



Commissario Straordinario Delegato  
per la realizzazione degli interventi di  
mitigazione del rischio idrogeologico  
nella Regione della Sardegna

**SOGESID** SPA  
INGEGNERIA TERRITORIO AMBIENTE

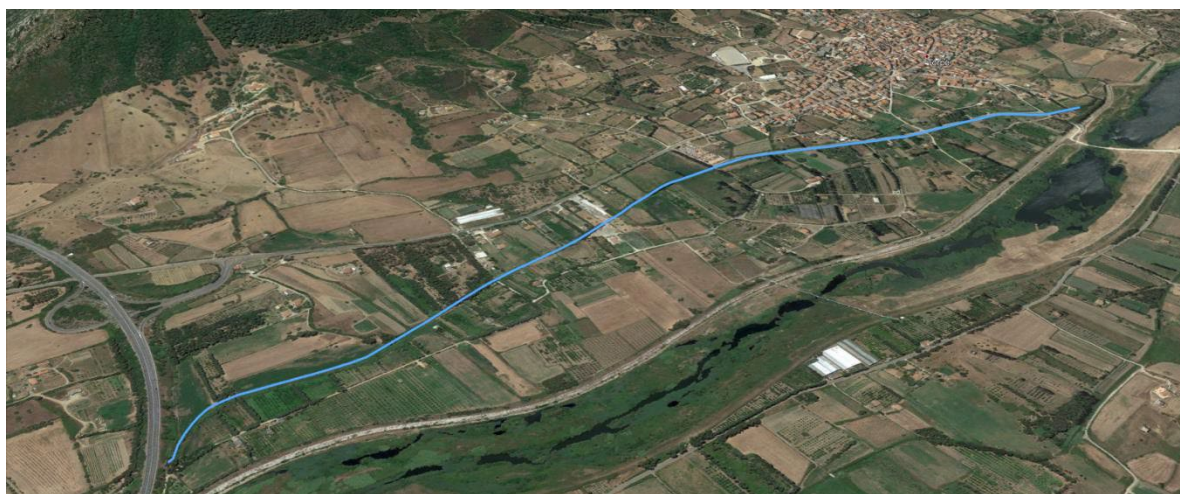


Regione Autonoma della Sardegna  
PRESIDENTZIA  
PRESIDENZA

## INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NEL BACINO DEL RIO POSADA A VALLE DELLA DIGA IS MACCHERONIS. Comune di Torpè (NU)

CIG 8205240A3E

CUP J43B10000670001



# A.1

## Relazione tecnico - illustrativa

Scala

-

Mandatario



WATER AND NATURAL  
RESOURCES  
CONSULTANTS

Mandanti

Metassociati s.r.l.

O2H Engineering s.r.l.s.

