



MESSAGGIO MUNICIPALE Nr. 811

Richiesta di un credito di CHF 800'000.00 (IVA 8.1% inclusa) per il risanamento del canale riale Bornago

Egregio signor Presidente,

Gentili signore, Egregi signori Consiglieri comunali,

con il presente messaggio municipale vi sottoponiamo una richiesta di credito di CHF 800'000.00 (IVA 8.1% inclusa) per il risanamento del canale riale Bornago.

Premessa

All'ingresso del Paese di Pura scorre il riale Bornago, uno dei 7 corsi d'acqua presenti sul territorio comunale. Nasce sopra l'abitato ad una quota ca. 490 m s.l.m. e sfocia nel fiume Magliasina in zona Al Maglio, ad una quota di 304 m s.l.m.. All'interno del canale Bornago convergono altri riali presenti sopra il nucleo storico e canalizzati in un canale presente sotto la strada cantonale. In totale convergono nel canale Bornago le portate raccolte su un totale di ca. 47 ettari di terreno ricoperti in gran parte da superficie boschiva.

Breve istoriato



L'incanalamento della tratta centrale del riale Bornago è stato messo in opera in tre fasi distinte e con due tipologie costruttive differenti.

Prima degli anni '50 del secolo scorso, la strada cantonale in prossimità di Piazza Latéria attraversava il riale Bornago grazie ad un ponte a volta in pietra, per poi proseguire all'interno del nucleo.

Con il riordino del tracciato della strada cantonale, dopo il 1950, si sono interrati i primi 70 metri del Bornago realizzando un canale composto da pareti in pietra, un fondo lastricato con sassi posati a “coltello” e una soletta di copertura in calcestruzzo armato. Durante questa fase, si è anche ampliata l’area di piazza Latéria.

A fine anni '70, lo studio d’architettura Marcoli – Jecklin di Novaggio, ha elaborato un ulteriore progetto per estendere di 60 metri il tratto incanalato sotterraneo che prevedeva la realizzazione di uno scatolare in calcestruzzo armato con il piano di scorrimento consolidato di beole di granito. Lo scopo principale del progetto era di allontanare la fognatura comunale (che allora veniva smaltita ancora nei corsi d’acqua) dall’ingresso del paese, evitando l’insorgere di cattivi odori. Inoltre, tale progetto ha permesso il riempimento della profonda valle che costeggia la parrocchia di San Martino: con la messa in opera di ca. 50’000m³ di terreno si è sviluppato il piano in cui sorge oggi il piazzale Gesòra.

Negli anni '90, a seguito di diversi cedimenti e franamenti il canale Bornago è stato prolungato di ulteriori 20 ml, stabilizzando e addolcendo la scarpata di valle del posteggio Gesòra. In questa fase è stato anche realizzato il portale di sbocco del canale e una berma (“terrazzamento”) a metà scarpata che, oltre a permettere la manutenzione del terreno (funge da accesso per i veicoli forestali), ha stabilizzato in modo definitivo il declivio.

Nel 2019, durante la messa in opera dei lavori necessari alla sistemazione degli smaltimenti del comparto Gesòra, in particolare per la realizzazione di un nuovo scarico a riale per lo scolmatore comunale SP26, si è analizzato anche lo stato del canale interrato, la cui parte più vecchia è stata costruita circa 70 anni fa. Durante questa prima indagine all’interno del cunicolo sono stati riscontrati diversi difetti ed in comune accordo con il Cantone (rappresentato dall’Ufficio dei Corsi d’Acqua), si è deciso di approfondire ulteriormente la tematica.

Nel 2021 lo studio ing. Bottani e Forrer ha presentato un progetto preliminare all’Ufficio tecnico comunale ed all’Ufficio corsi d’acqua nel quale, oltre che elencare i difetti riscontrati, propone il risanamento.

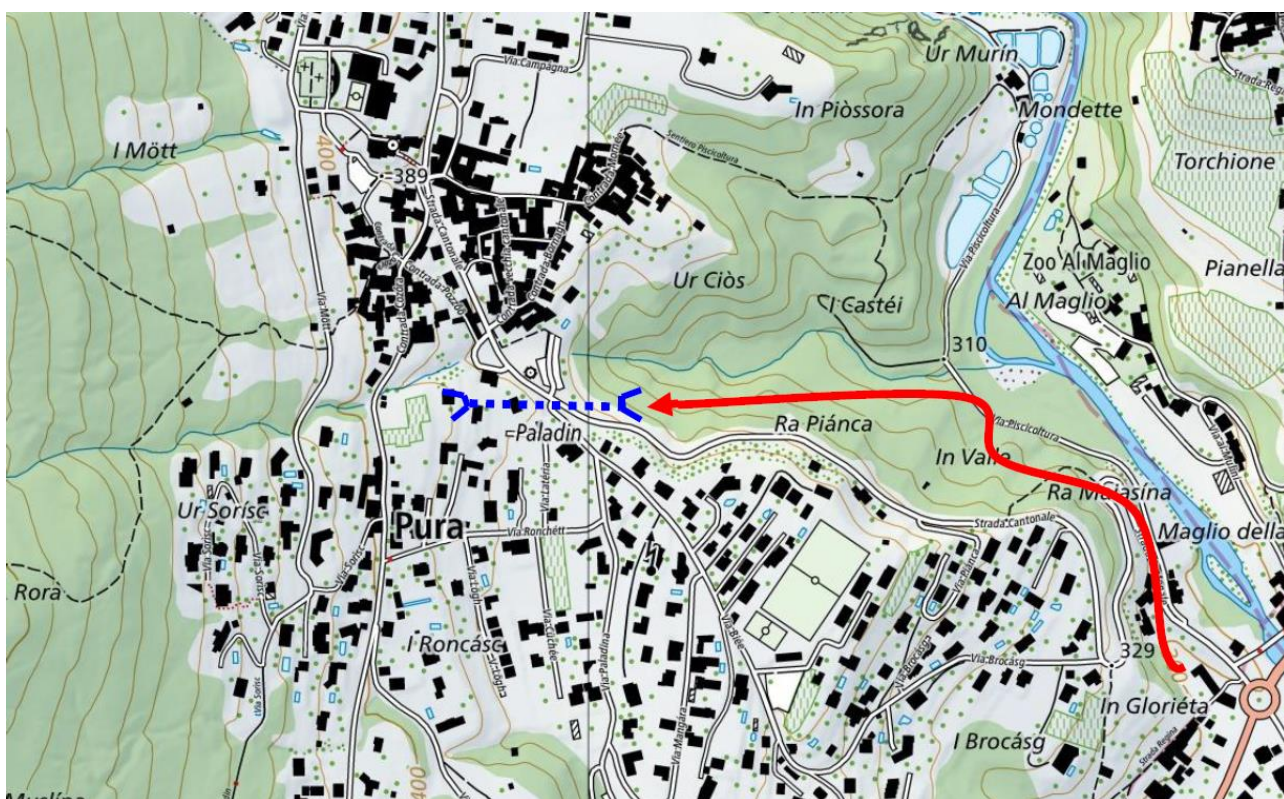
Nel 2022, a seguito della verifica periodica degli assestamenti del canale, si è riscontrato un peggioramento generale dei difetti rilevati in prima analisi. Si segnala in particolare l’asportazione di gran parte delle beole di rivestimento del fondo, la comparsa di nuove fessure e voragini sul fondo del tratto lastricato e l’aggravarsi di fenomeni erosivi riscontrati in prossimità delle curve.

Per i risultati dei difetti riscontrati e per la documentazione fotografica si rimanda all'allegato 1 a pagina 23 e ss del progetto definitivo annesso alla presente.

Progetto

La principale criticità per lo svolgimento dei lavori è legata all'accessibilità al cunicolo Bornago che misura 163 ml di lunghezza ad una profondità rilevante. Sotto gli attuali parcheggi del piazzale Gesora, la soletta di copertura del canale è situata a circa 23 metri di profondità.

La soluzione più vantaggiosa è la formazione di una pista di cantiere proveniente dal basso che da via Piscicoltura continui all'interno della valle del riale Bornago; la vallata del corso d'acqua è ampia e pianeggiante; pertanto, i movimenti di terra sarebbero limitati.



In blu il canale Bornago e in rosso il tracciato del possibile accesso provvisorio al cantiere.

La pista di cantiere avrà un calibro di 3 metri per permettere il transito di camion 2 assi fino ad una distanza di 50 metri dallo sbocco del canale, nella parte finale la pista misurerà 1.5 metri di larghezza permettendo il passaggio con piccoli dumper o motocarriole. La formazione della pista di cantiere è già stata sondata con l'Ufficio forestale cantonale, inoltre per una pista provvisoria non è necessario presentare una domanda di dissodamento.

Sarà inoltre necessario procedere con una pulizia del bosco nella zona interessata, vi sono infatti varie piante ad alto fusto sradicate da asportare, opere che saranno da coordinare con il Consorzio TREMA. Durante i sopralluoghi sono pure stati identificati

diversi focolai di neofite invasive: gli interventi previsti potrebbero essere l'occasione per allestire un piano di gestione per evitare un proliferare incontrollato di queste piante.

Al termine delle opere si potrebbe valutare di trasformare la pista di cantiere in sentiero pedonale, che potrebbe anche essere prolungato fino al Piazzale Gesòra permettendo un agevole percorso da Pura verso la Magliasina, Caslano e Magliaso.

Il tracciato della pista di cantiere interessa alcuni fondi privati; andranno quindi coinvolti i privati. Nel caso in cui si optasse per una struttura permanente, bisognerà inoltre iscrivere a Registro fondiario un passo pubblico a favore del Comune di Pura.

Le proposte di risanamento dello studio Bottani e Forrer sono diverse a dipendenza dei difetti riscontrati:

- riempimento delle intercapedini con malta fluida e ripristino del lastrico a coltello;
- risanamento e ristabilimento dello strato di copriferro di protezione ossidato, eventualmente asportazione dello strato di ossidazione e di calcestruzzo ed in seguito ripristino dello strato di protezione;
- risanamento in modo definitivo del piano di scorrimento del canale con la formazione di un camminamento asciutto che agevoli l'accesso al canale in caso di manutenzione e monitoraggio;
- riempimento della pozza esistente allo sbocco del canale per evitare depositi di solidi fognari, che verranno quindi diluiti nelle acque del fiume;
- più a valle consolidamento dell'alveo con boccioni per evitare fenomeni di erosione.

