accumulo dotata di pompa a servizio della sorgente S358.

Sia la sorgente, sia il fabbricato presso cui sono localizzate le utenze, sono collegati alla frazione di San Pietro ai Prati da strade bianche.



Foto 9 - Uno dei fabbricati alimentati dalle acque pompate dalla sorgente S358.

La sorgente indicata con la sigla S359 è situata sul versante adiacente la località San Pietro ai Prati, in corrispondenza della unica abitazione che alimenta con una portata stimata tra 65 e 75 l/min.



Foto 10 - Opera di captazione della sorgente S359.

Anche la sorgente indicata con la sigla S360 è situata sul versante adiacente la località San Pietro ai Prati, in corrispondenza della unica abitazione che alimenta con una portata stimata pari a circa 1-2 l/min



Foto 11 - Opera di captazione della sorgente S360.

La sorgente indicata con la sigla S319 è situata sul versante sottostante la località Timone, ed alimenta l'utenza situata in località Cascina Granella con una portata stimata in circa 3 l/min.



Foto 12 - Opera di captazione della sorgente S319.

La sorgente indicata con la sigla S263, situata presso l'origine del Rio dei Santi, alimenta una abitazione singola situata a circa 70 m a nord con una portata stimata di circa 16-17 l/min.



Foto 13 - Opera di captazione della sorgente S263.

La sorgente indicata con la sigla S315, situata a circa 100 m di distanza dalla S263, alimenta un'unica abitazione situata a breve distanza (circa 100 m) con una portata stimata di circa 13-15 l/min..



Foto 14 - Opera di captazione della sorgente S315.

Infine, la sorgente indicata con la sigla S261, situata a circa 150 m a sud ovest della S315, alimenta un'abbeveratoio.

Le frazioni di Timone e di San Pietro ai Prati sono state recentemente collegate alla rete acquedottistica gestita dalla Società Mediterranea delle Acque. Le immagini sottostanti, riprese presso la località Timone mostrano le evidenze della recente posa in opera.



Foto 15 e Foto 16 - Evidenze della recente posa in opera dell'acquedotto presso la località Timone.

Al momento dei sopralluoghi l'amministrazione locale stava provvedendo a raccogliere le domande per gli allacci da parte degli utenti di via Timone e via San Pietro ai Prati.



Foto 17 - Invito alla presentazione delle richieste di allaccio al nuovo acquedotto esposte presso la località San Pietro ai Prati.

I rami del nuovo acquedotto si sviluppano nei pressi delle utenze alimentate dalle sorgenti descritte in precedenza e pertanto queste potranno essere al loro volta allacciate al nuovo acquedotto mediante la realizzazione di brevi tratti di diramazioni o prolungamenti della nuova rete, peraltro, in alcuni casi, utilizzando predisposizioni già poste in opera.

In particolare, le utenze oggi alimentate dalle sorgenti S359 e S360, situate presso la frazione di San Pietro ai Prati, saranno collegate alla nuova rete, recentemente posata, mediante la realizzazione di un brevissimo tratto di condotta (circa una decina di metri). Infatti, l'allacciamento è probabilmente già stato predisposto in quanto il fabbricato è situato proprio sulla strada principale nella cui sede è stata posata la nuova condotta.

Per quanto riguarda le utenze oggi alimentate dalla sorgente S358, si prevede di realizzare una nuova diramazione sotto la stradina bianca che collega la via San Pietro ai Prati con la cascina in località Cuneo.

Dalla suddetta cascina partiranno ancora due rami che andranno ad alimentare le altre due utenze poste a quote leggermente inferiori sullo stesso versante.

Analoghe soluzioni sono state previste per quanto riguarda le sorgenti S315-S319-S263-S261: nuovi tratti di acquedotto estenderanno la rete già realizzata fino alle utenze interessate.

In particolare, un nuovo ramo raggiungerà l'utenza presso il Rio dei Santi; da questo ramo partiranno due diramazioni verso le altre due utenze da servire. L'utenza alimentata dalla sorgente S319, in località C.na Granella, recentemente è stata allacciata all'acquedotto pubblico.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) una nuova tubazione in Pead De 40 mm PE10 lunga circa 430 m (di cui 355 m sotto viabilità esistente e 75 m interrati sotto piano campagna) per il collegamento delle utenze oggi alimentate dalle sorgenti S358-S359-S360;
- b) una nuova tubazione in Pead De 40 mm PE10 lunga circa 92 m (di cui 3 m sotto viabilità esistente e 89 m interrati sotto piano campagna) per il collegamento delle utenze oggi alimentate dalle sorgenti S315-S319-S263-S261;
- c) una nuova tubazione in Pead De 40 mm PE10 lunga circa 390 m (interrati sotto piano campagna) per il collegamento delle utenze oggi alimentate dalle sorgenti S315-S261;
- d) una nuova tubazione in Pead De 40 mm PE10 lunga circa 80 m (interrati sotto piano campagna) per il collegamento dell'utenza oggi alimentata dalla sorgente S263;

### 3.3.5 Area 5 – Scarpino (sondaggio VB7 bis)

La sorgente S353, situata in prossimità della discarica di località Scarpino, alimentava un acquedotto piuttosto lungo gestito da un consorzio (Acquedotto Priano-Cassinelle) che serve complessivamente 55 famiglie dislocate presso le seguenti vie:

- Via Priano (alcune abitazioni circa il 50% della via)
- Vico Superiore Priano (tutta la via)
- Via Panigaro (2-3 abitazioni)
- Via Cassinelle (tutta la via)
- Via Rivassa (2-3 abitazioni)
- Via San Rocco di Borzoli (tutta la via)
- Vico Molotto (2-3 abitazioni).

In realtà il suddetto acquedotto riceve anche gli apporti da altre cinque sorgenti tuttavia, su una disponibilità complessiva di circa 2 l/s, 1,5 l/s arrivano dalla sorgente S353 e solo 0,5 l/s dalle altre.

Tale sorgente S353 è stata parzialmente prosciugata a causa della realizzazione di un sondaggio nelle immediate vicinanze che ha intercettato l'acquifero che la alimentava.

Per sopperire alla carenza idrica determinatasi in tal modo, si è provveduto a raccogliere le portate che ora fuoriescono dal foro del sondaggio per convogliarle in un piccolo serbatoio interrato in corrispondenza del foro del sondaggio.



Foto 18 e Foto 19 - Serbatoio e stazione di sollevamento presso la captazione dal sondaggio VB7 bis.

Il suddetto serbatoio è dotato di una pompa per mezzo della quale avviene il sollevamento delle acque raccolte fino al pozzetto di presa della sorgente prosciugata.



Foto 20 e Foto 21 - Pozzetto presso la captazione della sorgente S353.

In pratica le acque in uscita dal sondaggio a quota più bassa vengono pompate, attraverso una condotta in PEAD da 2 pollici, nell'opera di presa della sorgente prosciugata. In tal modo si rialimenta l'acquedotto esistente garantendo la disponibilità idrica alle utenze servite.

Il sistema attualmente in funzione presenta diverse problematiche:

- gestione e manutenzione della pompa;
- costi e gestione dell'allacciamento alla rete elettrica.

Anche il primo tratto dell'acquedotto esistente, che dalla sorgente arriva fino al pozzetto presso la località Cassinelle, presenta diversi problemi sebbene sia stato rifatto da pochi anni.

Infatti il tubo in acciaio originale è stato sostituito con un tubo in pead da 2 pollici che però presenta le seguenti criticità:

- è interrato solo a tratti e pertanto i tratti sul piano campagna sono più vulnerabili;
- si sono osservate perdite in diversi punti;
- alcuni tratti attraversano delle incisioni senza alcuna protezione, con rischio di rotture a causa del trasporto solido o del materiale flottante in caso di eventi meteorici intensi.



Foto 22 - Pozzetto presso la località Cassinelle.



Foto 23 - Perdita nel tratto non interrato dell'acquedotto tra la sorgente S353 e lo località Cassinelle (si noti più in basso il vecchio tubo metallico dismesso già sostituito con il tubo in Pead).



