

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

COMUNE DI Silanus

Provincia di Nuoro

OGGETTO: Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico per il superamento delle problematiche connesse alla copertura dei canali e degli attraversamenti dei corsi d'acqua

C.U.P.: C24J17000130006

C.I.G.: Z382429EAA

COMMITTENTE: Comune di Silanus

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Cagliari, lì 30/10/2023

Il Progettista:
Ing. Giuseppe De Bonis

Sommario

1	Premessa	4
2	Inquadramento generale e idrografico	5
3	Analisi dello stato di fatto	8
3.1	Precedenti interventi di sistemazione: ipotesi di progetto	12
3.1.1	Primo intervento	12
3.1.2	Secondo intervento	13
4	Criticità attuali rilevate	15
5	Interventi di progetto per la mitigazione del rischio idraulico esistente	17

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Inquadramento territoriale dell'area di intervento	5
Figura 2 – Definizione della zona idrografica di appartenenza per il comune di Silanus (PSFF, atlante cartografico della fasce fluviali).....	6
Figura 3 – Foto satellitare dell'area di intervento.....	7
Figura 4 – Perimetrazione della pericolosità idraulica sul bacino del Rio Funtaneda.....	7
Figura 5. Sulla sinistra immagine satellitare del 1968 con il rio Funtaneda nella sua sede naturale, sulla destra immagine successiva al completamento dei lavori (2013)	8
Figura 6 – Planimetria degli interventi realizzati negli anni ottanta, in verde il canale realizzato nell'allora "Piano di Zona 167" e in giallo il tratto iniziale a valle dell'attraversamento sul Corso Vittorio Emanuele	9
Figura 7 – Planimetria degli ultimi interventi, in verde il canale realizzato nella zona PIP e in giallo il tratto che congiunge gli interventi di tombatura degli anni ottanta	9
Figura 8. Tratto regimato a monte dell'attraversamento su Corso Vittorio Emanuele (sinistra) e attraversamento ponte sulla Via Vittorio Emanuele (destra)	10
Figura 9. Sulla sinistra il ponte sul Corso Vittorio Emanuele, sulla destra il pozzetto posto alla fine che immette al canale tombato	11
Figura 10. Immissione del Rio Carraghentu	11
Figura 11. Nella foto a sinistra lo bocco del canale, sulla destra la deviazione prima del sottopassaggio ferroviario	12
Figura 12. Sulla sinistra l'attraversamento sulla linea ferroviarie, sulla destra il tratto a pelo libero a valle dell'attraversamento.....	12
Figura 13. Nella foto a sinistra caditoia stradale per l'immissione delle portate che scorrono sopra la soletta del canale, sulla destra foto di una caditoia che confluisce le acque delle aree adiacenti.....	15
Figura 14. Parte superiore della copertura con evidenti segni di usura	16

INDICE DELLE TABELLE

1	Premessa	4
2	Inquadramento generale e idrografico	5
3	Analisi dello stato di fatto	8
3.1	Precedenti interventi di sistemazione: ipotesi di progetto.....	12
3.1.1	Primo intervento	12
3.1.2	Secondo intervento.....	13
4	Criticità attuali rilevate	15
5	Interventi di progetto per la mitigazione del rischio idraulico esistente	17

1 Premessa

Il Comune di Silanus intende realizzare la sistemazione del Rio Funtanedda per mitigare il rischio dovuto all'eventualità di eventi idrologici significativi al fine di tutelare persone e beni potenzialmente esposti a danni.

Il presente elaborato costituisce la Relazione Generale e Quadro Economico per gli interventi volti alla mitigazione del rischio idraulico lungo il corso d'acqua del Rio Funtanedda, nel territorio comunale di Silanus, da realizzarsi da parte dell'Amministrazione Comunale, divenuta beneficiaria di un finanziamento di 300'000 euro.

Il presente elaborato definisce l'inquadramento generale e vincolistico dell'area oggetto di studio, la descrizione degli studi e progetti pregressi e fornisce una descrizione delle principali criticità dello stato di fatto rilevate in occasione dei numerosi sopralluoghi effettuati e sulla base degli studi specialistici allegati al progetto.

Lo studio si articola nei seguenti capitoli:

- Inquadramento generale e idrografico
- Analisi dello stato di fatto
- Criticità attuali rilevate
- Interventi di progetto per la mitigazione del rischio idraulico esistente

2 Inquadramento generale e idrografico

Il comune di Silanus è localizzato nella Provincia di Nuoro e fa parte del GAL Marghine. Il territorio amministrativo ha una superficie di 48 km² circa.