Preventivo di spesa

Qui di seguito i costi previsti dal progetto definitivo dello Studio Bottani e Forrer raggruppati per parti d'opera:

Parte d'opera	Costo complessivo preventivato
Pulizia area boschiva	CHF 48'083.50
Pista di cantiere	CHF 46'458.50
Sistemazione canale Bornago	CHF 601'494.30
Sistemazione sbocco riale	CHF 56'977.60
Totale (IVA escl.)	CHF 739'968.95
IVA 8.1%	CHF 59'937.45
Totale (IVA incl.)	CHF 799'906.45
Totale (IVA incl.) con arrotondamento	CHF 800'000.00

Sussidi

L'Ufficio corsi d'acqua, al quale è stato sottoposto il progetto, nel mese di ottobre 2023 ha informato il Municipio che, contrariamente a quanto indicato nel 2019 in cui veniva ipotizzato un sussidio pari al 60% sul costo complessivo dell'intervento al canale Bornago, le uniche opere che possono beneficiare di un sussidio sono i costi legati alla sistemazione dello sbocco e alla costruzione della pista di accesso per la sistemazione del canale, sempre nell'ordine del 60%. Secondo quanto riportato dall'Ufficio corsi d'acqua, gli accordi programmatici allestiti dalla Confederazione prevedono che i costi per la manutenzione delle tratte intubate sono a carico dei diretti prioritari fondiari, in questo caso il Comune di Pura, che con l'intubamento del corso d'acqua hanno potuto trarne beneficio.

Il Municipio ha coinvolto la Divisione delle costruzioni chiedendo una partecipazione dei costi tenuto conto che, come è ben visibile nella planimetria dei bacini idrografici, il canale raccoglie anche una buona parte delle acque meteoriche provenienti dalla strada cantonale. Effettuando un raffronto delle portate degli eventi atmosferici con ritorni quinquennali è stato ipotizzato che sul totale della portata del canale, circa il 15% è proveniente dal sistema di raccolta delle acque meteoriche delle strade cantonali. La Divisione interpellata, ha accolto favorevolmente la richiesta, confermando la propria partecipazione alle spese per un importo di circa CHF 100'000.-; il calcolo esatto della partecipazione verrà effettuato al termine dei lavori dopo la decisione definitiva sui sussidi.

Prima della realizzazione delle opere, verrà contattato il Consorzio TREMA per valutare gli interventi selvicolturali lungo il riale.

Il totale della spesa per il risanamento del canale Bornago di CHF 800'000.00 rappresenta l'investimento lordo, dal quale andranno dedotti i sussidi stimati in CHF 60'000.- dell'Ufficio corsi d'acqua e in CHF 100'000.- della Divisione delle costruzioni; **l'investimento netto ammonta pertanto a ca. CHF 640'000.-.**

I tempi di realizzazione previsti per i lavori sono stimati in circa 7 / 10 mesi.

Le opere si svolgeranno in gran parte all'interno del cunicolo e nel fondo valle, senza quindi arrecare disturbo alla popolazione di Pura. Unicamente per la sistemazione della parte alta del canale sarà eventualmente necessario creare una piccola area di cantiere sul piazzale Latéria utilizzando alcuni posteggi.

Lo Studio Bottani e Forrer, a conclusione del progetto presentato, evidenzia l'importanza di intervenire con le opere di cui sopra a tempi brevi, per evitare un eventuale collasso dello scatolare interrato e lo sbarramento del riale, con conseguenti problemi

potenzialmente seri al funzionamento delle canalizzazioni ed alla stabilità dei versanti circostanti.

L'Ufficio tecnico comunale effettua regolari controlli a scadenza annuale per valutare l'avanzamento di degrado del canale informando il Municipio sullo stato di quest'ultimo. Nel corso dell'ultimo anno, si è potuto riscontrare un peggioramento dello stato del fondo del canale.

Conseguenze dell'investimento per le finanze del Comune

L'articolo 174 cpv. 4 LOC stabilisce che i messaggi con proposte di investimenti rilevanti, ovvero che comportano una spesa netta superiore al 10% del gettito di imposta cantonale del comune o a CHF 1'000'000.-, devono dare sufficienti indicazioni sulle conseguenze dell'investimento per le finanze del comune.

Il gettito di Pura per l'anno 2020 ammonta a CHF 3'838'756.- e quindi nel caso specifico l'investimento netto di CHF 640'000.- supera il 10% del gettito.

Autofinanziamento, debito pubblico e capitale proprio

Negli ultimi tre anni l'autofinanziamento del Comune di Pura è variato da CHF 948'994.- del 2021, a CHF 1'108'164.- del 2022 (autofinanziamento particolarmente alto dovuto al riversamento al fondo Approvvigionamento idrico l'importo di CHF 338'533.92 da parte di Caslano per un errore di calcolo sulla gestione dei costi dell'acquedotto durato diversi anni), a CHF 891'097.- del 2023.

Calcolando un autofinanziamento medio di circa CHF 900'000.-, l'investimento netto di CHF 640'000.- sarebbe finanziabile interamente con i mezzi propri a condizione che nello stesso periodo non si realizzino altri investimenti.

Nel corso del 2024 sono già previste uscite per i seguenti investimenti già approvati dal Consiglio comunale: i lavori di miglioria in via Prüssiana, la realizzazione della strada pedonale Brocasg-Pianca, la piazza di scambio e parcheggi in Via Brocasg, il risanamento della camera Trema nr. 46, la messa in sicurezza dell'imbocco stradale su via Colombera, le miglorie di Strada Morèla e la sostituzione dei serramenti presso la scuola elementare.

L'autofinanziamento per l'anno 2024 non sarà probabilmente sufficiente per coprire anche le spese dell'investimento in questione che però non si dovrebbero verificare prima del 2025/2026.

Se non si dovesse riuscire a finanziare interamente l'investimento avvalendosi dell'autofinanziamento il Comune si troverà confrontato con un aumento del debito

pubblico che al 31.12.2023 ammonta a CHF 10'635'572.04, già considerato eccessivo dall'indicatore finanziario "tasso d'indebitamento netto".

Eventuali risultati d'esercizio negativi causati anche da oneri finanziari e aumento degli ammortamenti verrebbero assorbiti dal capitale proprio accumulato negli scorsi anni che al 31.12.2023 ammonta a CHF 3'905'739.18.

Impatto sulla liquidità

Le fatture degli artigiani e degli specialisti che effettueranno il risanamento del riale arriveranno man mano in base all'avanzamento dei lavori. I sussidi totali di CHF 160'000.- verranno versati alla fine dei lavori, il Comune sarà quindi tenuto ad anticipare l'investimento lordo di CHF 800'000.-.

A dipendenza della situazione nella quale si troverà il Comune al momento effettivo dei lavori si dovrà stabilire se sarà necessario accendere un nuovo prestito bancario.

Impatto sul conto economico

L'aliquota di ammortamento per le opere di sistemazione corsi d'acqua e laghi è del 2.5% (40 anni di durata); l'impatto derivante dagli ammortamenti sarebbe di CHF 16'000.-. Si tratta di un importo sopportabile.

Per quel che riguarda gli oneri finanziari l'impatto risulterebbe essere più elevato rispetto agli investimenti effettuati negli scorsi anni, visto l'aumento generale dei tassi di interesse dei prestiti bancari.

Si può stimare che il costo per interessi bancari ammonterebbe a circa CHF 16'000.- l'anno, ipotizzando di accendere un prestito di CHF 800'000.- al tasso del 2%.

Conclusioni

Proposta di decisione

Per i motivi sopra esposti vi invitiamo a voler

risolvere

- 1) Sono approvati il progetto ed il preventivo definitivi per il risanamento del canale riale Bornago;

- 2) È concesso un credito d'investimento lordo di CHF 800'000.00 (IVA 8.1% inclusa) per la realizzazione delle opere di cui al punto 1. Il credito è automaticamente adeguato alle fluttuazioni dell'indice dei costi di costruzione.
- 3) La spesa è da iscrivere al conto degli investimenti nella relativa voce di competenza.
- 4) Il Municipio è autorizzato a ricercare il finanziamento alle migliori condizioni di mercato.
- 5) Eventuali sussidi e contributi saranno dedotti dall'investimento lordo.
- 6) La spesa è da ammortizzare secondo i tassi d'ammortamento previsti dalla Legge organica comunale rispettivamente dal Regolamento sulla gestione finanziaria comunale;
- 7) Ai sensi dell'art. 13 cpv. 3 LOC, il corrispondente credito decadrà se non verrà utilizzato entro 3 anni dalla crescita in giudicato della decisione.

Con stima e cordialità.

PER IL MUNICIPIO:

<p>Il Sindaco Matteo Patriarca</p> 		<p>La Segretaria Sabina Darani</p> 
---	---	--

Pura, 22 febbraio 2024

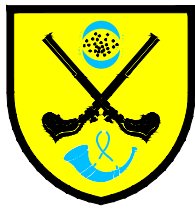
Ris. No. 2852 / 26.02.2024

Allegato:

progetto definitivo (rapporto tecnico e preventivo di spesa) allestito dallo Studio d'ing. Bottani e Forrer SA di Caslano

Commissioni incaricate per l'esame del messaggio:

- Commissione della gestione
- Commissione dell'edilizia



COMUNE DI PURA

CANALE BORNAGO

SISTEMAZIONE IDRAULICA E CONSERVATIVA

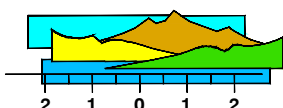
PROGETTO DEFINITIVO

**RAPPORTO TECNICO E
PREVENTIVO DI SPESA**

marzo 2023

Incarto n. 15-576-0001-02

www.bottani-forrer.ch



INGEGNERIA
Bottani e Forrer SA

Via Stazione 7, 6987 Caslano
Tel. +41 (0)91 606 11 66
Fax. +41 (0)91 606 74 30
E-mail studio@geobottani.ch

INDICE

INDICE	2
1. Premessa.....	3
2. Breve istoriato e inquadramento generale	4
2.1 Inquadramento generale.....	4
2.2 Verifica idrologica	4
2.3 Breve istoriato sulla formazione del cunicolo	7
3. Analisi stato del canale interrato	9
3.1 Rilievo e categorizzazione dei difetti.....	9
3.2 Difetti riscontrati e proposta di risanamento.....	10
4. Gestione di cantiere	16
5. Preventivo dei costi.....	19
6. Tempi di realizzazione.....	20
7. Area di cantiere occupazioni temporanee.....	21
8. Conclusioni.....	21
9. Allegati.....	22

1. Premessa

All'ingresso del Paese di Pura scorre il riale Bornago, uno dei 7 corsi d'acqua presenti sul territorio comunale. Questo torrente, caratterizzato un tempo da una profonda valle che attraversava Piazza Latéria, è stato nel corso degli anni incanalato e interrato ricavando nuovi terreni pianeggianti utili allo sfruttamento antropico.

Nel 2019, durante la messa in opera dei lavori necessari alla sistemazione degli smaltimenti del comparto Gesòra, segnatamente alla realizzazione di un nuovo scarico a riale per lo scolmatore comunale SP26, si è analizzato anche lo stato del canale interrato, la cui parte più vecchia è stata costruita circa 70 anni fa.

Durante questa prima indagine dell'interno del cunicolo sono stati riscontrati diversi difetti. Alla luce dello stato del canale si è deciso in accordo con il Comune e il Cantone (rappresentato dall'Ufficio dei Corsi d'Acqua quale ente sussidiante), che la tematica andasse necessariamente ulteriormente approfondita.

Pertanto nel mese di agosto del 2020 si è proceduto al rilievo di dettaglio e alla catalogazione dei difetti del canale interrato, definendone posizione e caratteristiche.