Foto 24 - Tratto non interrato dell'acquedotto tra la sorgente S353 e lo località Cassinelle (si noti la vulnerabilità del tubo in corrispondenza dell'attraversamento del fosso naturale).

La soluzione proposta è stata studiata prevedendo la completa dismissione di tutte le attuali captazioni e, di conseguenza, la dismissione del tratto di acquedotto consortile esistente a monte della località San Rocco (dove risultano ubicate le prime utenze del consorzio).

Si prevede quindi l'allacciamento del tratto della rete consortile a valle della località San Rocco alla rete gestita dalla Società Mediterranea delle Acque.

Tale allacciamento avverrà mediante la realizzazione di un nuovo tratto di acquedotto che, a partire dall'incrocio tra via Cassinelle e via Panigaro, raggiungerà la località San Rocco di Borzoli lungo l'omonima strada.

Dati i dislivelli altimetrici tra il punto di allacciamento alla rete acquedottistica cittadina e il punto di arrivo del nuovo ramo, saranno realizzati una stazione di sollevamento a valle ed un serbatoio di compenso a monte adeguati a soddisfare le esigenze di una intera giornata di consumi.

In particolare, l'impianto di sollevamento sarà in grado di pompare 4l/s nelle 8 ore notturne ed il serbatoio di compenso sarà in grado di contenere circa 120 m<sup>3</sup> di acqua in modo da erogare una portata di 2 l/s nelle ore diurne.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) una nuova tubazione in Pead De 63 mm PE16 lunga complessivamente circa 466 m (di cui 366 m sotto viabilità esistente e 100 m interrati sotto piano campagna a mezza costa);
- b) la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento presso la derivazione dall'acquedotto esistente (Q=3 l/s; h=90 m);
- c) la realizzazione di un nuovo serbatoio (capacità 120 mc) presso la località S. Rocco;
- d) l'allacciamento del nuovo serbatoio alla condotta esistente a valle della località S. Rocco.

### 3.3.6 Area 6 – Murta

Nella zona Murta sono state individuate 2 sorgenti soggette a rischio di interferenza con le infrastrutture autostradali in progetto: S300 (situata circa 200 m a nord della località Capanna Croce) e S344 (situata presso la località Cuneo circa 250 m a sud della frazione di Case Gazzo).

La sorgente S300 contribuisce all'alimentazione dell'acquedotto di Murta mentre la sorgente S344 alimenta (con una portata stimata di circa 18 l/min) un serbatoio dotato di impianto di sollevamento a servizio 3 utenze private.



Foto 25 - Captazione della sorgente S300.



Foto 26 - Captazione della sorgente S344.

Per sopperire alla eventuale riduzione degli apporti della sorgente S300 verso le utenze di località C. Chiappino e Capanna Croce si prevede l'adeguamento del tratto di acquedotto compreso tra il serbatoio

esistente il località C. D'Alto e la località Capanna Croce; si prevede anche l'installazione di un impianto di sollevamento presso il suddetto serbatoio in grado di garantire pressione fino alle utenze più alte di Capanna Croce.

Il nuovo tubo sarà in Pead De 160 PN 16 e sarà lungo 610 m.

Per sopperire invece alle eventuali riduzioni di portate in arrivo dalla sorgente S344 si prevede di allacciare le utenze da essa servite al ramo di acquedotto che serve località Case Gazzo.

A tale scopo si prevede di adeguare il tratto di acquedotto esistente tra la località C. D'Alto e località Case Gazzo con la posa in opera di un nuovo tubo in Pead De 40 PN 10 ed il prolungamento di tale tubo, da Case Gazzo fino alla località Cuneo, con una condotta di analoghe caratteristiche interrata lungo il versante che divide le suddette località.

Il tratto di condotta in sostituzione dell'esistente (che sarà interrato nelle sede della viabilità comunale) sarà lungo 540 m mentre il prolungamento interrato sotto piano campagna sarà complessivamente lungo 275 m.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) L'adeguamento di un tratto di acquedotto esistente (verso la località Capanna Croce) mediante la posa di nuova tubazione in Pead De 160 mm PN16 lunga complessivamente circa 610 m (di cui 395 m sotto viabilità esistente asfaltata e 215 m interrati sotto piano campagna);
- b) l'adeguamento di un tratto di acquedotto esistente (verso la località Case Gazzo) mediante la posa di nuova tubazione in Pead De 40 mm PN10 lunga complessivamente circa 540 m (di cui 425 m sotto viabilità esistente asfaltata e 115 m interrati sotto piano campagna);
- c) la realizzazione di una nuova tubazione in Pead De 40 mm PE10 (per alimentare le utenze presso la località Cuneo) lunga complessivamente circa 210 m (di cui 15 m sotto viabilità esistente e 195 m interrati sotto piano campagna a mezza costa);
- d) una nuova tubazione in Pead De 40 mm PE10 (per alimentare le utenze allacciate alimentate dalla sorgente S344) lunga complessivamente circa 65 m (di cui 25 m sotto viabilità esistente e 40 m interrati sotto piano campagna).

### 3.3.7 Area 7 – Bric delle Monache

La tipologia di intervento proposta è volta alla riqualificazione di ambiti che potenzialmente possono subire modifiche a causa di un eventuale mancato apporto idrico dalle sorgenti a rischio.

Si tratta di interventi di rinaturalizzazione che hanno come obiettivo primario lo sviluppo ed il miglioramento degli aspetti naturalistici-ambientali locali e di favorire le condizioni per la ripresa di processi naturali per cui è necessaria la presenza di acqua.

Per gli interventi in questi ambiti è opportuno ricorrere a tecniche di ingegneria naturalistica in quanto esse garantiscono una maggiore durabilità, un inserimento paesaggistico più consona e una minore alterazione dei parametri chimici delle acque.

Nelle opere di ingegneria naturalistica si utilizzano materiali naturali quali legname, pietrame, essenze vegetali. La scelta specifica dei materiali deve essere effettuata tenendo conto delle specifiche dei luoghi,

possibilmente riutilizzando materiali presenti in sito. In particolare il pietrame deve essere litologicamente uguale o simile a quello della roccia in posto.

È inoltre opportuno che nella progettazione e nella realizzazione di opere di questo genere si ponga particolare attenzione per l'aspetto estetico finale degli interventi, prediligendo ove possibili morfologie irregolari e naturaliformi.

Un possibile intervento per il ripristino e la riqualificazione di ambienti del tipo di quelli interessati può consistere nella realizzazione di opere trasversali lungo i corsi d'acqua o al fianco delle sponde dell'alveo inciso finalizzate alla regimazione dei deflussi ed allo stipaggio di acqua.



Foto 27 e foto 28 – Esempi di opere trasversali al corso d'acqua per lo stipaggio e la ripartizione di acqua.

In particolare l'intervento proposto prevede la realizzazione di piccoli invasi di forma irregolare aventi impronta planimetrica estesa circa 50-60 m<sup>2</sup> e profondità comprese tra 1.0 m e 0.5 m.

Le suddette opere saranno realizzate in due siti: sul rio delle Frane a quota di circa 230 m s.l.m. (a monte della ferrovia Ovada-Genova) e sul rio Acqua Solforosa ad una quota di 155 m s.l.m. (a valle della ferrovia Ovada-Genova).

In particolare i due invasi saranno realizzati come di seguito descritto:

- scavo di scotico e di modellamento del fondo su una superficie di circa 50 m<sup>2</sup> con profondità variabili tra 1.0 e 0.5 m;
- posa di un letto di sabbia spesso mediamente 0.2 m;
- distesa di un telo impermeabile in PVC (del tipo atossico, rinforzato e resistente al gelo) di spessore min. 0.5 cm; il telo dovrà fuoriuscire dal ciglio dello stagno di almeno 1.5 m per poter essere fissato mediante posa dei massi;
- distesa di uno strato spesso 30 cm di misto terra e sabbia per ricoprire il telo impermeabile e rendere il fondo naturale;
- posa in opera di massi e pietrame per la realizzazione del rivestimento laterale che fisserà anche il telo impermeabile al terreno; i massi avranno pezzatura minima di 50-70 cm e saranno disposti alla rinfusa lungo tutto il perimetro dello stagno.