L'infrastruttura viaria di maggiore importanza è la Strada Statale Numero 129 (Trasversale Sarda) che permette il collegamento con Orosei e la SS 131, nei pressi di Macomer. All'interno del centro abitato è presente inoltre una stazione ferroviaria sulla linea Macomer-Nuoro.

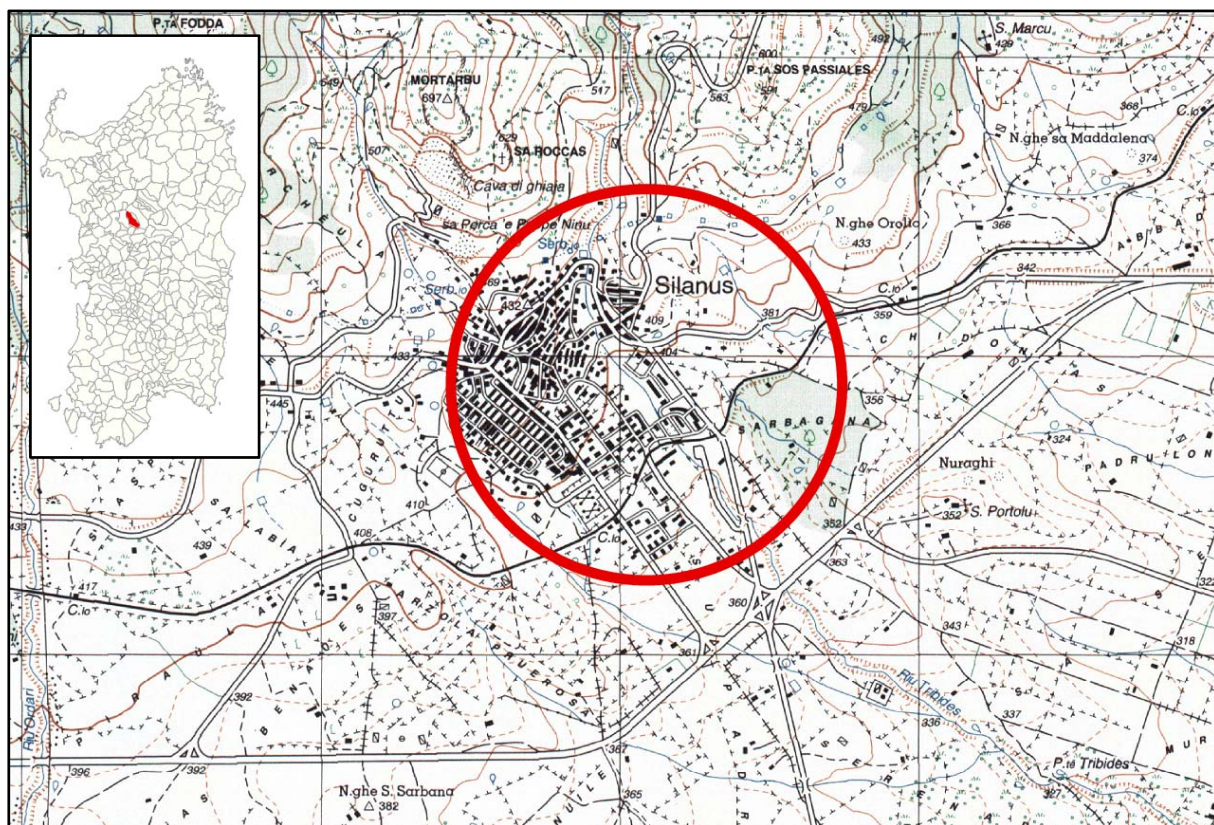


Figura 1 - Inquadramento territoriale dell'area di intervento

Dal punto di vista cartografico il comune è rappresentato nei fogli n° 498070, 080, 110, 160 della Cartografia Tecnica della Regione Sardegna (CTR) in scala 1:10'000.

Il centro abitato ha una quota media pari a 430 m s.l.m. e sorge alle pendici di un piccolo rilievo, denominato Montarbu, di 700 m s.l.m. di altitudine.

Dal punto di vista idrografico, l'area in esame appartiene alla Zona Idrografica n°2 del Tirso e ricade all'interno del bacino idrografico del Rio Flumineddu (Figura 2).