Nel 2021 si è presentato un progetto preliminare a UTC e UCA nel quale, oltre che elencare i difetti riscontrati, né si proponeva il risanamento. I difetti sono stati catalogati per tipologia, posizione e gravità.

Nel 2022, a seguito della verifica periodica degli assestamenti del canale, si è riscontrato un generale peggioramento dei difetti rilevati in prima analisi. Si segnala in particolare l'asportazione di gran parte delle beole di rivestimento del fondo, la comparsa di nuove fessure e voragini sul fondo del tratto lastricato e l'aggravarsi di fenomeni erosivi riscontrati in prossimità delle curve.

Alla luce di queste osservazioni, il lodevole Municipio di Pura, ha deciso di conferirci il mandato per approfondire gli interventi di risanamento del canale Bornago fino al livello di progetto definitivo (SIA 103, pos. 32).

In questo elaborato saranno riprese le conclusioni del progetto preliminare, affinando la progettazione delle opere di risanamento, definendo un preventivo di spesa (+/- 10%) e la metodologia di cantiere, essendo la zona di intervento difficilmente accessibile.

2. Breve istoriato e inquadramento generale

2.1 Inquadramento generale

L'asta principale del Bornago ha una lunghezza totale di ca 1.1 Km e scorre ad oggi incanalato e interrato per una lunghezza complessiva di ca 200 ml.

Nasce sopra l'abitato di Pura ad una quota ca 490 m s.l.m. e sfocia nel fiume Magliasina in zona Al Maglio, ad una quota di 304 m s.l.m.

Il corso d'acqua ha un regime torrentizio, presenta però una portata in tempo secco discreta e costante.

All'interno del canale Bornago convergono altri riali presenti sopra il nucleo storico e canalizzati in un canale presente sotto la strada cantonale.

In totale convergono nel riale Bornago le portate raccolte su un totale di ca 47 ettari ricoperti in gran parte da superficie boschiva.

Nome riale	Superficie bacino
Romani	8.92 ha
Selva	9.15 ha
Chiesa	9.88 ha
Bornago	19.08 ha
Totale	47.05 ha

Anche gli altri riali raccolgono, oltre alle acque del proprio bacino imbrifero, anche diversi scarichi meteorici di natura antropica e principalmente provenienti dal collettamento delle acque stradali.

2.2 Verifica idrologica

Quale prima istanza si è sviluppato un calcolo idrologico per verificare il dimensionamento del canale sotto l'azione delle portate per diversi tempi di ritorno.

La verifica è stata eseguita con l'ausilio dei dati di pioggia del Canton Ticino, considerando un tempo di corrvazione calcolato sulla base dei metodi empirici di Kölla e Kirpich sviluppati per descrivere il funzionamento di corsi d'acqua minori. Le superfici corrispondenti dei bacini sono poi state ridotte secondo il procedimento SCS (Soil Conservation Curve Number), considerando un valore CN di 80 (per aree boschive).

Si sono considerate le caratteristiche geomorfologiche dei bacini analizzati, boschivi, molto scoscesi e con alvei prevalentemente rocciosi. La pendenza media dei bacini è di c.a. 35%.

Collegati ai riali sono presenti diversi scarichi meteorici di natura antropica, che sono stati considerati con un apporto pari a un tempo di ritorno massimo di 5 anni. Infatti, si parte dal presupposto che le tubazioni e i sistemi di raccolta delle acque piovane sono dimensionati per una portata massima riferita ad un tempo di ritorno di 5 anni (cfr. VSA) e che quindi non riescono strutturalmente a drenare un evento di maggiore entità.

Una valutazione diversa andrebbe sicuramente a incrementare eccessivamente la portate di progetto.

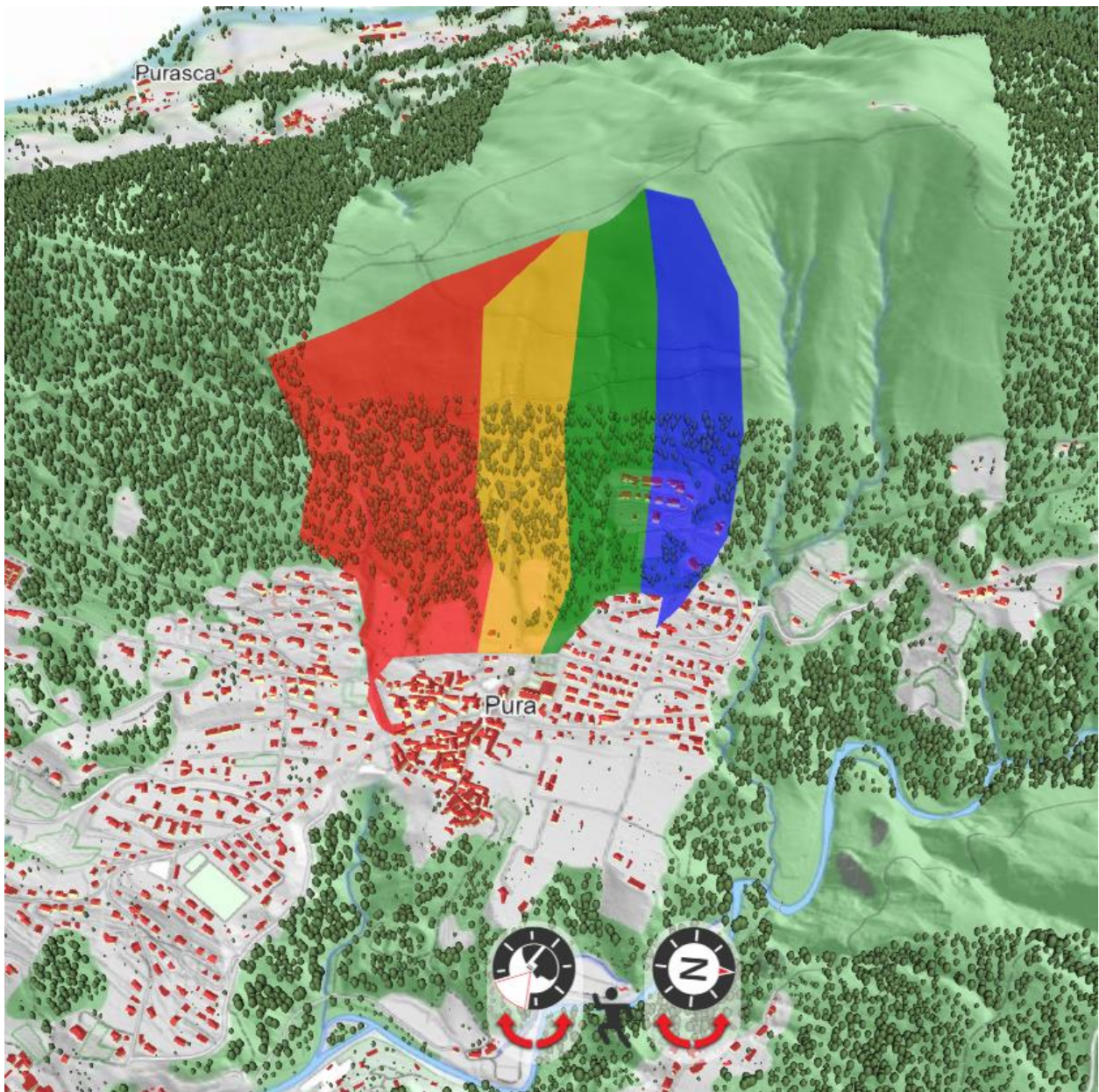


Figura 1: estratto 3D di pura con in evidenza i bacini imbriferi considerati (rosso Bornago, giallo Chiesa, verde Selva e blu Romani) fonte map.geo.admin.ch.

Tutti i riali analizzati convergono infine nel riale Bornago attraverso una canalizzazione presente sotto la strada cantonale. L'immissione avviene attraverso uno scivolo che giunge fino al piano di scorrimento del riale. La tubazione di raccolta dei riali è di diametro 1000 mm e composta da elementi di cemento.

Le portate considerate sono le seguenti:

DATI RIALI							
NOME CORSO D'ACQUA	SUPERFICIE [ha]	T _c [min]	Q _p [m ³ /s]				
			HQ2	HQ5	HQ10	HQ20	HQ100
RIALE ROMANI	8.92	15	0.12	0.24	0.36	0.49	0.85
RIALE SELVA	9.16	14	0.11	0.25	0.37	0.50	0.87
RIALE CHIESA	9.89	13	0.13	0.27	0.40	0.54	0.94
RIALE MOTT + BORNAGO	19.08	15	0.24	0.51	0.76	1.04	1.82
PORTATE NEI PUNTI CRITICI							
1- CANALE, DOPO IMMISSIONE SP26			0.78	1.04	1.29	1.58	2.35
2- CANALE, DOPO IMMISSIONE RIALI			1.62	2.39	3.00	3.70	5.60

Tabella 1: portate dei singoli corsi d'acqua e cumulate nei punti caratteristici del canale Bornago

Le portate critiche considerate (punti di verifica) sono a valle dell'immissione dello scarico dello scolmatore comunale SP26 e a sotto l'immissione del collettore che raccoglie le acque di tutti i riali.

Per il nuovo canale di "magra" si considera una portata di dimensionamento con tempo di ritorno pari a 2 anni, in considerazione che per motivi di sicurezza l'accesso al riale non dovrebbe mai essere consentito in presenza di piogge.

Il canale è stato verificato anche per un evento centenario, sia per la resistenza dei materiali impiegati nel risanamento che per le opere di dissipazione e consolidamento realizzate a valle dello sbocco del cunicolo.

La verifica idraulica non ha evidenziato particolari criticità di dimensionamento del cunicolo, anche in considerazione delle forti pendenze presenti.

2.3 Breve istoriato sulla formazione del cunicolo

L'incanalamento della tratta centrale del riale Bornago è stato messo in opera in tre fasi distinte e con due tipologie costruttive differenti.

Prima degli anni '50 del secolo scorso, la strada cantonale in prossimità di Piazza Latéria attraversava il riale Bornago grazie ad un ponte a volta in pietra, per poi proseguire all'interno del nucleo di Pura.



Figura 2: fotografia storica che cattura una processione sul ponte del riale Bornago.

Con il riordino del tracciato della strada cantonale, dopo il 1950, si sono interrati i primi 70 metri del Bornago, realizzando un canale di sezione quadrata (2x2 metri). Il manufatto era composto da pareti in pietra, un fondo lastricato con sassi posati a "coltello" e una soletta di copertura in calcestruzzo armato.

In questa fase si è anche allargata l'area di piazza Latéria.

Successivamente, a fine anni '70, lo studio d'architettura Fausto Marcoli - Hansjürg Jecklin di Novaggio, ha elaborato un ulteriore progetto per estendere di 60 metri il tratto incanalato sotterraneo. L'elaborato prevedeva la realizzazione di uno scatolare in calcestruzzo armato di sezione 2x2 metri, con il piano di scorrimento consolidato da beole di granito. Lo scopo

principale del progetto era quello di allontanare la fognatura comunale (che allora veniva smaltita ancora nei corsi d'acqua) dall'ingresso del paese, evitando l'insorgere di cattivi odori durante i periodi siccitosi.