## **4. RECUPERO DELLE ACQUE POTENZIALMENTE DRENABILI DALLO SCAVO DELLE GALLERIE**

### **4.1 Considerazioni di riepilogo sulle valutazioni dello studio idrogeologico di progetto**

Le valutazioni a scala “complessiva” relative all’interferenza delle gallerie in progetto con gli acquiferi, sono state prevalentemente basate sull’utilizzo di modelli empirici e semi-analitici riconosciuti e validati nella letteratura tecnica mondiale, ovvero in particolare:

- il metodo delle curve di Heuer (2005) per la valutazione delle portate di afflusso in galleria a drenaggio libero;
- il metodo dell’indice DHI (“Drawdown Hazard Index”) per la stima degli effetti indotti dal drenaggio sul sistema sorgentizio e delle utilizzazioni idriche.

Con riferimento alla valutazione complessiva degli afflussi in galleria, il modello numerico è stato applicato in forma parametrica su sezione bidimensionale, unicamente al fine di validare o eventualmente calibrare i risultati derivanti dalle formulazioni sperimentali.

In tal senso, nel campo dei parametri idrodinamici e dei carichi statici caratterizzanti il tracciato delle gallerie in esame, si è evidenziata la sostanziale corrispondenza dei risultati del modello di flusso (applicazioni in regime permanente e a parametri costanti) con il calcolo a partire dalla relazione di Heuer. Tale metodo, partendo da un’analisi statistica dei risultati delle prove di permeabilità in foro eseguite sui vari complessi rocciosi, propone una valutazione delle venute d’acqua al fronte, in funzione del carico idraulico a cui è soggetta la galleria.

Il quadro delle stime effettuate con il metodo di Heuer per le gallerie in progetto in cui il drenaggio è significativo è riportato nei grafici di Figura 1, Figura 2 Figura 3 Figura 4 e Figura 5..

Fermo restando la reale difficoltà a giungere a valutazioni attendibili e deterministiche, anche in riferimento ad un modello geologico di per sé necessariamente approssimato, si ritiene di aver introdotto già nelle valutazioni stesse elementi di cautelatività, quali in particolare l’ipotesi di una saturazione continua lungo il profilo galleria, altezze d’acqua statiche prossime al piano campagna, applicazione del metodo con e senza il fattore di riduzione RF della conducibilità idraulica con la profondità.

Per approfondimenti ulteriori in merito si rimanda, comunque, alla relazione idrogeologica di progetto.

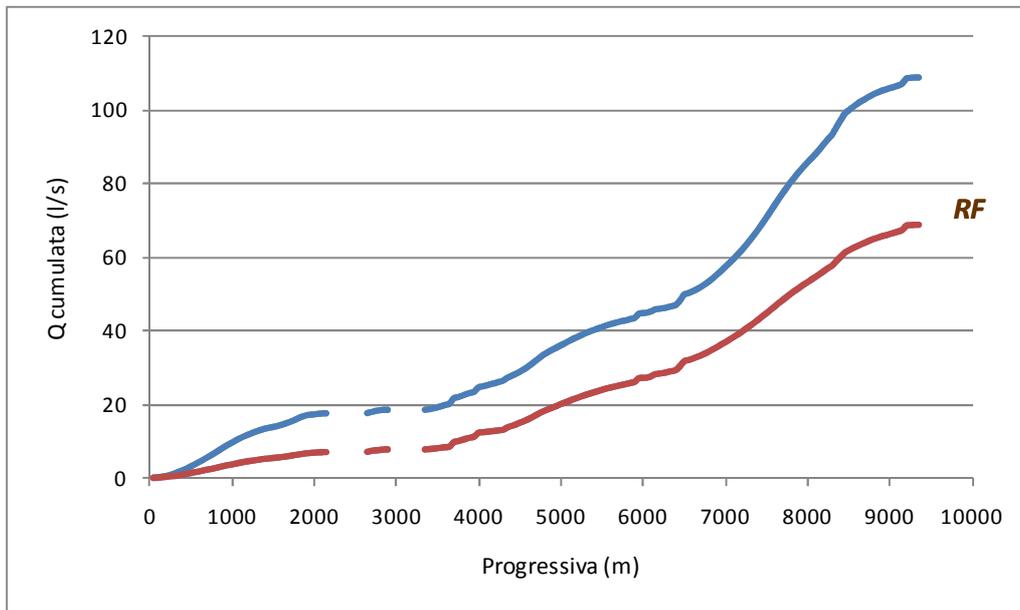


Figura 1 - Gallerie Borgonuovo, Voltri, 3 Amandola: stima delle portate di drenaggio cumulate, in regime stabilizzato, mediante il metodo empirico di Heuer (2005).

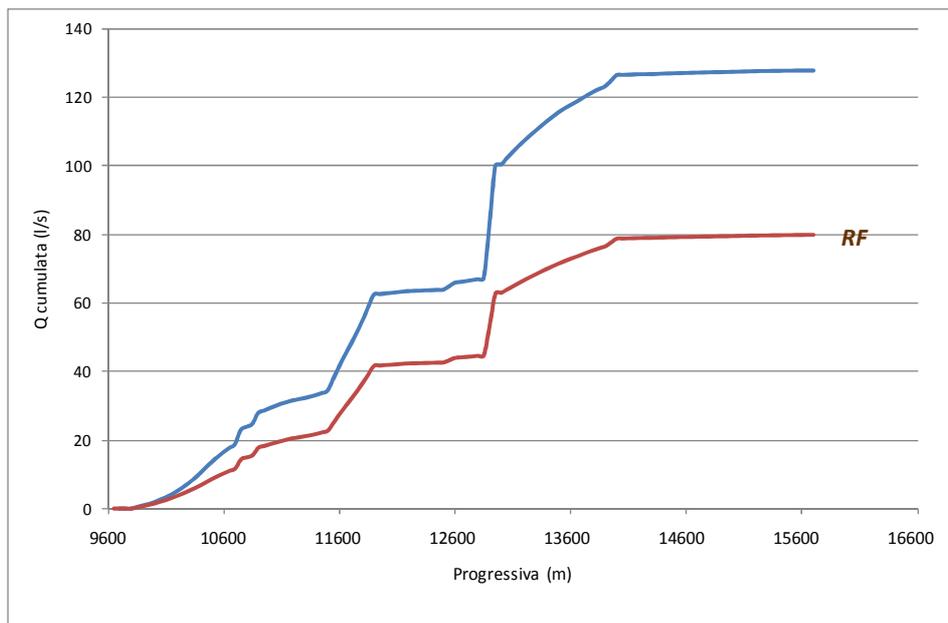


Figura 2 - Galleria Monterosso: stima delle portate di drenaggio cumulate, in regime stabilizzato, mediante il metodo empirico di Heuer (2005).

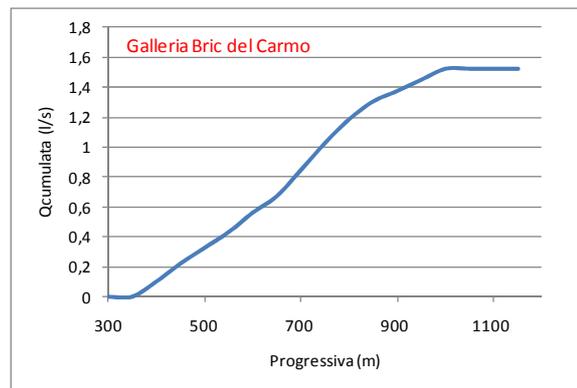
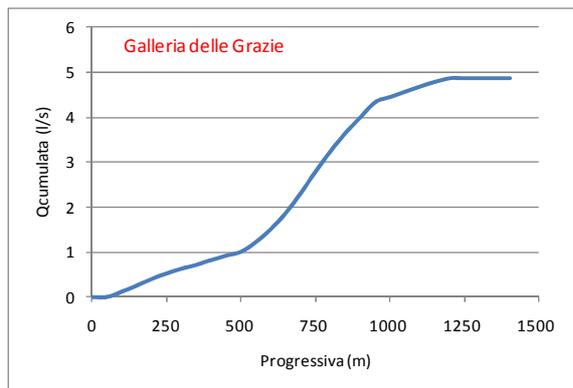


Figura 3 - Gallerie Bric del Carmo e delle Grazie: stima delle portate di drenaggio cumulate, in regime stabilizzato, mediante il metodo empirico di Heuer (2005).