Dott.ssa Archeol. N. FADDA

D



# Indice

	Pag.
1. Premessa .....	1
2. Inquadramento territoriale .....	3
2.1 Inquadramento idrografico .....	3
2.2 Viabilità locale .....	4
2.3 Quadro della progettualità in corso .....	4
3. Descrizione degli interventi .....	7
3.1 Criticità della rete di drenaggio .....	7
3.2 Obiettivi del progetto .....	8
3.3 Soluzione progettuale .....	8
3.3.1 Sistemazione idraulica del canale santa Caterina .....	9
3.3.2 Arginature a monte del ponte su via fiume .....	11
3.3.3 Eliminazione degli attraversamenti stradali non adeguati e viabilità integrativa .....	11
3.3.4 Viabilità integrativa .....	12
3.3.5 Strada di servizio .....	12
3.4 Alternative progettuali .....	12
3.4.1 Alternativa 1: rifacimento degli attraversamenti stradali .....	13
3.4.2 Alternativa 2: difesa sponale con materassini tipo Reno .....	13
3.5 Dimensionamento degli interventi .....	13
4. Autorizzazioni e pareri .....	15
4.1 Compatibilità ambientale .....	15
4.1.1 Valutazione di Impatto Ambientale .....	15
4.1.2 Valutazione di Incidenza ambientale .....	15
4.2 Compatibilità paesaggistica .....	15
4.3 Compatibilità archeologica .....	16
5. Approfondimenti conoscitivi (indagini e studi specialistici) .....	17
5.1 Sopralluoghi .....	17
5.2 Informazione plano-altimetrica (rilievi topografici) .....	17
5.3 Indagini geognostiche e prove geotecniche di laboratorio (SVL) .....	18
5.4 Prospezioni geofisiche (SVL) .....	19
5.5 Inserimento urbanistico .....	19
5.5.1 Elaborato "T-PU02b-5 Sistemi e regole (azzonamento)" .....	19
5.5.2 Elaborato "T-P00-5 Ambiti di paesaggio" .....	21
5.5.3 Elaborato "T-G05b Geologia. Carta idrogeologica" .....	21
5.5.4 Elaborato "PU05b-5 Geologia. Carta idrogeologica. Sovrapposizione pericolosità da frana (Hg) alla tavola sistemi e regole - Intero territorio comunale." .....	21
5.5.5 Elaborato "T-PU06b-1 Sovrapposizione pericolosità idraulica (Hi) alla tavola sistemi e regole - Intero territorio comunale" .....	22
5.6 Analisi idrologica e idraulica .....	23
6. Gestione delle materie .....	25
6.1 Inquadramento normativo .....	25
6.2 Terre e rocce da scavo .....	27
6.3 Rifiuti inerti .....	29
7. Espropri e interferenze .....	31
7.1 Acquisizione delle aree .....	31
7.2 Interferenze .....	31
8. Stima dei costi e quadro economico .....	33



# 1. Premessa

Lo scrivente Raggruppamento Temporaneo di Progettisti, composto da BETA Studio srl (capogruppo mandataria), METASSOCIATI srl, O2H Engineering srls, Dott.ssa Archeol. N. Fadda, è risultato essere aggiudicatario della procedura indetta dal Commissario Straordinario Delegato (CSD) per la realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione della Sardegna, per lo svolgimento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria finalizzati alla progettazione, direzione lavori, coordinamento per la sicurezza e servizi e prestazioni complementari per l'intervento denominato: "NU005A/10-2 - Interventi per la mitigazione del rischio idraulico nel bacino del rio Posada a valle della diga di Maccheronis", in comune di Torpè (NU). Nell'ambito di questa procedura, la società SOGESID spa, in forza di una specifica Convenzione Attuativa stipulata con il Commissario, svolge le funzioni di Soggetto Attuatore e Stazione Appaltante.

Il progetto rientra nel Piano degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico individuati negli Accordi di Programma sottoscritti dal CSD con il "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare" e prevede la sistemazione idraulica del canale di Santa Caterina, che attraversa il territorio comunale di Torpè e a fronte di eventi meteorologici intesi causa l'esondazione delle acque nel territorio circostante.

Il presente documento rappresenta la *Relazione Tecnico Illustrativa del Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica*. Contiene l'analisi delle problematiche idrauliche a cui è soggetto il territorio, una sintesi dei risultati delle indagini conoscitive e degli studi specialistici, l'individuazione delle possibili soluzioni progettuali utili alla mitigazione del rischio idraulico, in termini di costi e di benefici ottenibili, la descrizione tecnica e le necessità finanziarie per l'esecuzione della soluzione progettuale ritenuta ottimale.

Il presente documento rappresenta la **Relazione tecnico – illustrativa** del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, redatta al fine di riassumere le criticità del territorio e gli obiettivi del progetto, i criteri seguiti per la loro progettazione, le indagini di carattere conoscitivo e gli studi specialistici, le motivazioni circa le scelte sulle tecniche di intervento previste, le problematiche di tipo ambientale, paesaggistico e autorizzative in generale, la necessità di ricorrere all'espropriazione di terreni privati, la quantificazione dei costi di esecuzione delle opere e di gestione dell'iter progettuale e costruttivo.



## 2. Inquadramento territoriale

### 2.1 Inquadramento idrografico

Il canale di Santa Caterina scorre all'interno dei comuni di Torpè e di Posada, centri abitati ubicati nella costa nord-orientale della Sardegna, in provincia di Nuoro. Il canale scorre parallelamente al fiume Posada fino allo sbocco a mare che avviene in corrispondenza della spiaggia di San Giovanni. Si sviluppa per una lunghezza totale di circa 8 km scorrendo in direzione Ovest-Est e lambendo a Nord i capoluoghi dei due centri abitati.