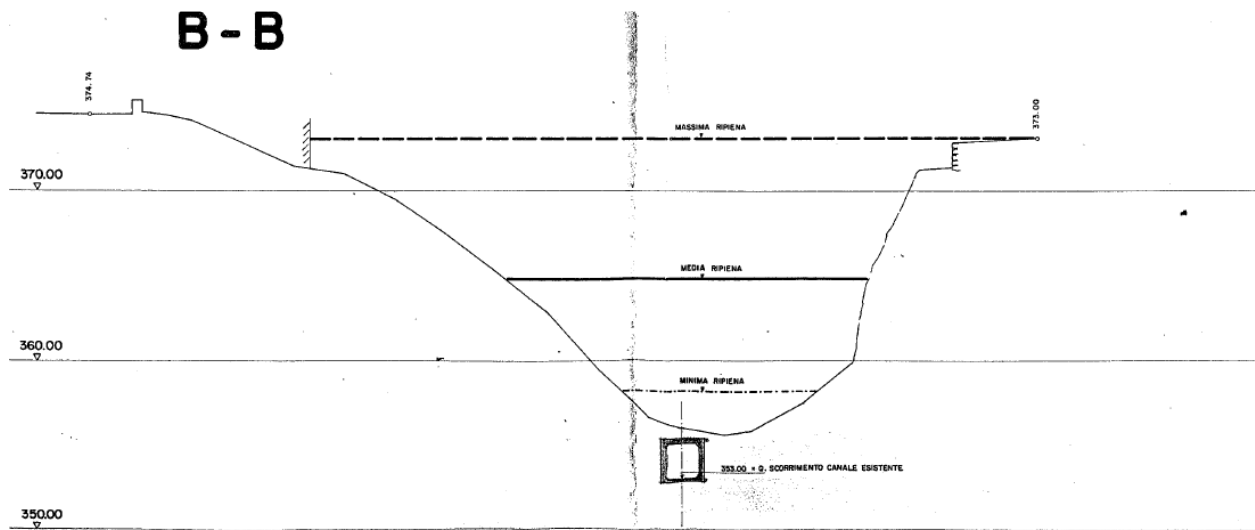


Figura 3: sezione di progetto estratta dall'elaborato sviluppato dallo studio di architettura Marcoli-Jecklin negli anni '70 per estendere il canale già realizzato negli anni '50-60.

Oltre ad allontanare le acque reflue comunali, il nuovo canale interrato, ha anche permesso il riempimento della profonda valle che costeggiava la parrocchia di San Martino. Con la messa in opera di ca 50'000 m³ di terreno, si è sviluppato il piano su cui sorge oggi piazzale Gesòra.

Nel tratto di massima altezza, il riale Bornago scorre ad una profondità superiore a 25 metri dal piano campagna attuale.

Infine, negli anni '90, a seguito di diversi cedimenti e franamenti il canale Bornago è stato prolungato di ulteriori 20 ml, stabilizzando e addolcendo la scarpata di valle del posteggio Gesòra.

In questa fase è stato anche realizzato il portale di sbocco del canale e una berma a metà scarpata che, oltre a permettere la manutenzione del terreno (funge da accesso per i veicoli forestali), ha stabilizzato in modo definitivo il declivio.

La sezione costruttiva adottata in quest'ultima fase è stata la medesima del tratto precedente: sezione scatolare in calcestruzzo armato 2x2 metri con fondo consolidato in beole di granito.

3. Analisi stato del canale interrato

3.1 Rilievo e categorizzazione dei difetti

Come accennato precedentemente, nel mese di agosto 2020, si è esperito un sopralluogo all'interno del cunicolo del riale Bornago per rilevare, geolocalizzare e categorizzare tutti i difetti presenti. Questo procedimento è stato ripetuto nel 2022 per valutare dove, e quale tipologia di difetto si fosse aggravata ulteriormente.

Ripercorrendo il canale contro flusso, si sono rilevati tutti i difetti e le anomalie presenti sulle pareti, sulla soletta di copertura o sul fondo del manufatto. Le non conformità sono state localizzate (in posizione planimetrica e altimetrica) grazie ai punti fissi installati precedentemente all'interno del condotto (*cfr. monitoraggio riale Bornago*). Ogni difetto è stato inoltre identificato con codice alfanumerico crescente associandolo ad una o più fotografie.

Per una migliore comprensione dei risultati del rilievo, essi sono stati strutturati nel modo seguente:

- con una rappresentazione planimetrica del difetto sul tracciato del canale interrato;
- in forma tabellare per difetto rilevato, definendone la gravità, una proposta di risanamento e il riferimento alle fotografie corrispondenti;

La definizione della gravità del difetto, in analogia con quanto previsto dalle norme VSA per le canalizzazioni, prevede l'attribuzione di un numero da 1 a 4, sulla base delle seguenti osservazioni:

- 1 – Difetto grave, pregiudica in modo importante la funzionalità del canale o la sicurezza strutturale del manufatto;
- 2 – Difetto medio, potrebbe pregiudicare in modo importante in breve tempo la funzionalità o la sicurezza strutturale del manufatto;
- 3 – Difetto lieve, non rappresenta nell'immediato una problematica legata alla funzionalità o alla sicurezza strutturale del manufatto, necessita di un monitoraggio costante;
- 4 – Osservazione, fenomeno che non pregiudica la funzionalità o la sicurezza strutturale del manufatto.

Per i difetti più gravi si è definito un intervento di risanamento, il cui costo sarà contenuto nel preventivo allegato.

3.2 Difetti riscontrati e proposta di risanamento

I difetti riscontrati si differenziano per tipologia a seconda della loro ubicazione e dell'anno di realizzazione della sezione di canale corrispondente. Infatti, dove il manufatto è stato realizzato con massi fuggati e una soletta debolmente armata i difetti si concentrano maggiormente sul fondo, che in alcuni punti lamenta l'assenza del lastrico a coltello.

Si segnala in particolare che alla progressiva 71.00 metri dall'ingresso di monte, durante i lavori di sostituzione dello scarico dello scolmatore comunale, si è riscontrato un grosso buco. Visto il concreto pericolo che il fondo del riale potesse collassare si è provveduto ad un primo intervento iniettando nell'intercapedine della malta superfluida e autoscompattante. Al termine della lavorazione sono stati messi in opera un totale di 14 m³ di materiale cementizio.



Figura 4: fotografia della cavità presente sul fondo del canale prima del suo riempimento.

Col passare del tempo, tra il primo rilievo e il secondo, si riscontra la comparsa di nuove buche e voragini. Si suppone che il riale un tempo fosse costituito da un alveo irregolare e roccioso, caratterizzato da numerose cascate e piccole pozze. Con la formazione del cunicolo, probabilmente, si è cercato di uniformare il piano di scorrimento senza però colmare in modo adeguato tutte le intercapedini esistenti. Questo ha portato col tempo all'erosione del piano di scorrimento e al collasso del lastrico.

Si precisa però, che non si segnalano pericoli di stabilità delle pareti del canale, che sono certamente fondate direttamente sul piano roccioso.

Risanamento prospettato:

Per sanare questo difetto, l'unica soluzione è procedere al riempimento delle intercapedini con malta fluida e autoscompattante per essere certi di colmare tutti gli interstizi presenti. Al termine di questo lavoro si procederà al ripristino del lastrico a coltello utilizzando malte apposite resistenti all'abrasione delle acque fluviali cariche di sedimenti (tipo SIKA Abrarock, o similari).

Nel tratto terminale del cunicolo, di più recente costruzione, il difetto maggiormente riscontrato riguarda il distacco dello strato di copriferro a seguito dell'ossidazione delle barre d'armatura sottostanti. Questo fenomeno, dovuto probabilmente all'assenza di un adeguato spessore di copriferro, viene riscontrato sulla parte superiore delle pareti e sulla soletta di copertura.

L'armatura colpita dall'ossidazione, che vede in alcuni casi l'asportazione di gran parte della sezione d'acciaio, è quella posata nel lembo inferiore e quindi responsabile della tenuta statica della soletta in calcestruzzo.

Risanamento prospettato:

Si ritiene opportuno, nei casi più gravi, effettuare un intervento urgente di risanamento e ristabilimento dello strato di copriferro di protezione. In questi casi sarà necessaria la completa asportazione dello strato di ossidazione e di calcestruzzo compromesso. Successivamente sarà applicata una vernice anticorrosiva e ripristinato lo strato di copriferro di protezione con malte specifiche (tixotropiche, fibro-rinforzate e a ritiro compensato). Per le zone più estese questi materiali saranno applicati a spruzzo, riducendo i tempi di realizzazione.



Figura 5: veduta di una porzione di soletta in cui manca il copriferro e le armature risultano visibilmente ossidate.

Prima di procedere alla demolizione del beton ammalorato, per i casi più gravi, sarà necessario predisporre dei puntelli di sostegno.

Sul piano di scorrimento si riscontra il progressivo distacco delle beole di rivestimento che, a seguito di eventi intensi, vengono trasportate fino a valle dello sbocco.

Si ritiene che con il passare del tempo il distacco delle beole interesserà progressivamente tutto il tratto "nuovo" del canale, esponendo direttamente la platea di fondazione all'effetto abrasivo dell'acqua del riale e dei sedimenti in essa trasportati. Questo fenomeno è già stato riscontrato a distanza di due anni tra il primo e il secondo rilievo a tappeto.



Figura 6: vista di una porzione di canale in cui le beole posate sono ormai completamente assenti.

Risanamento prospettato:

Per sanare in modo definitivo questo difetto generalizzato, che interesserà col tempo tutta la lunghezza del riale rivestita con le beole (ca 126 ml di canale), si ritiene vantaggioso rivedere completamente la strutturazione del fondo del cunicolo. Infatti con la posa a nuovo delle beole in maniera tradizionale (malta o silicone) si assisterebbe con ogni probabilità, e in breve tempo, ad un nuovo distacco dello strato protettivo del canale, annullando l'intervento di risanamento.

Inoltre ad oggi è assente un camminamento asciutto, che agevolerebbe le operazioni di monitoraggio e manutenzione periodica, incrementando la sicurezza del personale impiegato. Infatti ad oggi, a causa delle numerose curve e cambi di direzione, l'acqua in tempo di magra interessa anche le ali laterali (molto inclinate), rendendo difficile il passo pedonale.

Risanamento prospettato:

Si propone la formazione al centro del canale, di un alveo di magra capace di contenere una portata pari ad un tempo di ritorno statistico di 2 anni (HQ_2).

Da una prima valutazione idraulica in tal senso si necessiterebbe di un profilo semicircolare di diametro 600 mm. Ai lati di questo condotto sarà creata una banchina asciutta pensata per il transito in sicurezza del personale addetto al controllo periodico. Per incrementare ulteriormente l'aderenza il piano di calpestio sarà rifinito con sabbia di quarzo con la tecnica fresco su fresco.