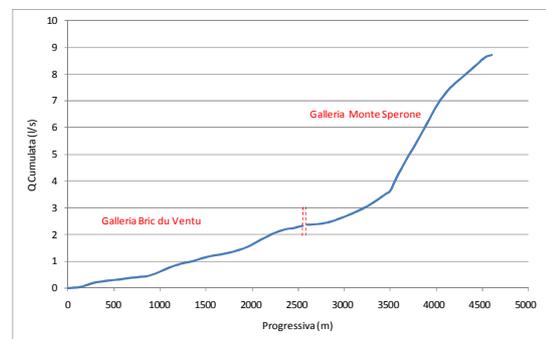
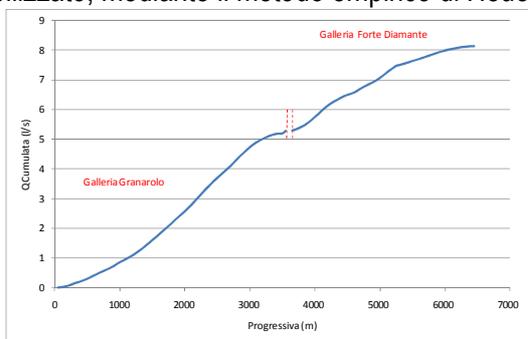


Figura 4 - Settore E Torrente Polcevera, ASSE 3 (galleria Granarolo, galleria Forte Diamante): stima delle portate Heuer (2005).

Figura 5 - Settore E Torrente Polcevera, ASSE 4 (galleria Bric du Ventu, galleria Monte Sperone): stima delle portate Heuer (2005).

Lo studio idrogeologico ha considerato tutte le gallerie della Gronda, comprese quelle scavate con TBM, drenanti in tutta lunghezza ai fini del calcolo degli impatti sulle risorse idriche.

Con questa ipotesi sono state calcolate le portate potenzialmente drenabili dalle gallerie, che, nel caso risultassero disponibili, potrebbero essere riutilizzate a favore del territorio. Dai risultati dello studio emerge che le quantità emunte potrebbero essere riutilizzate solo per le gallerie situate in Ovest Polcevera, realizzate principalmente in TBM. In Est Polcevera il contesto idrogeologico è radicalmente diverso e gli acquiferi contenuti entro le sequenze flyshiodi di pertinenza appenninica sono caratterizzati da minori apporti complessivi; inoltre non si sono segnalate particolari criticità nel quadro delle interferenze con le utenze locali.

Come già accennato nel paragrafo 3.1, tuttavia, occorre puntualizzare che la tecnologia TBM prevede, in generale, la realizzazione di gallerie impermeabili tramite la posa di conci di rivestimento a tenuta idraulica in fase di esercizio e tramite contropressione nella camera di scavo in fase di avanzamento. In alcuni tratti tuttavia per particolari condizioni idrogeologiche (presenza di lineamenti strutturali, elevato grado di fratturazione, carichi idrostatici molto elevati, ecc.) potrebbe essere necessario drenare la falda per ridurre i carichi idraulici elevati e tali da non essere compatibili, a lungo termine, con il rivestimento.

In questi eventuali tratti drenanti saranno previste due tipologie di captazione:

- tramite apposite nicchie di drenaggio, dotate di dreni profondi e vasca di raccolta, da realizzare nei tratti potenzialmente più produttivi dal punto di vista dell'emungimento e finalizzati all'utilizzo idropotabile;
- tramite drenaggio distribuito del cavo, ad utilizzo non pregiato.

#### 4.2 Individuazione tratti potenzialmente più produttivi

Come emerso dallo studio idrogeologico e dalle premesse di ordine progettuale, qualora si verificassero apporti idrici nelle gallerie in progetto, questi tenderanno a non avere un carattere puntuale ma a disperdersi lungo settori caratterizzati da maggior grado di fratturazione.

Obiettivo primario per la previsione del recupero ad uso idropotabile delle acque potenzialmente drenate dalle gallerie è stato pertanto quello di individuare i settori più produttivi e possibilmente meno dispersi lungo lo sviluppo lineare in quei tratti dove la galleria, stante le attuali conoscenze idrogeologiche, non potrà essere impermeabilizzata.

In fase di studio progettuale l'insieme delle indagini eseguite ha consentito lo sviluppo sia di modelli teorici che numerici (questi ultimi per aree circoscritte) di circolazione delle acque; sulla base del quadro idrogeologico emerso la valutazione dei flussi idrici nelle gallerie è stata effettuata applicando il metodo semiempirico di Heuer.

Dall'analisi dei risultati ottenuti con tale metodo, sono stati individuati i settori in cui è maggiore la probabilità di osservare delle venute idriche più concentrate e di entità significativa per lo sfruttamento idropotabile; per ogni settore viene anche fornita un'indicazione di massima del valore di portata drenabile.

Le indicazioni relative allo sviluppo lineare dei tratti potenzialmente più ricchi di venute idriche captabili e la stima della portata drenabile dalla galleria è da ritenersi un'indicazione di massima necessariamente da ricalibrare in fase di avanzamento dello scavo dove potranno essere più o meno confermate le interpretazioni di progetto.

Nella corografia dell'elaborato IDR 0413 vengono evidenziati sul tracciato in progetto i tratti potenzialmente più favorevoli all'intercettazione delle venute idriche. Nella Figura 8 vengono invece schematizzati i tratti potenzialmente caratterizzati da circolazione idrica significativa oltre allo schema tipologico di sfruttamento. Nella Tabella 2 vengono riepilogate le caratteristiche dei settori individuati in relazione alla presenza di circolazione idrica.

Galleria	Tratto di interesse idrogeologico	Progressive di progetto (Km)	Sviluppo lineare tratto individuato (m)	Spessore in calotta (m)	portata stimata (*) (l/s)
Amandola	Voltri Via Piccardo	3650 - 4000	350	85 – 105	4.0
Amandola	Area Branega	5900 - 6600	700	20 – 100	7.0
Monterosso	Monte Contessa	10450 - 10750	300	265 – 410	10.0
Monterosso	Timone	11500 – 11900	400	175 – 235	30.0
Monterosso	Scarpino	12900 – 13000	100	410 – 475	30.0
Monterosso	Monte Gazzo - Murta	13900 – 14050	150	175 - 220	5.0

(\*) la portata è valutata sulla base degli elementi progettuali disponibili da verificare in fase di esecuzione delle opere.

Tabella 2 - caratteristiche dei settori individuati in relazione alla presenza di circolazione idrica

### 4.3 Ubicazione delle nicchie di drenaggio per uso idropotabile

Una volta individuati i tratti potenzialmente più produttivi è stata valutata l'ubicazione ottimale delle nicchie drenanti in relazione ai vincoli di progetto (tratti di galleria sicuramente impermeabilizzati e non drenanti, livelletta del piano di progetto, ecc...) ed alla presenza di contesti ragionevolmente approvvigionabili. Già a partire dall'individuazione dei settori più favorevoli al drenaggio delle venute idriche la realizzazione di nicchie ad uso idropotabile è stata ristretta ad alcuni tratti delle due gallerie principali della Gronda: Amandola e Monterosso.

I flussi drenati, per convenienza e praticità della realizzazione e gestione delle opere di presa, devono essere infatti adottati verso l'esterno per gravità ed una volta fuori dalla galleria devono poter essere convenientemente adottati alle utenze oppure agli impianti.