Figura 2 – Definizione della zona idrografica di appartenenza per il comune di Silanus (PSFF, atlante cartografico della fasce fluviali)

I compluvi principali all'interno dell'area urbana sono il Rio Carraghentu ad ovest e il Rio Funtanedda ad est.

Proprio il Rio Funtanedda rappresenta il corso d'acqua oggetto di studio. Il rio allo stato attuale è canalizzato all'interno di uno scatolare che procede per circa 650 m a partire dalle prime abitazioni lambite dal corso d'acqua.

A valle della Via Don Sturzo il rio scorre in un canale a pelo libero con sezione trapezia rivestita in calcestruzzo. Un successivo tratto tombato, di lunghezza 250 m circa, attraversa la zona industriale a sud del paese, successivamente il Rio segue il suo percorso naturale (Figura 3).

Allo stato attuale l'area di studio risulta interessata dalla perimetrazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI, 2008) con pericolosità idraulica Hi4. Non sono presenti ulteriori studi idrologico-idraulici di dettaglio. Lo Shapefile del repertorio dei canali tombati fornito dalla Regione Sardegna individua sia il canale sul Rio Carraghentu che quelli sul Funtanedda (centro abitato e zona industriale).



Figura 3 – Foto satellitare dell'area di intervento



Figura 4 – Perimetrazione della pericolosità idraulica sul bacino del Rio Funtanedda

3 Analisi dello stato di fatto

I lavori di copertura del Rio Funtanedda furono realizzati a partire dagli anni 80 a causa delle esondazioni verificatesi durante i periodi più piovosi con il conseguente allagamento dei giardini delle abitazioni a ridosso del corso d'acqua.

Nei periodi asciutti si verificava invece la presenza di pozze di acqua stagnanti e l'accumulo di rifiuti organici nel letto del rio generando un rischio per la salute degli abitanti.



Figura 5. Sulla sinistra immagine satellitare del 1968 con il rio Funtanedda nella sua sede naturale, sulla destra immagine successiva al completamento dei lavori (2013)

La copertura del canale è stata realizzata in diverse fasi. I primi tratti sono stati completati a cavallo degli anni 1982 e 1985, in due lotti di 200 m e 110 m, rispettivamente nella parte alta del rio e nell'allora Piano di Zona 167 (Figura 6). Per mantenere la sezione del canale costante, di larghezza 3 m circa, furono demoliti i ponticelli in muratura esistenti.

Successivamente, nell'area destinata al Piano di Insediamento Produttivo, si realizzò la parte più a valle dei canali attualmente esistenti (Figura 7, evidenziato in verde). L'ultimo intervento, datato 2002, fu la tombatura della parte compresa tra i tratti costruiti negli anni 80 (Figura 7, evidenziato in giallo).

Il tratto del canale tombato oggetto dell'intervento si estende dall'imbocco al ponte della ferrovia.

Il canale ha una lunghezza di 650 m circa, e il suo sviluppo è sfalsato altimetricamente da 54 salti di fondo realizzati per ridurre la pendenza. In base ai rilievi effettuati la pendenza media è risultata pari a circa il 2 %.

La sezione utile è variabile lungo il percorso: all'inizio del canale è di 3 m di larghezza e 3.45 di altezza mentre, negli ultimi 200 m a valle la larghezza è pari a circa 3.5 m.

Come già detto, al fine di ridurre la pendenza del canale sono stati inseriti salti di fondo con altezza variabile.



Figura 6 – Planimetria degli interventi realizzati negli anni ottanta, in verde il canale realizzato nell'allora "Piano di Zona 167" e in giallo il tratto iniziale a valle dell'attraversamento sul Corso Vittorio Emanuele



Figura 7 – Planimetria degli ultimi interventi, in verde il canale realizzato nella zona PIP e in giallo il tratto che congiunge gli interventi di tombatura degli anni ottanta

Al fine di conseguire una conoscenza dettagliata dello stato di fatto è stato necessario effettuare numerosi sopralluoghi. Inoltre, al fine di rilevare le informazioni necessarie alla realizzazione di un modello idraulico rappresentativo, è stato eseguito un rilievo di dettaglio.

Durante le ispezioni effettuate lungo tutto il tratto di interesse del canale, compreso fra la sezione di imbocco e il ponte della ferrovia, sono stati rilevate e quotate tutte le variazioni di sezione idraulica esistenti, i salti di fondo, le eventuali confluenze, nonché tutte le ulteriori caratteristiche che possono influenzare il comportamento idraulico del canale, quali stato di conservazione delle strutture, presenza di materiale o interferenze.