Inoltre, in casi di manutenzione straordinaria, le banchine asciutte ricavate ai lati della guscia di scorrimento garantirebbero il transito dei cingoli di una motocarriola, utilizzata per il trasporto del materiale e delle apparecchiature all'interno del canale.

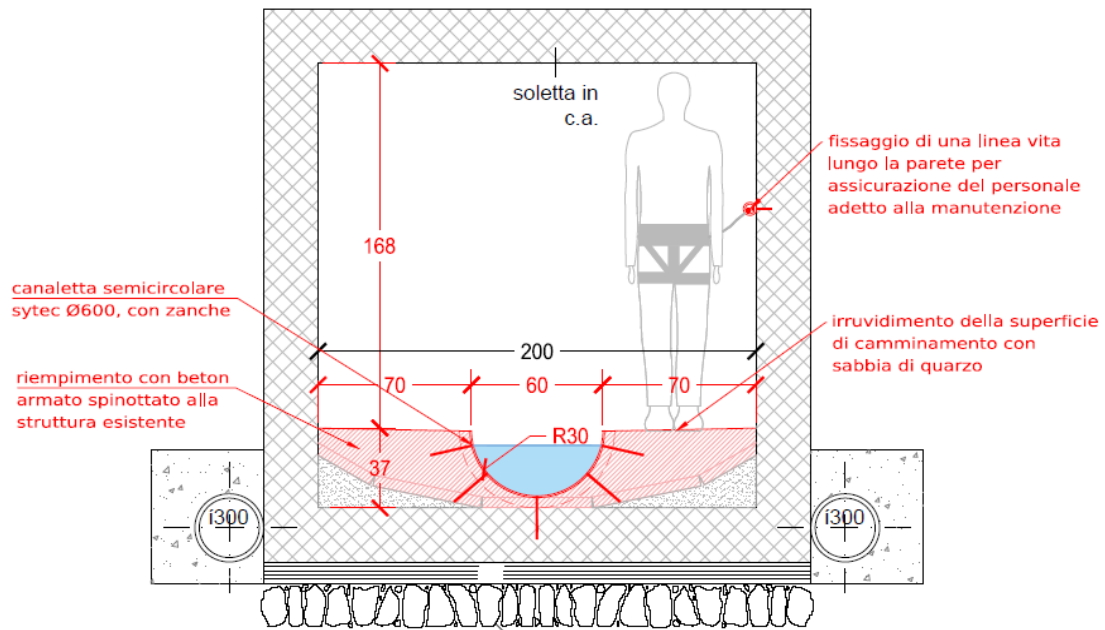


Figura 7: sezione tipo di progetto per il risanamento del fondo del riale Bornago

Per uniformare e accelerare le operazioni di risanamento, la rigola di scorrimento di magra sarà realizzata con elementi semicircolari metallici tipo Sytec Spirel. I profilati, in corrispondenza dei giunti di collegamento, saranno dotati di ulteriori zanche metalliche per unire gli elementi in modo solidale al getto delle banchine.

Inoltre le banchine saranno unite alla struttura esistente mediante spinotti in acciaio box $\Phi 20$, posati nel calcestruzzo esistente con ancorante chimico tipo Hilti Hit Y200, con un raster di uno spinotto al mq. Le superfici di transito saranno ulteriormente rinforzate con la posa di una rete d'armatura elettrosaldata K335 ($\Phi 8/\Phi 8$ 150/150) e con un copriferro di 4 cm.

Per la sicurezza del personale impiegato nei lavori di manutenzione e nei controlli periodici dello stato, sarà predisposta una linea vita. Per questo motivo, sulle pareti del canale, saranno realizzati dei "chiodi" asolati in acciaio inossidabile, nei quali si potrà fissare una corda di sicurezza, alla quale il personale incaricato del controllo periodico si potrà assicurare.

Si è valutata anche la possibilità di posare una corda fissa, ma si ritiene che le condizioni ambientali del corso d'acqua ridurrebbero fortemente la durata di vita dei materiali, rendendo un controllo periodico dello stato necessario. Per il rispetto delle normative di protezione del personale si dovrebbe inoltre procedere al collaudo periodico della linea vita con notevole dispendio finanziario.

In ogni caso, al termine dei lavori, si dovrà procedere alla formazione del personale comunale che sarà addetto al controllo periodico del cunicolo, con l'intervento di persone qualificate nel settore della sicurezza.

Allo sbocco del canale, dove termina il fondo consolidato, si riscontra una marcata erosione dell'alveo naturale del riale Bornago.

Qui si è formata nel tempo una pozza di medie dimensioni che in alcuni momenti dell'anno è interessata dal deposito e successiva putrefazione di solidi fognari provenienti dallo scolmatore comunale SP26. Questo fenomeno oltre a generare cattivi odori, rappresenta un problema importante di salute pubblica.

Inoltre, la formazione di questo dislivello altimetrico incrementa l'erosione sulla parte naturale del riale in occasione di eventi di piena.



Figura 8: vista dello sbocco del cunicolo, con in evidenza il salto di quota e la pozza.

Risanamento prospettato:

Si ritiene opportuno colmare la pozza esistente, ristabilendo un normale piano di scorrimento del riale. In questo modo i solidi fognari provenienti dallo scolmatore comunale non potranno più depositarsi e ammassarsi in un sol punto, ma saranno condotti più a valle e diluiti nelle acque del fiume Magliasina.

Per evitare che la depressione sanata possa ripresentarsi, si propone di allestire allo sbocco del canale uno scivolo mosso e irregolare capace di rompere il flusso e dissipare l'energia accumulata durante la discesa nel cunicolo interrato (163 ml al 20% di pendenza media), normalizzandone lo scorrimento.

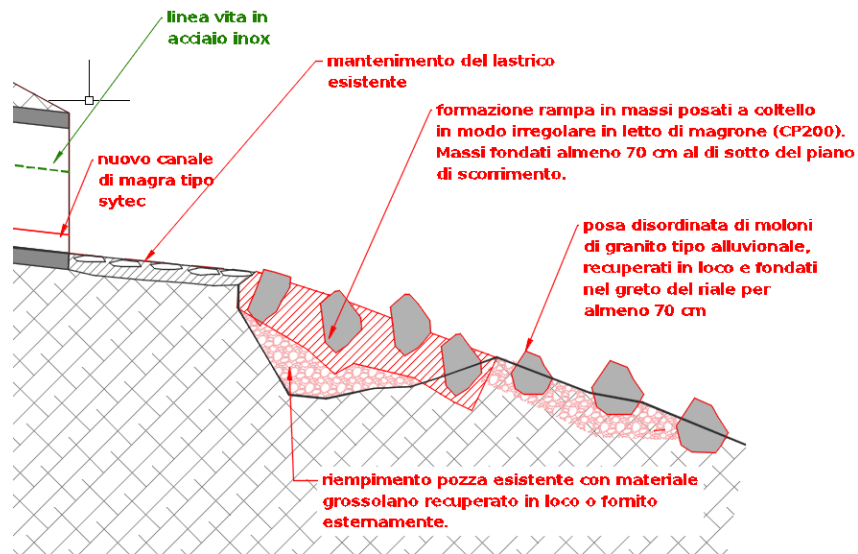


Figura 8: Profilo tipo dello scivolo di dissipazione da costruire allo sbocco del canale interrato del riale Bornago.

Più a valle per un'ulteriore lunghezza di 5 metri si consoliderà l'alveo con la posa di boccioni in ordine sparso e di misto granulare grossolano. Le sponde in questa fascia saranno consolidate con la formazione di scogliera in moloni di granito. In questo modo il riale sarà instradato nella parte naturale e meno pendente senza che si presentino nuovi fenomeni di erosione.

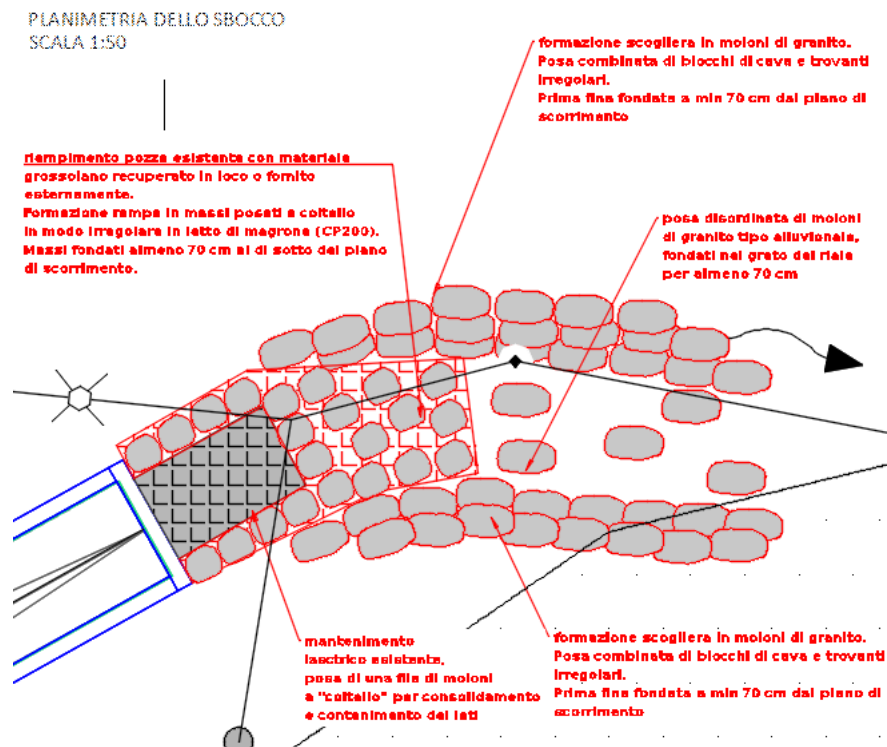


Figura 9: Planimetria della sistemazione dello sbocco del canale Bornago.

4. Gestione di cantiere

La principale criticità legata allo svolgimento dei lavori di sistemazione sopra descritti è legata all'accessibilità al cunicolo Bornago.

Il cunicolo interrato misura 163 ml di lunghezza.

Dal portale di sbocco a Piazza Gesòra, vi sono 36 metri di dislivello, i due piani sono collegati da una scarpata molto ripida e poco consolidata. La formazione di una pista di cantiere in questo contesto, risulterebbe poco praticabile e molto costosa.

Per il trasporto del materiale si potrebbe utilizzare un elicottero, realizzando una piazzola di scarico allo sbocco del riale. Si ritiene però che il ridotto carico utile di questi apparecchi, comporterebbe numerosi "tiri", generando un disturbo diretto alla popolazione e ingenti spese.

Si ritiene più vantaggiosa la formazione di una pista di cantiere proveniente dal basso che da via Piscicoltura, attraverso la pista *i Castéi*, continui all'interno della valle del riale Bornago. Da un sopralluogo effettuato, la vallata del corso d'acqua si presenta ampia e pianeggiante. Pertanto, la formazione di una pista di cantiere, richiederebbe movimenti di terra limitati.