#### 4.3.1 Galleria Amandola

Nel caso della galleria Amandola la pendenza è rivolta per l'intero sviluppo verso l'imbocco Ovest lato Savona che non dista molto dall'impianto "Giacomo Parodi ex acquedotto De Ferrari – Galliera" attualmente gestito da Mediterranea delle Acque (progetto 1 - IDR 0415). Tale impianto potrebbe pertanto ricevere le acque drenate da nicchie poste in corrispondenza del tratto alle progressive Km 3+650 – 4+000. Lo sviluppo lineare delle condotte in galleria è limitato a poche centinaia di metri; quindi, a partire dallo sbocco Ovest della galleria, la tubazione di adduzione dovrà attraversare il viadotto sul Leira e la galleria Voltri, oltrepassata quest'ultima, raggiungerà l'impianto dell'acquedotto attraversando un tratto di pendio naturale.

Un altro tratto caratterizzato da possibili apporti idrici significativi e relativamente concentrati è rappresentato dalla zona di subalveo del Torrente Branega. Tuttavia la realizzazione di nicchie di drenaggio in questo tratto contrasta con la previsione di impermeabilizzazione della galleria finalizzata ad evitare l'interferenza con la circolazione idrica sotterranea e superficiale in un tratto in cui gli spessori in copertura si riducono anche a poche decine di metri.

Stando alle indicazioni di progetto sulla galleria Amandola non risulta conveniente la realizzazione di altre nicchie in considerazione del fatto che il drenaggio tende ad essere diffuso lungo lo sviluppo lineare senza evidenziare significative concentrazioni degli apporti.

#### 4.3.2 Galleria Monterosso

La galleria Monterosso a differenza della Amandola è caratterizzata da un cambio di livelletta circa alla progressiva km 12+400. Un tratto di circa 2800 m quindi pende verso Ovest (incisione valliva del Torrente Varenna), mentre i restanti 3450 m sono inclinati verso Est in direzione della Val Polcevera.

Nel tratto di "pertinenza" del Varenna sono stati individuati due settori potenzialmente adatti al drenaggio di acque di pregio, tuttavia l'adduzione di acque potabili verso il fondovalle del Varenna non ha rilevanza per le soluzioni delle problematiche di ripristino delle risorse idropotabili; non si ritiene pertanto conveniente la predisposizione di nicchie di captazione.

Il settore pendente verso la Val Polcevera è caratterizzato dalla presenza di due tratti potenzialmente sfruttabili. Uno dei due è ubicato circa in asse con la zona di Scarpino dove valutazioni di progetto supportate

da indagini sperimentali (prove di pompaggio a supporto della modellistica tridimensionale) hanno permesso di individuare apporti idrici potenzialmente significativi.

La realizzazione di nicchie di drenaggio è pertanto fattibile in corrispondenza delle progressive km 12+900 – 13+000 e km 13+900 – 14+050. I flussi verranno addotti verso la Val Polcevera dove, seguendo in massima parte il tracciato delle condotte esistenti dell'acquedotto, potranno raggiungere l'impianto di Mediterranea delle Acque presso Teglia (Progetto 2 – IDR 0416).

#### **4.4 Caratteristiche generali di opere di presa in galleria ad uso idropotabile**

Lo scavo di gallerie in roccia può intercettare la circolazione idrica sotterranea; nella maggior parte dei casi le venute idriche avvengono diffusamente lungo lo sviluppo lineare del cavo, in corrispondenza dei settori caratterizzati da maggiore fratturazione. Talvolta, ma in casi decisamente meno frequenti, si possono verificare apporti notevoli in un'area di ampiezza molto limitata che semplificano la realizzazione degli eventuali sistemi di captazione.

Il riutilizzo e la valorizzazione delle acque drenate in galleria può rappresentare una opportunità che deve essere accuratamente valutata.

Spesso i sistemi di drenaggio delle gallerie rilasciano le acque nel reticolo idrografico circostante oppure le riutilizzano come risorsa non di pregio (per esempio impianti antincendio); esistono tuttavia diversi esempi di riutilizzazione a scopi idropotabili con tipologia di captazione variabile a seconda delle modalità locali di circolazione idrica e di afflusso in galleria.

Sostanzialmente la maggior parte delle captazioni comunemente realizzate in gallerie stradali o ferroviarie prevede la realizzazione di nicchie, talvolta abbinate a cunicoli drenanti, che possono essere provvisti di fori con drenaggi. Gli apporti possono essere prima raccolti in una vasca di decantazione e poi addotti verso l'esterno oppure possono essere fatti confluire direttamente nel collettore di mandata fuori della galleria verso gli impianti dell'acquedotto.

Nella Figura 6 si riporta un esempio di captazione d'acqua in galleria stradale scavata in area alpina in Francia. Dal tunnel principale si diparte un cunicolo lungo 40 m avente sezione di 2.5 x 2.3 m progettato per l'uso potabile delle acque.

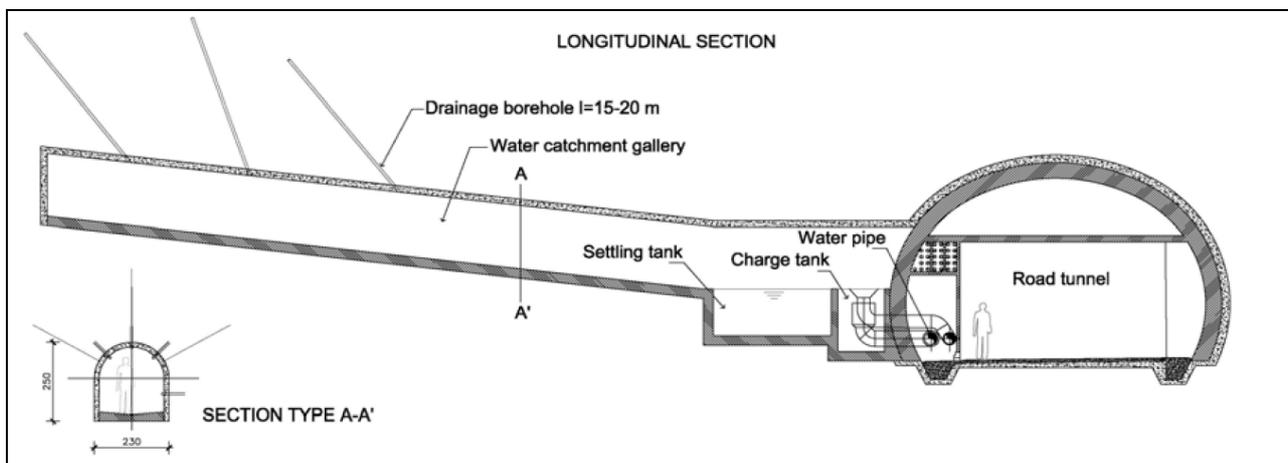


Figura 6 - Tratta da "Water Resources Management in Tunneling: insights in the decision making process to improve tunnels environmental sustainability – Dematteis, Torre, Looser".

Nella Figura 7 si riporta uno schema planimetrico del dispositivo drenante delle acque in corrispondenza di un tratto della galleria Gran Sasso che ha intercettato importanti flussi idrici già sfruttati da captazioni di uso pubbliche e che poi sono stati restituiti all'acquedotto.

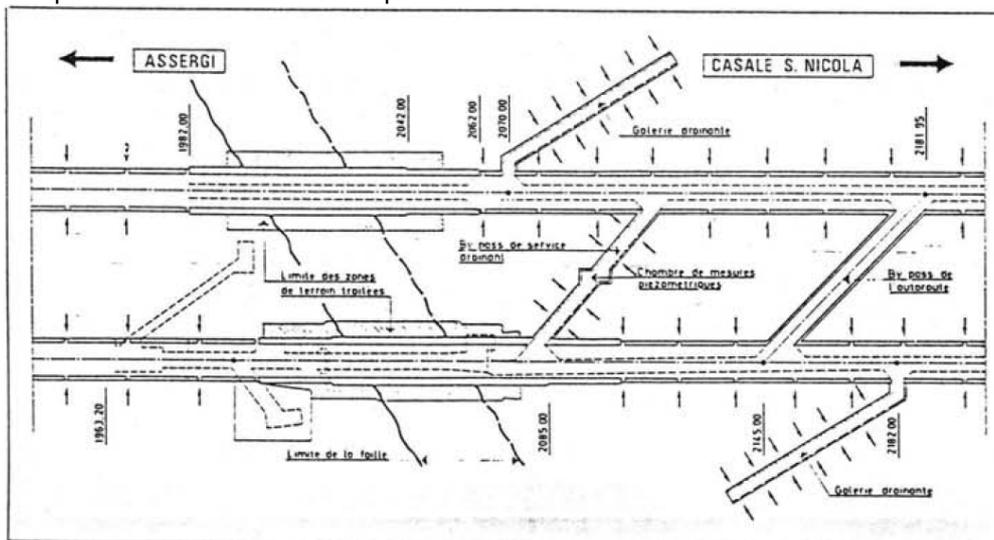


Figura 7 - Tratta da "Tunnel autoroutier du Gran Sasso; Traversè de la Faille de l a Valle Freda" Boutitie, Lunardi".