Dal punto di vista idrografico l'area si trova all'interno del bacino del rio Posada, che a sua volta rientra nella Zona Idrografica n. 5 (Posada-Cedrina), a cavallo fra le Province di Nuoro, Sassari e Olbia-Tempio, nella parte nord orientale della Regione Sardegna.

Il tratto di canale oggetto del presente lavoro si colloca nella porzione di territorio tra il centro abitato di Torpè e l'arginatura destra del rio Posada. Rientra quasi interamente nel territorio comunale di Torpè, sconfinando per un breve tratto a monte della S.S. 131 nel territorio comunale di Posada. In figura il tratto di intervento è stato evidenziato con linea azzurra.

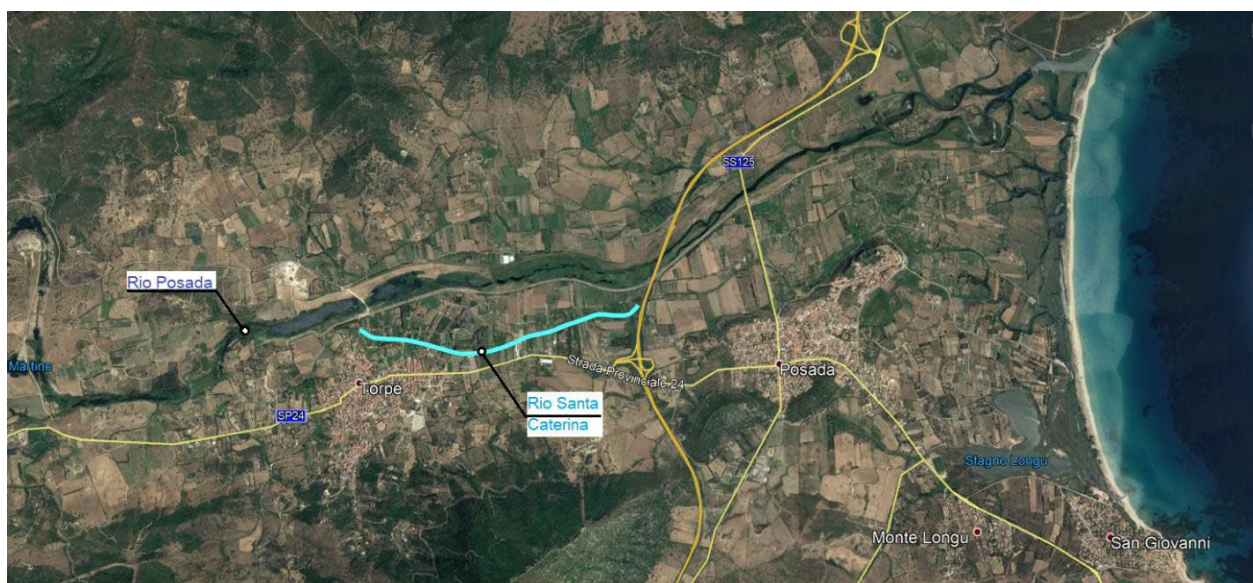


Figura 2.1 Inquadramento dell'area oggetto di studio

L'assetto della rete idrografica locale è stato profondamente modificato da interventi antropici che hanno prima portato allo spostamento del tracciato del canale, trasformandolo da diramazione naturale del rio Posada a corso d'acqua indipendente con una propria foce sul mare.

L'area è stata interessata, nel recente passato, da alcuni eventi di piena intensi causa di dissesti di natura idraulica e idrogeologica, provocati sia dal rio Posada che dal canale Santa Caterina, e che hanno coinvolto l'area agricola circostante fino a raggiungere il centro abitato.

Il tratto di interesse è delimitato a monte dal ponte su via Fiume e a valle dal ponte sulla S.S. 131 Diramazione Centrale Nuorese, per uno sviluppo di circa 2400 m.