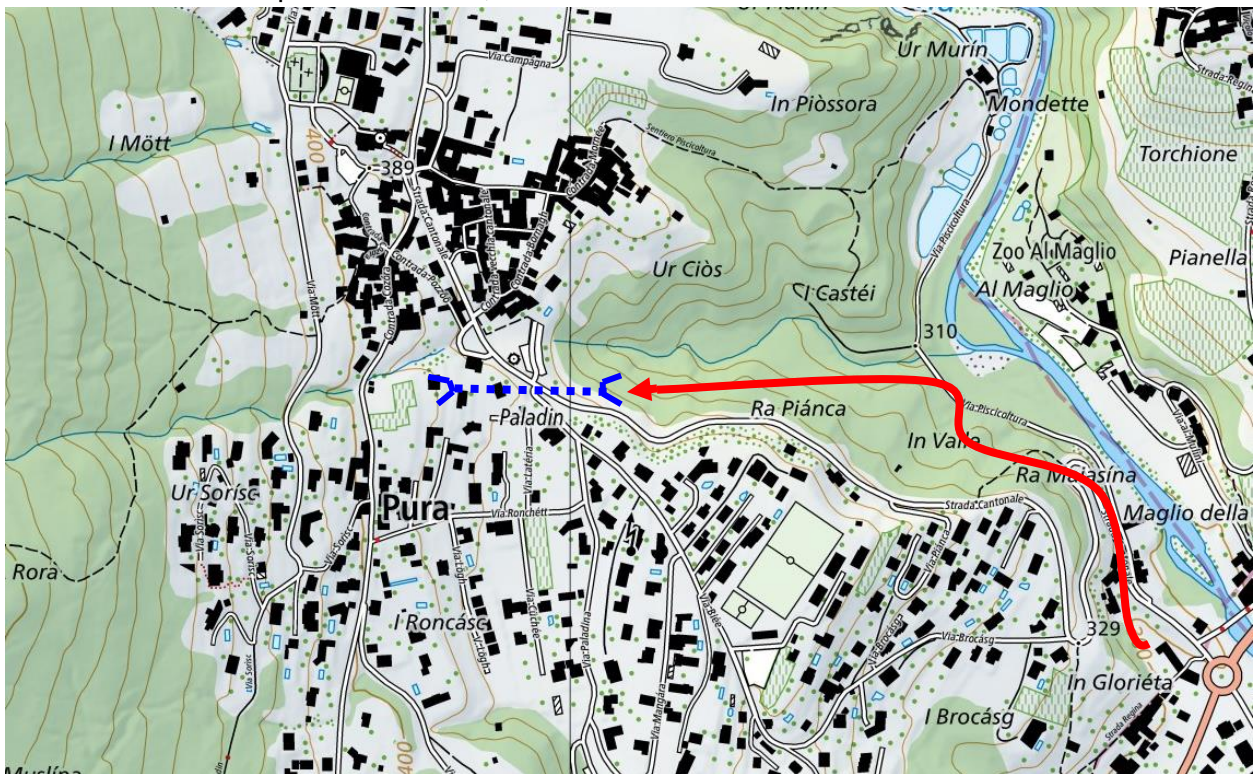


Figura 10: in blu in canale Bornago e in rosso il possibile accesso provvisorio al cantiere, attraverso via Piscicoltura.

Per la formazione della pista di cantiere sarebbe necessario procedere alla formazione di due travacconi per attraversare il riale Bornago in altrettanti punti. Questi sarebbero dotati di due tubazioni corrugate in materiale plastico di diametro interno pari a 800 mm, capaci di far transitare delle portate fino ad un tempo di ritorno HQ₂₀. Per eventi di maggiore intensità, rari vista la durata limitata del cantiere, si ammette che il riale allaghi il passaggio provvisorio.

Questo in funzione di un uso ragionato delle risorse e che, durante eventi di piena, i lavori di risanamento sarebbero comunque temporaneamente interrotti.

Il passaggio veicolare sarà costituito da una massicciata composta da pietrame con pezzatura compresa tra 100 e 200 mm, materiale capace di resistere alla forza di trascinamento del riale in piena.

La parte di transito, sacrificabile in caso di piene estreme, sarà realizzata con materiali più fini (misto 0/100) per garantire il transito veicolare più confortevole e sicuro.

La pista di cantiere avrà un calibro di 3 metri e permetterà il transito di camion 2 assi fino a una distanza di 50 metri dallo sbocco del canale.

Nella parte terminale, ripida e più stretta, la pista sarà di 1.50 metri di larghezza e percorribile con piccoli dumper o motocarriole con capacità di carico fino a 1'000 kg. L'accesso al canale avverrà in sponda sinistra e sarà a livello dello scorrimento attuale. Un accesso dal basso con automezzi pesanti di maggiore grandezza non è comunque possibile a causa della strettoia presente all'imbocco di via Piscicoltura, che misura appena 2.80 m di larghezza (punto più stretto).

Sul tracciato di cantiere si dovrà procedere alla captazione di una sorgente che scende dal versante sinistro. Questa sarà poi provvisoriamente convogliata in un tubo in PVC $\Phi 315$ e dirottata a riale. In questo modo il transito dei veicoli avverrà su materiale asciutto e composto da misto alluvionale. Sarà infatti necessario procedere alla rimozione del materiale vegetale, che sarà depositato a lato, e alla costipazione leggera dello strato di sottofondo.

La possibilità della formazione di una pista di cantiere provvisoria è già stata sondata preliminarmente dall'Ufficio Tecnico con l'Ufficio Forestale cantonale. Si precisa inoltre che per una pista provvisoria non è necessaria una domanda di dissodamento.

Si segnala però la necessità di procedere ad una pulizia preliminare e generale del bosco. Da un sopralluogo si sono stimate sommariamente 60-80 piante ad alto fusto che sono state sradicate e si trovano di traverso all'interno della valle. Questo intervento di pulizia e messa in sicurezza dovrebbe essere coordinato con il consorzio idrico-forestale TREMA. La rimozione del legname come l'accesso dei mezzi forestali, potrebbe avvenire attraverso la pista di cantiere sopra-descritta.



Figura 11: Situazione tipo riscontrata in gran parte del fondo valle del riale Bornago

I costi di quest'operazione sono stato inseriti nel preventivo riportato di seguito, sotto la parte d'opera formazione pista di cantiere provvisoria (capitolo CPN 116).

Si precisa inoltre che in sponda sinistra sono presenti numerosi ed estesi focolai di neofite invasive. Sarebbe opportuno, con gli enti competenti, intavolare la discussione per l'allestimento di un piano di gestione per evitare la proliferazione incontrollata di queste essenze alloctone.



Figura 12: Vista del focolaio di neofite invasive, in primo piano le palme di Fortune e dietro un boschetto di bamboo.

Possibile ulteriore sviluppo del progetto – conversione pista di cantiere

Infine, la creazione di una pista di cantiere, la generale pulizia, la messa in sicurezza del fondo valle e la gestione delle neofite creerebbero le basi per una riqualifica ambientale di questa zona naturale di pregio, in favore di una maggiore fruizione da parte della popolazione. Si potrebbe infatti pensare, al termine dei lavori, alla conversione della pista di cantiere in un sentiero pedonale con la sostituzione dei travacconi con dei ponticelli in legno. Il sentiero potrebbe anche proseguire oltre lo sbocco del riale Bornago, inerpicandosi sulla scarpata fino al Piazzale Gesòra. In questo modo la popolazione di Pura avrebbe una comoda via pedonale per raggiungere la Magliasina, Caslano e Magliaso in completa sicurezza.

Mappali toccati dai lavori

I lavori di sistemazione previsti interessano direttamente il cunicolo del riale Bornago. La pista di cantiere sarebbe edificata sui fondi privati 735, 734, 727, 730, 1230 e il fondo comunale 142. Il coinvolgimento dei proprietari privati è certamente necessario come pure, nel caso della formazione di una struttura permanente (sentiero), l'iscrizione a registro fondiario di un passo pubblico a favore del Comune di Pura.

5. Preventivo dei costi

Si riporta di seguito il riepilogo del preventivo di spesa elaborato sulla base dei capitoli normalizzati CPN (ed. 2023). I prezzi di mercato utilizzati si riferiscono a marzo 2023.

Si precisa che, vista l'incerta congiuntura mondiale fortemente influenzata dalla guerra in Ucraina non si possono escludere variazioni, anche forti, dei prezzi dei materiali di costruzione.

L'attendibilità del preventivo definitivo, conformemente alla normativa SIA 103, è del $\pm 10\%$.

A. Opere da impresario costruttore

CPN 113 Impianto di cantiere	SFr. 43'452.75.-
CPN 213 Sistemazione di corsi d'acqua	SFr. 30'012.50.-
CPN 211 Fosse di scavo e movimenti di terra	SFr. 39'725.00.-
CPN 241 Opere di calcestruzzo eseguite sul posto	<u>SFr. 364'790.00.-</u>
Totale costi di costruzione	SFr. 477'980.25.-
CPN103 Aumenti e indennità (2%)	SFr. 9'559.60.-
CPN 111 Lavori a Regia (10%)	<u>SFr. 47'798.05.-</u>
Totale impresario costruttore	SFr. 535'337.90.-

B. Opere da Forestale

CPN 116 Taglio alberi e dissodamenti	
Totale impresa forestale	SFr. 42'275.00.-

C. Opere specialistiche

Fornitura, posa e collaudo linea vita	
Totale impresa specialistica	SFr. 41'250.00.-

D. Onorari

Procedura di appalto <i>Fase 41</i>	SFr. 9'500.00.-
Progettazione esecutiva, direzione lavori e liq. <i>Fase 51, 52 e 53</i>	<u>SFr. 62'308.00.-</u>
Totale onorari	SFr. 71'808.00.-

E. Diversi

Imprevisti (10% cc)	SFr. 47'798.05.-
Tracciamenti e ripristini confini	<u>SFr. 1'500.00.-</u>
Totale diversi	SFr. 49'298.05.-
Totale globale (IVA escl.)	SFr. 739'968.95.-
IVA 7.7%	<u>SFr. 56'977.60.-</u>
Totale globale (IVA incl.)	SFr. 796'946.55.-

Ricapitolazione preventivo per parti d'opera

Parte d'opera	Costo complessivo preventivato
Pulizia area boschiva	SFr. 48'083.50.-
Pista di cantiere	SFr. 46'458.80.-
Sistemazione canale Bornago	SFr. 601'494.30.-
Sistemazione sbocco riale	SFr. 43'932.35.-
Totale (IVA escl.)	SFr. 739'968.95.-
IVA 7.7 %	SFr. 56'977.60.-
Totale (IVA incl.)	SFr. 796'946.55.-

Sussidiamento delle opere

Si ritiene verosimile un coinvolgimento del consorzio TREMA per le opere di pulizia del bosco e del fondo valle. Sarebbe importante organizzare un incontro per discutere della tematica e, se possibile, definire un'aliquota percentuale di partecipazione alle spese.