Un esempio di sfruttamento delle acque drenate da un'opera autostradale lungo buona parte del suo sviluppo è quello relativo alla galleria Mottarone dell'Autostrada A 26 dei laghi, dove un sistema comprendente 7 nicchie è stato realizzato lungo lo sviluppo della galleria (foto 28 - 31). Ogni nicchia è dotata di 20 - 30 fori drenanti per un totale di 183 dreni. La lunghezza di ogni dreno nell'ammasso roccioso è di 40 m con tratto microfessurato di circa 34 m. Un sistema di valvole regola gli afflussi delle acque raccolte. Il collettore che raccorda le sette nicchie e porta l'acqua fuori dalla galleria è costituito da un tubo in PVC di diametro pari a 100 mm con uno sviluppo di oltre 1.200 m lineari.

La risorsa viene raccolta ed addotta ad un serbatoio dell'acquedotto di Stresa che la immette nelle sua rete di distribuzione. La portata complessiva sfruttata dall'acquedotto risulta mediamente circa 10 l/s.

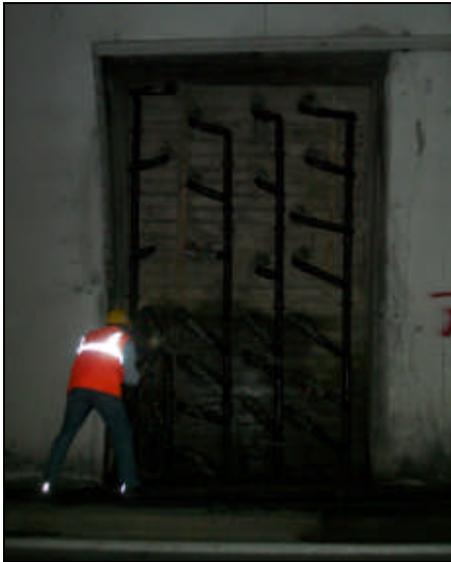


Foto 29 - Sistema di dreni e valvole nella nicchia numero 7.



Foto 30 - Sistema di dreni e valvole nella nicchia.



Foto 31 - Sistema di dreni e valvole nella nicchia numero 5.



Foto 32 Collegamento tra i dreni ed il collettore principale di adduzione all'esterno della galleria.

Nella foto 32 - 33 si riporta una tipologia di nicchia drenante realizzata nella galleria Val di Sambro in costruzione sulla Variante di Valico tra Sasso Marconi e Barberino di Mugello. Dalla nicchia scavata alcuni metri entro la roccia si dipartono dreni di lunghezza variabile da 20 a 40 m che vengono raccolti in un'unica tubazione per essere successivamente allontanati verso l'uscita della galleria. Tale opera non è finalizzata nello specifico allo sfruttamento potabile delle acque intercettare anche se può avere una certa validità come tipologia di realizzazione.



Foto 33 Nicchia nella galleria da cui si dipartono i dreni perforati in roccia.



Foto 34 - Sistema di dreni perforati negli ammassi rocciosi a lato e soprastanti la galleria.

Nel complesso la vulnerabilità della captazione si riduce aumentando la separazione tra opera stradale e sistema di drenaggio e raccolta delle acque. A tale proposito occorre infatti aggiungere che è necessario tenere in considerazione gli aspetti normativi che regolano le concessioni di sfruttamento dell'acqua e la salvaguardia della vulnerabilità della captazione.

#### 4.5 Progetto tipologico di nicchia di drenaggio in galleria ad uso idropotabile

Per realizzare l'opera di captazione sarà costruito, ortogonalmente alla canna principale della carreggiata Ovest, un tratto di galleria avente caratteristiche e dimensioni analoghe a quelle dei tunnel di by-pass pedonali previsti per i collegamenti intermedi tra le carreggiate.

Il tratto di galleria sopra descritto verrà realizzato in corrispondenza di tratti caratterizzati da venute idriche significative intercettate dalla galleria principale, si spingerà verso l'interno del versante per circa 4 - 5 m ed avrà un diametro di circa 4 m. In tal modo sarà realizzato uno spazio protetto per poter collocare i mezzi e le attrezzature necessari per la realizzazione dell'opera di captazione vera e propria; successivamente costituirà una intercapedine – barriera di protezione della nicchia drenante.

Oltre l'opera sopra descritta, lo scavo proseguirà per ulteriori circa 4 m all'interno della roccia con tecniche di escavazione e di consolidamento tali da consentire la captazione delle fuoriuscite di acqua dalle fratture della roccia.

Allo scopo di aumentare la quantità di acqua captata, nel tratto terminale di questo secondo tratto saranno posti in opera una serie di dreni (disposizione sub orizzontale a raggiera) lunghi circa 30 m.

Il fondo di tale tratto sarà invece rivestito ed impermeabilizzato in modo da formare una vasca di accumulo.

La zona di captazione sarà separata dal primo tratto per mezzo di un setto in c.a. dotato di scale e porta per l'accesso dall'esterno; saranno inoltre previsti uno scarico di fondo per la rimozione di eventuale sedimento ed uno scarico di troppo pieno allo scopo di impedire, in caso di eventuali eccedenze o di eventuali sospensioni di funzionamento dell'impianto di sollevamento, deflussi verso il piano viabile della galleria principale.

Tali scarichi saranno collegati al collettore posto nella sede viaria della galleria principale, previsto per lo smaltimento delle acque di piattaforma (vedi particolari nella tavola IDR414).

#### 4.6 Riutilizzo delle acque non di pregio drenate dalle gallerie

Parallelamente alle ipotesi di captazione delle acque per l'utilizzo idropotabile sono state anche considerate delle ipotesi di sfruttamento dei flussi eventualmente intercettabili da sistemi di drenaggio della galleria qualora vi fosse l'esigenza di abbattere l'eccesso di carico idrostatico. Tali acque, venendo a contatto con i sistemi di drenaggio della galleria, risulterebbero "non pregiate" e quindi destinabili ad usi differenti da quello umano in mancanza di adeguato trattamento.

A seguito di un confronto con rappresentanti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e del Corpo Forestale dello Stato sono state individuate delle aree nelle quali sono stati sviluppati progetti di riutilizzo ad uso antincendio delle risorse idriche non di pregio, eventualmente drenate dalle gallerie. Tali interventi sono stati previsti in aree caratterizzate da un'elevata incidenza degli incendi boschivi, da una difficoltà di reperimento in loco delle risorse necessarie per fronteggiare i suddetti eventi e dimensionati in funzione delle indicazioni tecniche fornite dai Soggetti interessati, di seguito riassunte:

- Caratteristiche minime della rete antincendio:
  - Serbatoio di capacità minima 50 m<sup>3</sup>;
  - Bocchette antincendio con portata di 300 l/min e pressione 3 bar;
- Caratteristiche minime vasca per rifornimento velivoli:
  - Dimensioni minime 8m x 8m x 3m.

Come precedentemente descritto (rif. Paragrafi 3.1 e 4.1) gli studi idrogeologici di progetto finora svolti hanno considerato le gallerie come completamente drenanti, quantificando gli apporti in galleria secondo quanto riportato in Tabella 3.