Le operazioni di rilievo sono state estese anche all'esterno del canale, mediante rilievo GPS della soletta del canale e ricostruzione di alcune sezioni lungo una fascia contigua al canale, al fine di poter determinare l'estensione di una eventuale fascia di esondazione nelle aree limitrofe.

Di seguito si descrivono i risultati principali delle operazioni di rilievo.

Il rio Funtanedda, nella parte nord presso le prime abitazioni che incontra, risulta regimato nei pressi dell'imbocco del canale. A ridosso dell'attraversamento stradale sul Corso Vittorio Emanuele è presente una griglia per trattenere il materiale solido eventualmente trasportato (Figura 8).



Figura 8. Tratto regimato a monte dell'attraversamento su Corso Vittorio Emanuele (sinistra) e attraversamento ponte sulla Via Vittorio Emanuele (destra)

L'attraversamento sul Corso Vittorio Emanuele ha una lunghezza di 12 m circa e una sezione di 3.05 m di larghezza e 4 di altezza (Figura 8 destra e Figura 9 sinistra).

Subito a valle è presente un pozzetto dal quale ha inizio il tratto tombato, avente dimensioni in pianta pari a 2.8 x 3 m e con salto iniziale di altezza pari a 3.45 m (Figura 9 destra).



Figura 9. Sulla sinistra il ponte sul Corso Vittorio Emanuele, sulla destra il pozzetto posto alla fine che immette al canale tombato

A circa 300 m dall'attraversamento su Corso Vittorio Emanuele è presente la confluenza del Rio Carraghentu (Figura 3 e Figura 10). L'immissione avviene sulla destra idraulica del Rio Funtanedda, attraverso un canale a sezione rettangolare con altezza di 1 metro e larghezza di 1 metro.



Figura 10. Immissione del Rio Carraghentu

Oltrepassata la Via Don Sturzo il tratto tombinato si interrompe e il rio prosegue a luce aperta. Dopo un breve cambio di direzione il rio attraversa il ponte ferroviario, realizzato in blocchi di pietrame con volta ad arco, avente altezza in chiave di 3.9 metri e larghezza di 4 metri.

Superato il ponte ferroviario, il corso d'acqua scorre all'interno di una sezione di forma trapezia, scoperta, con fondo e pareti rivestite in calcestruzzo, avente larghezza al fondo pari a 3.5 metri, sponde inclinate di 45 gradi alte circa 1 metro e larghezza della base maggiore pari a circa 5.5 m (Figura 12). Tale tratto si sviluppa per 140 m.

In prossimità dell'area periferica del centro abitato, all'interno della zona industriale, è presente l'ultimo tratto oggetto di tombinamento. oltrepassata la carreggiata della Strada Provinciale Numero 6 il rio segue il percorso naturale.



Figura 11. Nella foto a sinistra lo bocco del canale, sulla destra la deviazione prima del sottopassaggio ferroviario



Figura 12. Sulla sinistra l'attraversamento sulla linea ferroviarie, sulla destra il tratto a pelo libero a valle dell'attraversamento

3.1 PRECEDENTI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE: IPOTESI DI PROGETTO

3.1.1 PRIMO INTERVENTO

Nel primo intervento, datato tra gli anni 1982 e 1985, le portate utilizzate per il dimensionamento del canale sono state ricavate a partire dalla curva di possibilità pluviometrica determinata con il metodo di Cao secondo lo studio "L'idrologia e la

sistemazione nei piccoli bacini" e successivamente ripresa da Puddu nello studio "Determinazione di zone pluviometriche omogenee per piogge di breve durata mediante l'uso delle piogge massime giornaliere".

Il tempo di corrivazione assunto è pari a 0.45 ore, determinato con la formula di Ventura.

La portata è stata calcolata con il metodo cinematico con coefficiente di deflusso posto pari a 0.6.

Nella Tabella 1 si riassumono i principali parametri calcolati e i relativi valori di portata.

Tabella 1 Parametri idrologici determinati per la realizzazione del canale - Relazione di calcolo

Periodo di ritorno	Tempo di corrivazione	Altezza di pioggia	Superficie bacino	Portata
[anni]	[ore]	[mm]	[km²]	[m³/sec]
1000	0.45	33.66	2.5	31.17
100	0.45	27.77	2.5	25.71
50	0.45	25.92	2.5	24.00
30	0.45	24.51	2.5	22.69
20	0.45	23.35	2.5	21.62
10	0.45	21.30	2.5	19.72

3.1.2 SECONDO INTERVENTO

La determinazione delle portate relative al tratto di canale realizzato nel 2002 è stata fatta sulla base del metodo cinematico. Per il calcolo della pioggia critica, come nello studio relativo al primo tratto, è stata utilizzata la metodologia di Cao aggiornata dal Puddu.