Per quanto concerne le opere di sistemazione idraulica, il concetto elaborato, è già stato sottoposto all'Ufficio dei Corsi d'Acqua nel 2020. A seguito di questo incontro, nel quale l'ufficio cantonale ribadiva l'importanza di mettere in opera gli interventi di sistemazione del canale, segnalava che la percentuale di sussidiamento cantonale sulla spesa globale di risanamento poteva essere del 60%.

Il presente progetto definitivo dovrà essere inoltrato all'Ufficio dei Corsi d'Acqua per preavviso formale e per conferma definitiva dell'aliquota di sussidiamento.

Dopo questo passo formale, si ritiene verosimile, intavolare una discussione sulla ripartizione dei costi anche con le strade cantonali che scaricano portate considerevoli nel cunicolo Bornago, e quindi collaborano in modo importante allo sfruttamento della struttura.

6. Tempi di realizzazione

Salvo periodi particolarmente piovosi, o imprevisti, si stima la seguente durata complessiva dei lavori.

Parte d'opera	Tempo stimato
Pulizia del bosco e formazione della pista di cantiere	2 - 3 mesi
Sistemazione canale Bornago	4-6 mesi
Ripristino pista area boschiva	1 mese
Totale durata dei lavori	7-10 mesi

7. Area di cantiere occupazioni temporanee

Gran parte del cantiere si svilupperà all'interno del canale Bornago e nel fondo valle fino alla foce nella Magliasina.

L'accesso dal basso permetterà di concentrare le forniture del materiale dalla rotonda della Magliasina, senza arrecare disturbo alla popolazione di Pura.

Per la sistemazione della parte alta del canale sarebbe opportuno dare una piccola area di cantiere anche in prossimità della camera di accesso di monte, ubicata in piazza Latéria, sacrificando alcuni posteggi comunali.

Per realizzare quanto previsto, l'impresa necessiterà di un allacciamento elettrico e idrico di cantiere. Questi potrebbero essere forniti attraverso la camera di accesso di Piazza Latéria.

8. Conclusioni

Il buon mantenimento dello stato del canale interrato del riale Bornago è particolarmente importante al fine di garantire il corretto smaltimento delle acque della strada cantonale, dello scarico dello scolmatore comunale nonché dei riali ad esso collegati.

Il collasso dello scatolare interrato con il successivo sbarramento del riale potrebbe generare gravi problematiche legate al funzionamento delle canalizzazioni, alla stabilità dei versanti circostanti e di pericolo per la popolazione.

Inoltre, il ripristino del manufatto a seguito di un cedimento strutturale, risulterebbe pressoché impossibile a causa delle importanti profondità e delle pressioni idrauliche che si instaurerebbero nel cunicolo a monte dello sbarramento.

Sulla base di queste riflessioni si ritiene fondamentale investire nel risanamento di questo manufatto di smaltimento vitale per il sistema di raccolta ed evacuazioni delle acque del Comune di Pura.

La modifica radicale della struttura del fondo e l'implementazione di una linea vita garantiranno un futuro controllo periodico del cunicolo da parte di personale qualificato e attrezzato. Questo monitoraggio dello stato, premetterà la messa in opera repentina e costante degli interventi di manutenzione ordinaria, evitando l'aggravarsi dei difetti con il conseguente aumento dell'impegno finanziario necessario al loro risanamento.

Caslano, marzo 2023

Ingegneria Bottani e Forrer SA

Ing Matteo Forrer

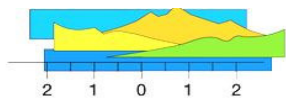
9. Allegati

Si allegano alla presente relazione tecnica i seguenti documenti:

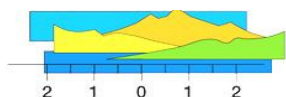
- Una tabella con indicati i difetti, la loro tipologia, la loro gravità e posizione;
- Un rapporto fotografico dei difetti riscontrati;
- Una tabella con indicati gli interventi di risanamento corrispondenti ai difetti riscontrati.

ALLEGATO 1

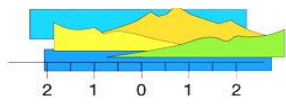
Tabella dei difetti e delle proposte di risanamento



Numero ID	Progressiva [m]	Posizione	Descrizione	Classificazione	Sezione corrispondente	Fotografia corrispondente	Intervento di risanamento
d1	17.73	parete destra	lieve distacco del copriferro.	3	1	4	osservazione
d2	17.73	soletta	distacco del calcestruzzo, foro. Non è visibile armatura. Concrezioni calcaree, infiltrazione di acqua.	3	2	5	osservazione
d3	23.94	parete sinistra	Infiltrazioni acqua e concrezioni ferruginose.	4	2	5	osservazione
d4	29.99	parete sinistra	Infiltrazioni acqua e concrezioni ferruginose, foro.	3	3	6, 7, 8 e 9	osservazione
d5	33.9	soletta	Infiltrazioni acqua e concrezioni ferruginose, foro.	3	3	6, 7, 8 e 9	osservazione
d6	40.05	soletta	Distacco localizzato del calcestruzzo, armatura a vista per ca 50cm.	2	4	10	ripristino copriferro
d7	35.26	fondo	distacco completo del lastrico a "coltello"	1	5	11	ripristino lastrico a coltello
d8	35.76	soletta	nido di ghiaia, per una superficie di ca 0.5 m ² manca la parte fine del getto, armatura a vista.	1	6	12	ripristino del copriferro
d9/d10	42.45-45	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 10 m ² . Infiltrazioni da un giunto, concrezioni calcaree.	1	7	13 e 14	ripristino del copriferro
d11	46	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	2	8	15	ripristino del copriferro
d12	46	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	2	9	16 e 17	ripristino del copriferro
d13	50	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	2	10	18	ripristino del copriferro
d14	52.24	fondo	distacco puntuale e laterale del lastrico a "coltello"	2	11	19	ripristino lastrico a coltello
d15	54.30-56.8	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 5 m ² .	1	12	20 e 21	ripristino del copriferro
d16	59.2-60.7	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	2	13	22 e 23	ripristino del copriferro
d17	67.10-69.60	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 1 m ² .	2	14	24 e 25	ripristino del copriferro
d18	74.1	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista. Infiltrazione da giunto di getto con concrezioni calcaree e ferruginose.	2	15	26 e 27	ripristino del copriferro



Numero ID	Progressiva [m]	Posizione	Descrizione	Classificazione	Sezione corrispondente	Fotografia corrispondente	Intervento di risanamento
d19	77.80-80.2	soletta / pareti e fondo	- infiltrazione di acqua dal lato del vecchio scarico dello scolmatore comunale, riempito e messo fuori servizio. - carotaggio tappato in soletta. - abrasione generalizzata dal copriferro a causa dell'impatto del vecchio scarico. - distacco delle beole del fondo a causa dell'impatto del vecchio scarico.	1	16	28, 29, 30, 31, 32 e 33	rispristino generale delle pareti e del fondo
d20	81	fondo	distacco di alcune beole della lastricatura	1	17	34	Sistemazione del fondo secondo dett A
d21	81.5	parete sinistra	abrasione del calcestruzzo, armatura a vista	1	18	35	ripristino del copriferro
d22	88	parete sinistra	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	3	19	36	ripristino del copriferro
d23	90.5	parete sinistra	abrasione del calcestruzzo, armatura a vista	1	20	37	ripristino del copriferro
d24	91	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 1 m ² .	2	21	38	ripristino del copriferro
d25	103.6	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	3	22	39	osservazione
d26	111-117.24	parete sinistra	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	2	23	40	ripristino del copriferro
d27	112.99	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	3	24	41	osservazione
d28	117.24-121.22	parete sinistra	presenza estesa di concrezioni calcaree in parete	4	25	42, 43	osservazione
d29	126	parete sinistra	infiltrazione estesa di acqua e umidità. Concrezione calcarea puntuale	4	26	44	osservazione
d30	131	pareti e soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista. Infiltrazione da giunto di getto con concrezioni calcaree e ferruginose.	1	27	45, 46, 47 e 48	ripristino del copriferro
d31	141	parete sinistra	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista. Importanti infiltrazioni dai giunti di getto con concrezioni calcaree e ferruginose.	3	28	49	ripristino del copriferro
d32	143.7	pareti e soletta	infiltrazioni, umidità e concrezioni calcaree diffuse lungo l'intero giunto di lavoro. Cambio sezione	3	29	50, 51 e 52	osservazione
d33	149	fondo	distacco delle beole della lastricatura e fondo fessurato	2	30	53	Sistemazione del fondo secondo dett A



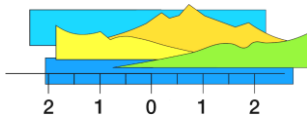
Numero ID	Progressiva [m]	Posizione	Descrizione	Classificazione	Sezione corrispondente	Fotografia corrispondente	Intervento di risanamento
d34	155.72-163	fondo	distacco generalizzato delle beole della lastricatura	1	31	54	Sistemazione del fondo secondo dett A

Numero ID	Progressiva [m]	Posizione	Descrizione	Intervento di risanamento
d6	40.05	soletta	Distacco localizzato del calcestruzzo, armatura a vista per ca 50cm.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d7	35.26	fondo	distacco completo del latrico a "coltello"	iniezione malta autocompattante, FORNITURA E POSA (sist. Alveo con canale Sitec)
d8	35.76	soletta	nido di ghiaia, per una superficie di ca 0.5 m ² manca la parte fine del getto, armatura a vista.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d9/d10	42.45-45	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 10 m ² . Infiltrazioni da un giunto, concrezioni calcaree.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo.
d11	46	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d12	46	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d13	50	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d14	52.24	fondo	distacco puntuale e laterale del latrico a "coltello"	iniezione malta autocompattante (sist. Alveo con canale Sitec)
d15	54.30-56.8	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 5 m ² .	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d16	59.2-60.7	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d17	67.10-69.60	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 2 m ² .	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d18	74.1	soletta	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista. Infiltrazione da giunto di getto con concrezioni calcaree e ferruginose.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo

Numero ID	Progressiva [m]	Posizione	Descrizione	Intervento di risanamento
d19	77.80-80.2	soletta / pareti e fondo	<ul style="list-style-type: none"> - infiltrazione di acqua dal lato del vecchio scarico dello scolmatore comunale, riempito e messo fuori servizio. - carotaggio tappato in soletta. - abrasione generalizzata dal copriferro a causa dell'impatto del vecchio scarico. - distacco delle beole del fondo a causa dell'impatto del vecchio scarico. 	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d21	81.5	parete sinistra	abrasione del calcestruzzo, armatura a vista	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d22	88	parete sinistra	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d23	90.5	parete sinistra	abrasione del calcestruzzo, armatura a vista	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d24	91	soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura a vista per una superficie di ca 2 m ² .	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d26	111-117.24	parete sinistra	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d30	131	pareti e soletta	distacco generalizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista. Infiltrazione da giunto di getto con concrezioni calcaree e ferruginose.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d31	141	parete sinistra	distacco localizzato del copriferro, armatura puntualmente a vista. Importanti infiltrazioni dai giunti di getto con concrezioni calcaree e ferruginose.	Rimozione cls ammalorato tramite spazzatura della superficie. Rimozione ossidazione, trattamento acciaio e ripristino copriferro con malte tixotropiche a ritiro compensato applicate a spruzzo
d18, d20, d33, d34	da 28.82 a 163	fondo	progressivo distacco delle beole o del lastrico a coltello del fondo alveo.	Rimozione delle beole, messa in opera spinotti Φ20 con malta Hilti Hit Y200, messa in opera canale sitec Spyrel modificato con zanche, messa in opera rete armature K335, getto calcestruzzo di rinfiacco, finitura con sabbia di quarzo fresco su fresco.
	da 0.00 a 28.82	fondo	Salti di roccia	Fornitura e posa scalini MSU
totale risanamento canale				