Galleria	Portata drenata in equilibrio (l/s)
Borgonuovo	7 - 17 l/s
Amandola	60 - 90 l/s
Monterosso	40 - 70 l/s
Delle Grazie	5 - 7 l/s

Tabella 3

Il riutilizzo e la valorizzazione anche solo di una parte di tali volumi potrebbe comunque rappresentare un'opportunità.

Nella Figura 8, dove vengono riepilogate tutte le modalità di sfruttamento e riutilizzo della risorsa eventualmente drenabile dalle gallerie, sono schematizzati anche gli interventi per gli utilizzi antincendio. Occorre sempre sottolineare come tali indicazioni costituiscano un riferimento da ricalibrare in fase di esecuzione dello scavo e di verifica delle ipotesi progettuali.

#### 4.7 Descrizione delle ipotesi di recupero delle acque potenzialmente drenate

Nel seguito si fornisce una descrizione più dettagliata delle soluzioni proposte.

#### 4.7.1 Progetto 1 - Impianto Parodi (recupero ad uso idropotabile)

Si prevede di intubare le acque eventualmente drenate dalla galleria Amandola, collettandole fino allo sbocco della galleria Voltri lato Savona (staffando una parte della condotta al viadotto Leira); qui verrà posato un secondo tratto di condotta che, scendendo lungo il versante sottostante il viadotto Cerusa, raggiungerà l'impianto di potabilizzazione "Parodi" gestito dalla Società Mediterranea delle Acque situato nel fondovalle del torrente Cerusa.

Si prevede inoltre di raccogliere le acque drenate dalla galleria "delle Grazie" che verrebbero scaricate attraverso un microtunnel in progetto il cui sbocco è localizzato nel Torrente Cerusa poco a valle dell'impianto di depurazione sopraccitato.

In tale microtunnel verrebbero posate due condotte: una per lo scarico delle eventuali acque di piattaforma ed una per il collettamento delle acque di drenaggio. Le prime verrebbero scaricate nel Cerusa mentre le acque di drenaggio verrebbero coltate verso il suddetto impianto Parodi.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) la posa di una nuova tubazione in Pead De 160 mm PN16 per una lunghezza complessiva di circa 1260 per il collettamento delle acque prelevate dalla galleria Amandola di cui:
  - 280 m intubati nella galleria Voltri;
  - 440 m staffati al viadotto Leira;
  - 540 m intubati nella galleria Amandola;
- b) la posa di una nuova tubazione in Pead De 160 mm PN16 per una lunghezza complessiva di circa 400 per il collettamento delle acque prelevate dalla galleria "delle Grazie" di cui:
  - 180 m intubati nel microtunnel dalla galleria Voltri;
  - 220 m interrati dallo sbocco del suddetto microtunnel all'impianto Parodi.

Si precisa che l'eventuale riutilizzo a scopo idropotabile delle acque di minor pregio drenate dalla Galleria "delle Grazie" e dalla galleria "Amandola" in aggiunta a quelle di pregio prelevate dalle apposite nicchie potrà essere attuato solo previo adeguato trattamento.

#### 4.7.2 Progetto 2 - Impianto di Teglia (recupero ad uso idropotabile)

Si prevede di intubare le acque eventualmente drenate dalla galleria Monterosso, collettandole fino all'impianto di potabilizzazione gestito dalla Società Mediterranea delle Acque in località Teglia.

In pratica sarà realizzato un nuovo tratto di acquedotto che dalla galleria Monterosso (imbocco lato Genova) raggiungerà l'impianto di depurazione "Teglia" gestito dalla Società Mediterranea delle Acque.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) la posa di una nuova tubazione in Pead De 160 mm PN16 per una lunghezza complessiva di circa 2600 per il collettamento delle acque prelevate dalla galleria Amandola di cui:
  - 650 m intubati nella galleria Monterosso;
  - 50 m interrati sul versante presso la località Carrettini;
  - 60 m staffati al ponte di via Perlasca in Genova;

- 2050 m intubati sotto la viabilità cittadina presso la zona di Bolzaneto in Genova.

Si precisa che il riutilizzo delle acque di minor pregio drenate dalla Galleria "Monterosso" in aggiunta a quelle di pregio prelevate dalle apposite nicchie potrà essere attuato solo previo adeguato trattamento.

#### 4.7.3 Progetto 3 – Via della Brigna (recupero ad uso antincendio)

Si prevede di riutilizzare le acque eventualmente drenate dalla galleria Borgonuovo, che sarebbero collettate attraverso una tubazione posata in un microtunnel in progetto con sbocco nel torrente Cerusa.

In particolare, tale microtunnel ha lo sbocco sulla sponda opposta all'impianto di depurazione in località Parodi, in prossimità del ponte sul Cerusa dove comincia via della Brigna.

La soluzione progettuale in oggetto prevede quindi la raccolta delle acque in arrivo dal suddetto microtunnel ed il sollevamento delle stesse fino ad una vasca ubicata in località Soria; presso tale vasca saranno predisposti i dispositivi necessari per il rifornimento di due autobotti e per l'alimentazione diretta di almeno un idrante.

Si prevede quindi la realizzazione di una vasca in c.a allo sbocco del suddetto microtunnel, avente la funzione di compenso e di carico per un impianto di sollevamento; tale vasca avrà dimensioni:  
BxLxH= 12.00x4.00x4.00 m corrispondenti ad un volume di 192 m<sup>3</sup>.

All'interno di tale vasca sarà inserita una pompa sommersa avente le seguenti caratteristiche:  
Q=5.0 l/s; h=180 m.

Tali caratteristiche garantiscono il sollevamento fino all'impianto antincendio tutto il volume disponibile in un tempo di 12 ore.

La vasca in località Soria avrà invece le seguenti dimensioni:  
BxLxH= 8.00x8.00x8.00 m corrispondenti ad un volume di 192 m<sup>3</sup>.

La condotta che collegherà le due vasche (in pead De 63 PN 25) sarà posata sotto via Brigna e sotto via della Soria per una lunghezza complessiva di 1550 m su un dislivello di circa 170 m.

All'interno della vasca di via Soria sarà predisposta una pompa sommersa per garantire l'alimentazione delle autobotti e dell'idrante; tale pompa avrà le seguenti caratteristiche:  
Q=10.0 l/s; h=40 m.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) la posa di una nuova tubazione in Pead De 63 mm PN25 per una lunghezza complessiva di circa 1550 m per il collettamento delle acque prelevate dallo sbocco del microtunnel sul Cerusa (la condotta sarà posata sotto la viabilità comunale);
- b) la realizzazione di una vasca in c.a. presso lo sbocco sul Cerusa del microtunnel in arrivo dalla galleria Borgonuovo; dimensioni BxLxH= 12.00x4.00x4.00 m corrispondenti ad un volume di 192 m<sup>3</sup>.

- c) la realizzazione di una vasca in c.a. presso località Soria; dimensioni BxLxH= 8.00x8.00x4.00 m corrispondenti ad un volume di 192 m<sup>3</sup>.
- d) l'installazione di una pompa sommersa per il sollevamento delle acque recuperate dalla galleria Borgonuovo fino alla località Soria; le caratteristiche di tale pompa sono le seguenti: Q=5.0 l/s; h=180m;
- e) l'installazione di una pompa sommersa nella vasca in località Soria per l'alimentazione di un idrante e di due autobotti; le caratteristiche di tale pompa sono le seguenti: Q=10.0 l/s; h=40 m;
- f) l'installazione di almeno un idrante in prossimità della suddetta vasca a servizio degli insediamenti presenti in adiacenza.

#### 4.7.4 Progetto 4 – Via Ovada (recupero ad uso antincendio)

Si prevede di riutilizzare le acque eventualmente drenate dalla galleria Amandola, per alimentare una rete di idranti installati lungo via Ovada nel settore adiacente il cimitero di Voltri.

In particolare, allo sbocco della galleria Amandola lato ovest, sarà realizzata una vasca in c.a. (interrata sotto il piazzale di servizio) in cui verranno raccolte le acque eventualmente drenate.