Il tempo di corrivazione è determinato con la formula di Ventura.

La superficie del bacino idrografico considerato è relativa alla somma del bacino del rio Funtanedda e del bacino del rio Carraghentu.

I risultati di questo studio sono riassunti nella tabella seguente:

Tabella 2 – Principali parametri idrologici e idraulici determinati nello studio per la realizzazione della porzione di canale realizzata nel 2002

Periodo di ritorno	Tempo di corrivazione	Altezza di pioggia	Superficie bacino	Portata
[anni]	[ore]	[mm]	[km ²]	[m ³ /sec]
1000	0.43	33.16	3.5	44.99
100	0.43	27.36	3.5	37.12
50	0.43	25.09	3.5	34.04
30	0.43	24.14	3.5	32.75
20	0.43	23.00	3.5	31.20
10	0.43	20.97	3.5	28.45

Sono state effettuate 2 verifiche della portata smaltibile:

- Sezione di progetto con franco idraulico di 40 cm. con pendenza del 5%
- Sezione di progetto in assenza di franco idraulico con pendenza del 5%.

Per tali calcoli si è adottata la formula di Chezy nella quale il valore è stato ottenuto con l'espressione di Basin, utilizzando un coefficiente di scabrezza pari a 0.36.

Tabella 3 – Parametri di verifica determinati nello studio per la realizzazione della porzione di canale realizzata nel 2002

Caso	Area liquida	Contorno bagnato	Raggio idraulico	χ	Pendenza	Velocità	Portata smaltibile
	[m ²]	[m]	[m]			[m/sec]	[m ³ /sec]
Verifica 1	12.60	10.70	1.18	65.34	0.005	4.5	56.70
Verifica 2	14.00	11.50	1.22	65.61	0.005	4.6	64.40

4 Criticità attuali rilevate

Le criticità esistenti sul tratto tombato del Rio Funtanedda sono quelle classiche riscontrabili nella maggior parte dei corsi d'acqua tombati all'interno dei centri abitati e principalmente dovute in primo luogo all'insufficienza idraulica delle sezioni esistenti e in secondo luogo alla difficoltà di accesso nell'interno del canale con evidenti ripercussioni sui necessari interventi di monitoraggio e manutenzione.

La manutenzione è infatti di fondamentale importanza in questa tipologia di opere al fine di limitare i danni dovuti a ostruzione delle sezioni utili dovute alla presenza di materiale al suo interno che possono determinare criticità per portate al colmo inferiori a quelle considerate per il dimensionamento del canale.

Per il canale del tombato del Rio Funtanedda le ispezioni risultano abbastanza difficoltose, in quanto gli unici accessi utilizzabili risultano le sezioni di imbocco e di sbocco del primo tratto, senza alcun accesso intermedio.

Anche in modalità di emergenza non risulta possibile utilizzare le caditoie stradali esistenti, in quanto assolutamente insufficienti a garantire una efficace ispezione e manutenzione, sia in numero (sono presenti 3 caditoie) che per dimensioni (sezioni quadrate con griglia superficie 0.5 x 0.5 m).

In caso di eventi meteorici molto intensi la rimozione dei sedimenti o di eventuale materiale flottante proveniente dal tratto del corso d'acqua naturale che si immette nella canalizzazione risulterebbe, quindi, quasi impossibile, con conseguente funzionamento in pressione del canale.



Figura 13. Nella foto a sinistra caditoia stradale per l'immissione delle portate che scorrono sopra la soletta del canale, sulla destra foto di una caditoia che confluisce le acque delle aree adiacenti

Oltre alle criticità legate prevalentemente ad aspetti idraulici, il tratto di canalizzazione oggetto di studio presenta anche criticità evidenti di tipo strutturale.

La soletta di copertura appare infatti fortemente deteriorata con diffuse zone di espulsione del copriferro. Conseguentemente i ferri di armatura risultano esposti all'azione degli agenti

atmosferici e al logorio meccanico dovuto al traffico veicolare e pedonale che transita sulla soletta del canale (Figura 14).