ALLEGATO 2

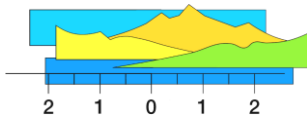
Rapporto fotografico dei difetti



RISANAMENTO CANALE BORNAGO DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DIFETTI



Estratto planimetrico (non in scala)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA – DIFETTI

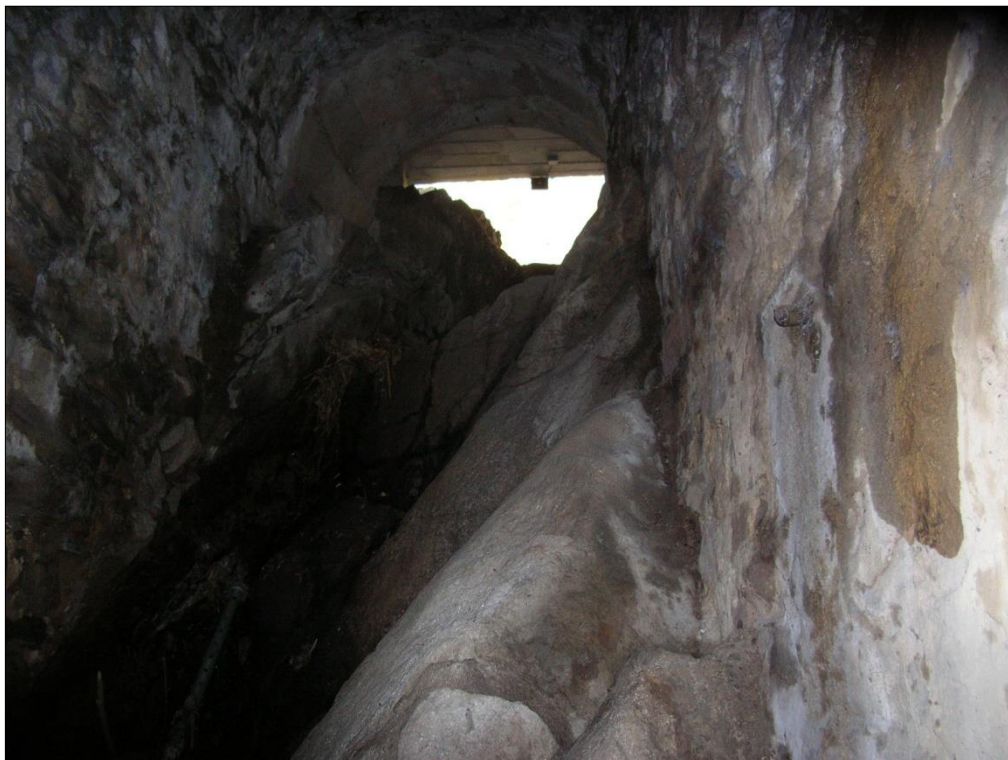


Foto 1: Vista del canale in direzione ovest.



Foto 2: Vista del canale in direzione est.

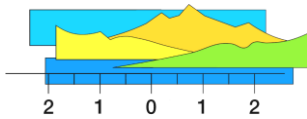


Foto 3: Vista del tubo in PVC in entrata, a lato del P13 (monitoraggio).



Foto 4: **d1** – Ferro d'armatura a vista sul filo soletta.

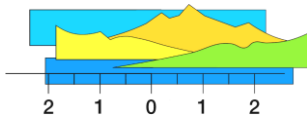


Foto 5: **d2/d3** – Rottura e presenza d'umidità sul filo soletta.



Foto 6: **d4/d5** – Rottura, presenza d'umidità e corrosione sul filo soletta.

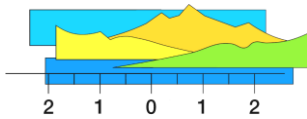


Foto 7: **d4/d5** – Presenza d'umidità e corrosione lungo il filo soletta.



Foto 8: **d4/d5** – Rottura sotto la testa (filo soletta) del canale.

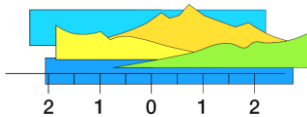


Foto 9: **d4/d5** – Rottura lungo la parete del canale.



Foto 10: **d6** – Rottura orizzontale sul filo soletta.

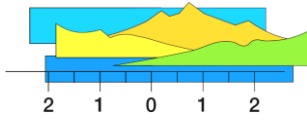


Foto 11: **d7** – Rottura della pavimentazione.



Foto 12: **d8** – Rottura sul filo soletta.

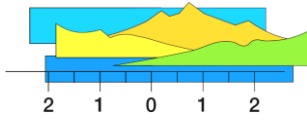


Foto 13: **d9/d10** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.



Foto 14: **d9/d10** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.

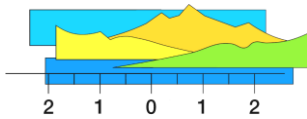


Foto 15: **d11** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.



Foto 16: **d12** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.

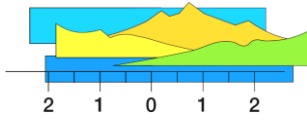


Foto 17: **d12** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.



Foto 18: **d13** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.

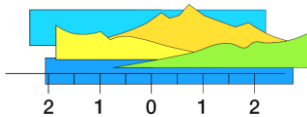


Foto 19: **d14** – Rottura della pavimentazione.



Foto 20: **d15** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.

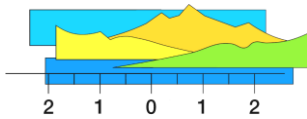


Foto 21: **d15** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.



Foto 22: **d16** – Rotture sul filo soletta.

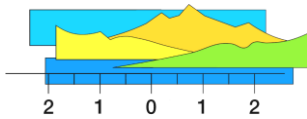


Foto 23: **d16** – Rotture sul filo soletta.



Foto 24: **d17** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.

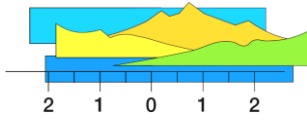


Foto 25: **d17** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.



Foto 26: **d18** – Ferri d'armatura a vista sul filo soletta.

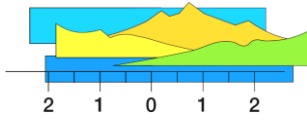


Foto 27: **d18** – Rotture sul filo soletta.



Foto 28: **d19** – Probabile rottura del tubo in PVC.

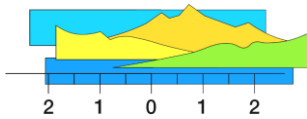


Foto 29: **d19** – Vista dell'estrazione di un carotaggio in soletta.



Foto 30: **d19** – Vista del ferro d'armatura lungo l'elevazione.

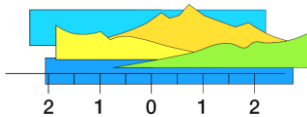


Foto 31: **d19** – Vista del ferro d'armatura sulla soletta.



Foto 32: **d19** – Dettaglio foto n°30.

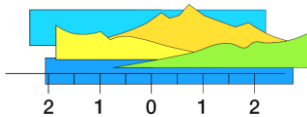


Foto 33: **d19** – Vista dello scorrimento lungo la pavimentazione.



Foto 34: **d20** – Vista dell'assenza di una lastra della pavimentazione.

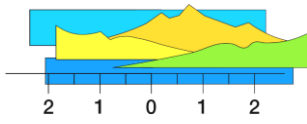


Foto 35: **d21** – Vista del ferro d'armatura in elevazione.



Foto 36: **d22** – Vista del ferro d'armatura in elevazione.

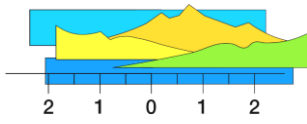


Foto 37: **d23** – Vista del ferro d'armatura in elevazione.



Foto 38: **d24** – Vista del ferro d'armatura sul filo soletta.

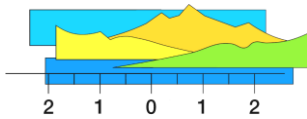


Foto 39: **d25** – Vista del ferro d'armatura sul filo soletta.



Foto 40: **d26** – Vista del ferro d'armatura sul filo soletta + elevazione.

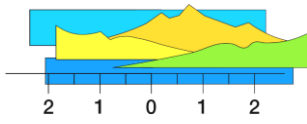


Foto 41: **d27** – Corrosione sul filo soletta.



Foto 42: **d28** – Presenza di muffa lungo la parete in elevazione.

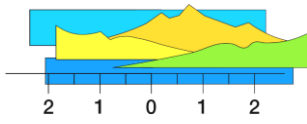


Foto 43: **d28** – Presenza di muffa lungo la parete in elevazione.



Foto 44: **d29** – Presenza d'umidità lungo la parete in elevazione.

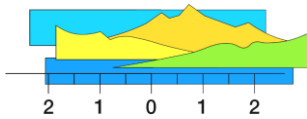


Foto 45: **d30** – Vista del ferro d'armatura lungo l'intera sezione.



Foto 46: **d30** – Vista del ferro d'armatura lungo l'intera sezione.

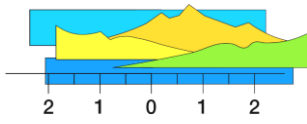


Foto 47: **d30** – Vista del ferro d'armatura lungo l'intera sezione.



Foto 48: **d29/d30** – Vista del ferro d'armatura lungo l'intera sezione.

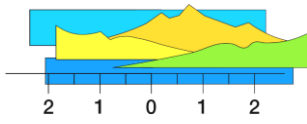


Foto 49: **d31** – Umidità + rotture verticali lungo la parete.



Foto 50: **d32** – Umidità + rotture verticali lungo l'intera sezione.

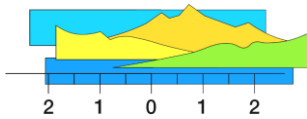


Foto 51: d32 – Umidità + rotture verticali lungo l'intera sezione.



Foto 52: d32 – Umidità + rotture verticali lungo l'intera sezione.

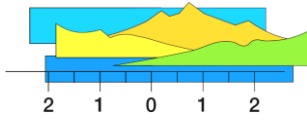


Foto 53: **d33** – Fessurazione sulla pavimentazione.



Foto 54: – Vista dell'assenza della pavimentazione (lastre).