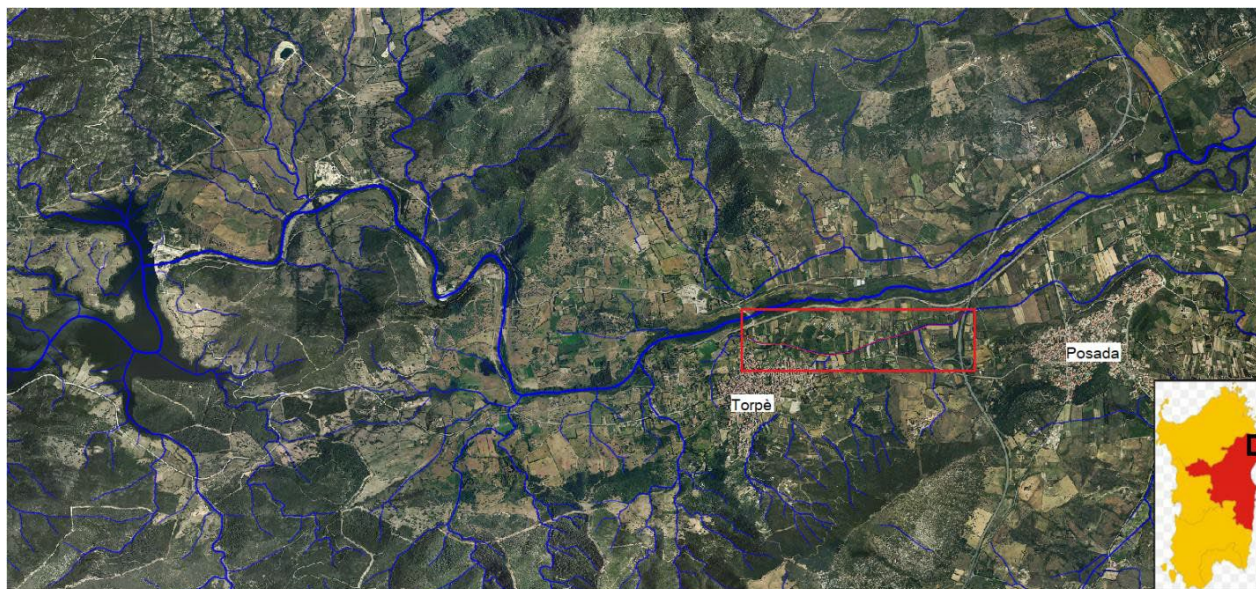


Figura 2.2 Reticolo idrografico in prossimità dell'area di studio- dal Geoportale della Regione

Secondo il P.A.I. (Piano stralcio per l'assetto idrogeologico) redatto nel febbraio 2018 dalla Regione Autonoma della Sardegna, l'area oggetto di studio ricade nelle aree definire Ri4 ovvero aree a rischio idraulico molto alto e Hi4 ovvero aree di pericolosità idraulica molto alta.

Secondo il P.G.R.A. del 2017 (Piano di gestione del rischio da alluvioni) redatto ai sensi della direttiva 2007/ 60/CE e del D.lgs. 49/2010 l'area oggetto di studio ricade nella classe P3 a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 50anni.

## 2.2 Viabilità locale

Il canale Santa Caterina attraversa un'area a destinazione agricola ubicata tra il centro abitato di Torpè e il rio Posada. L'area viene quindi ad essere delimitata tra il corso del rio Posada e quello del canale. Il sistema della viabilità locale include alcuni attraversamenti per il superamento del canale con i quali viene garantita la continuità del sistema viario.

Lungo il primo tratto del canale la viabilità si articola con una strada asfaltata parallela che corre in adiacenza al canale sulla destra idrografica, e quindi sul lato del centro abitato, dalla quale partono alcune strade secondarie perpendicolari ad essa mediante altrettanti attraversamenti scatolari. Una volta superato il canale le strade secondarie conducono alle aree golenali in sinistra idrografica. La sommità della scarpata in sinistra idrografica è invece difficilmente percorribile.