Da tale vasca partirà una condotta in Pead che, scendendo lungo il versante sottostante il viadotto Leiro, alimenterà una rete di 4 idranti disposti lungo via Ovada. Il dislivello minimo tra la vasca di carico e compenso e la rete di idranti è di circa 60 m.

E' anche prevista la realizzazione di uno scarico di troppo pieno della vasca verso l'incisione presente a sud della galleria Amandola est.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) la posa di una nuova tubazione in Pead De 160mm PN16 per una lunghezza di 450 m intubata nella galleria Amandola
- b) la realizzazione di una vasca in c.a. sotto il piazzale di servizio allo sbocco della galleria Amandola ovest avente dimensioni BxLxH= 8.00x8.00x3.00 m corrispondenti ad un volume di 192 m<sup>3</sup>;
- c) la posa di una nuova tubazione in Pead De 63 mm PN25 per una lunghezza complessiva di circa 260 m per il collettamento delle acque prelevate suddetta vasca fino a via Ovada presso il cimitero di Voltri;
- d) la posa di una nuova tubazione in Pead De 63 mm PN25 per una lunghezza complessiva di circa 1000 m per l'alimentazione di 4 idranti;
- e) l'installazione di 4 idranti posti ad interassi compresi tra un minimo di 200 m ed un massimo di 500 m.

#### 4.7.5 Progetto 5 – Via Carpenara (recupero ad uso antincendio)

Si prevede di riutilizzare le acque eventualmente drenate dalla galleria Monterosso.

In particolare, allo sbocco della galleria Amandola lato Genova, sarà realizzata una vasca in c.a. (interrata sotto al fianco nord della *safety area*) in cui verranno collettate le acque eventualmente drenate dalle gallerie.

Tale vasca consentirà di mantenere un invaso di acqua tale da garantire sia una difesa antincendio di tipo aereo (rifornimento *bucket* di elicotteri) e sia una difesa di tipo terrestre (rifornimento di autobotti e/o alimentazione di una rete di idranti).

Per consentire l'immersione di *bucket* calati da elicotteri in *hovering*<sup>2</sup>, la vasca in progetto sarà dotata di una copertura removibile e di adeguati parapetti di protezione dal rischio di caduta dall'alto di eventuali operatori presenti nelle immediate vicinanze.

All'interno di tale vasca sarà anche installata una pompa sommersa per garantire su tutti gli idranti la pressione adeguata e la portata sufficiente ad alimentarne due contemporaneamente.

La disponibilità per i mezzi terrestri verrà invece garantita in corrispondenza di 3 bocchette idranti disposte più a valle, lungo la via Carpenara in direzione Genova.

La suddetta vasca sarà dotata di uno scarico di troppo pieno verso il torrente Varenna per impedire tracimazioni pericolose verso l'autostrada così come la condotta di alimentazione degli idranti sarà dotata di una valvola di scarico in corrispondenza del ponticello sul Varenna per consentire lo svotamento della stessa in corrispondenza del punto di corda molle.

In definitiva l'intervento prevede:

- a) la posa di una nuova tubazione in Pead De 160mm PN16 per una lunghezza di 2000 m intubata nella galleria Monterosso
- b) la posa di una nuova tubazione in Pead De 160mm PN16 per una lunghezza complessiva di 255 m in parte staffata al viadotto Varenna Ovest ed in parte interrata al di sotto del piazzale d'imbocco;
- c) la realizzazione di una vasca in c.a. al fianco nord della *safety area* presente allo sbocco della galleria Amandola lato Genova avente dimensioni BxLxH= 8.00x8.00x3.00m corrispondenti ad un volume di 192 m<sup>3</sup>;
- d) la posa di una nuova tubazione in Pead De 63 mm PN25 avente lunghezza complessiva di circa 765 m, per l'alimentazione di 3 idranti da installare lungo via Carpenara in direzione di Genova;
- e) l'installazione di una pompa sommersa nella suddetta vasca per garantire la pressione adeguata su tutti gli idranti e la portata sufficiente ad alimentarne due contemporaneamente; le caratteristiche di tale pompa sono le seguenti: Q=10.0 l/s; h=40 m;
- f) l'installazione di 3 idranti posti ad interassi compresi tra un minimo di 200 m ed un massimo di 500 m.

---

<sup>2</sup> Volo a punto fisso.

**ANALISI DI FATTIBILITA' PER IL RIUTILIZZO E LA VALORIZZAZIONE  
DELLE ACQUE DRENATE IN GALLERIA**

SCHEMA TIPOLOGICO DI SFRUTTAMENTO DA ADATTARE ALLE CONDIZIONI CHE VERRANNO  
EFFETTIVAMENTE RISCONTRATE NEL CORSO DELL'AVANZAMENTO DELLO SCAVO

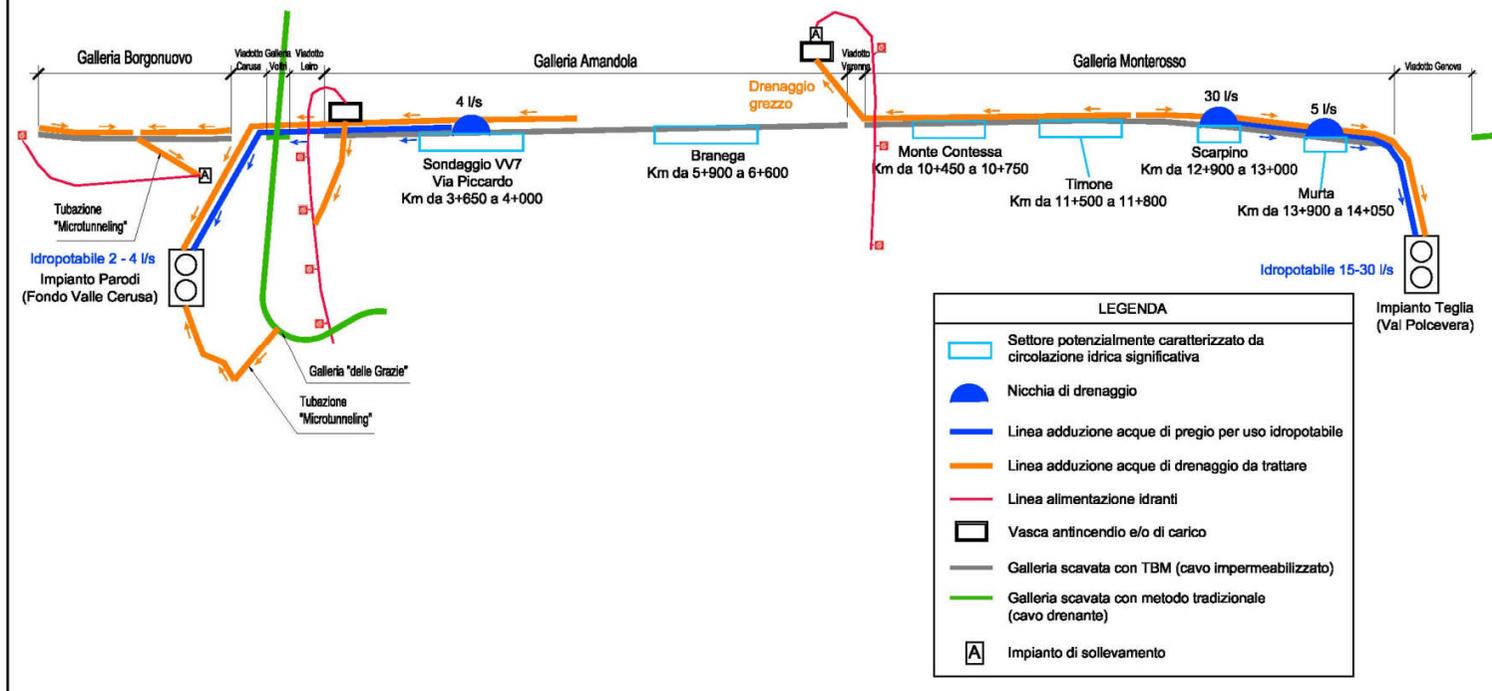


Figura 8 - Schema tipologico di sfruttamento delle acque potenzialmente drenabili dalle gallerie