Figura 14. Parte superiore della copertura con evidenti segni di usura

5 Interventi di progetto per la mitigazione del rischio idraulico esistente

Come anticipato nella descrizione della metodologia di lavoro, la particolare morfologia in cui si sviluppa il tratto tombato del Rio Funtanedda e le ristrettezze economiche del finanziamento non permettono il superamento complessivo del rischio idraulico esistente associato al canale.

Considerata la morfologia del tratto abitato interessato dal canale tombato e la ristrettezza dei finanziamenti si anticipa che nell'ambito del presente Progetto Definitivo è stato possibile individuare esclusivamente interventi che, pur migliorativi dello stato attuale, non risultano tali da consentire un totale superamento delle problematiche idrauliche esistenti.

L'eliminazione del rischio idraulico relativo all'insufficienza idraulica di un canale tombato all'interno di un centro abitato necessita infatti di interventi radicali, che dovrebbero prevedere la riduzione delle portate convogliabili all'interno del canale, per esempio attraverso la realizzazione di opere di laminazione quali traverse con vasche di calma o canali di guardia che consentano la riduzione del bacino contribuente. L'eliminazione del rischio idraulico potrebbe altresì essere superata attraverso pesanti interventi di risagomatura e arginatura del canale, con importanti ripercussioni sul tessuto urbano, come, per esempio, sulla viabilità esistente.

Poiché gli interventi elencati risultano totalmente incompatibili con le risorse disponibili, oltre che doverosi di ulteriori indagini e studi col fine di verificarne la praticabilità, nel presente studio sono stati ipotizzati interventi migliorativi dello stato attuale che, comunque, risultano essere compatibili con la realizzazione di opere più importanti che potranno essere previste in futuro.

Sulla base di tali premesse, sono state quindi prese in considerazione modalità di intervento che pur non modificando strutturalmente lo schema esistente, possono migliorare sensibilmente i livelli di sicurezza idraulica del canale e degli elementi potenzialmente vulnerabili in caso di insufficienza idraulica dello stesso.

Sulla base di tali obiettivi sono stati individuati i seguenti interventi:

- verifica delle reali condizioni statiche del canale per mezzo di una serie di indagini strumentali per le quali si rimanda all'elaborato allegato alla presente "All.ST.01 PROVE SPERIMENTALI IN SITO" ;
- realizzazione di 3 luci di ispezione sulla copertura del canale tombato da realizzarsi mediante rimozione della soletta e sostituzione della stessa con grigliati carrabili e amovibili. Tale intervento consente il monitoraggio e la manutenzione costante durante l'anno, garantendo allo stesso tempo l'accesso ai lotti contigui. In caso di eventi di piena particolarmente intensi e di ostruzione della sezione idraulica tali da indurre un funzionamento in pressione del canale, la presenza dei tratti aperti

consentirebbe una fuoriuscita graduale e localizzata del deflusso, riducendo le pressioni idrostatiche nello scatolare;

- pulizia dell'alveo naturale a monte e a valle del tombato asportando la vegetazione e rimuovendo le masse terrose e/o rocciose presenti all'interno della sezione del corso d'acqua;
- pulizia dell'interno del canale Funtanedda asportando i sedimenti e gli eventuali rifiuti presenti all'interno.

Gli interventi meno impattanti sul tessuto urbano esistente richiederebbero la realizzazione di un'opera idraulica di riduzione della portata di ingresso nel canale tombato, per esempio attraverso la realizzazione di un canale di guardia o di una traversa con cassa di laminazione.

Tali interventi appaiono tuttavia difficilmente percorribili allo stato attuale, sia per la morfologia e idrografia esistente che per la necessità di studi più approfonditi finalizzati a definirne la praticabilità. A ogni modo questo tipo di interventi necessita di risorse economiche assai superiori rispetto a quelle disponibili e tempi di realizzazione piuttosto lunghi, ben superiori rispetto a quelli legati al finanziamento esistente, sia per difficoltà di sviluppo che per l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni.

D'altra parte, nel caso in cui non venissero realizzate opere idrauliche per la riduzione delle portate in ingresso, le modifiche progettuali comporterebbero interventi più pesanti, come la demolizione della soletta del canale e l'innalzamento dei muri di sponda. Tale configurazione influirebbe pesantemente sulla viabilità locale attualmente transitante sulla soletta del canale, impendendo di fatto l'accesso ai numerosi lotti contigui al canale e necessiterebbe quindi anche di uno studio delle possibili alternative percorribili per garantire l'accesso ai lotti isolati.

Gli interventi previsti non comportano scavi a quote diverse da quelle già impegnate dai manufatti esistenti.