## 2.3 Quadro della progettualità in corso

Un'altra fonte di criticità idraulica per l'abitato di Torpè è costituita dalla presenza di due collettori che attraversano il centro abitato: il rio Pedra Jana (o rio Santa Ittoria) e il rio Nigia Carai. I due collettori raccolgono le acque provenienti dai compluvi collinari che sovrastano l'abitato e che, a seguito del processo di urbanizzazione, sono stati tombinati e resi insufficienti a garantire la necessaria capacità di deflusso. Per la risoluzione di queste criticità idrauliche, si è reso disponibile uno specifico finanziamento delegato al Comune di Torpè sulla base del cosiddetto "Piano degli interventi strutturali per il superamento delle problematiche idrauliche connesse alla



*copertura dei canali nell'abitato di Torpè”.*

La struttura del suddetto Piano degli Interventi prevede nello specifico:

- **Piano degli Interventi** - Realizzazione di un canale diversivo a protezione dell'abitato che intercetti il Rio Pedra Jana e il compluvio i cui deflussi scorrono nel Canale di Via Nigia Carai.
- **I Stralcio Funzionale** – Sistemazione del Rio Pedra Jana nel tratto a cielo aperto a monte dell'abitato e nel tratto tombato che attraversa il centro abitato e si immette nel canale di Santa Caterina poco a monte del cimitero comunale;

Gli interventi previsti nel Piano degli Interventi generale e nel 1° Stralcio Funzionale hanno una interferenza sul presente intervento in progetto sul Rio Santa Caterina, di cui si è preso atto nella definizione della soluzione progettuale di seguito descritta.

Il presente progetto preliminare è stato elaborato tenendo conto della presenza di questi collettori e del collettore diversivo in progetto.

Di seguito si allega un dettaglio progettuale del Piano degli Interventi, in parte in fase di progettazione esecutiva (I stralcio funzionale) e per la restante finanziato e in fase di affidamento dei servizi di progettazione.



## 3. Descrizione degli interventi

### 3.1 Criticità della rete di drenaggio

Il canale Santa Caterina è un corso d'acqua di origine naturale ma che nel corso degli anni ha subito un importante intervento di bonifica che ha modificato il suo ruolo all'interno dello schema idrografico naturale del Rio Posada.

Il suo alveo nasce come diramazione destra del rio Posada che in corrispondenza del territorio comunale di Torpè, a causa della riduzione della pendenza longitudinale, assume una naturale tendenza alla divagazione planimetrica delle acque con separazione in più ramificazioni. Il canale Santa Catarina appartiene quindi, dalla sua origine, al reticolo naturale del Rio Posada.

A seguito degli interventi di bonifica, realizzati a partire dagli anni '40, il rio Posada è stato dotato di rilevati arginali e la ramificazione di Santa Caterina è stata separata dal corso d'acqua principale. Successivamente, l'alveo è stato rettificato, e a tratti canalizzato entro una sezione rettangolare in calcestruzzo, per renderlo adeguato a raccogliere i deflussi provenienti dal reticolo di drenaggio anch'esso realizzato durante i lavori di bonifica del territorio. Il canale è stato inoltre prolungato verso monte per raccogliere le acque provenienti da un compluvio a monte del centro abitato di Torpè.

Attualmente il canale Santa Caterina rappresenta un collettore di drenaggio indipendente nel quale recapitano acque provenienti dai versanti collinari posti a Sud della valle del Posada dove si collocano gli abitati di Torpè e di Posada. La superficie del bacino afferente al canale Santa Caterina è stata valutata in circa 10 km<sup>2</sup>. Il canale scorre per circa 8 km da Torpè prima di restituire le sue acque al mare in località Posada.

A seguito della realizzazione delle arginature, il rio Posada non può espandersi lateralmente e la corrente in piena si mantiene concentrata fino alla foce. Il rio non riceve contributi nell'ultima parte del suo tracciato. In caso di onde di piena di carattere eccezionale le arginature non sono comunque in grado di confinare la corrente e il territorio limitrofo è quindi soggetto al rischio esondazione.

La criticità del canale Santa Caterina è principalmente la conseguenza della ridotta pendenza longitudinale che non consente alle acque di scorrere con sufficiente velocità. Il canale è inoltre, per buona parte dell'anno, privo di una alimentazione idrica e nel suo alveo, completamente asciutto, è favorito lo sviluppo di vegetazione anche molto fitta che aumenta drasticamente la resistenza al movimento dell'acqua (elevata scabrezza). Lo sviluppo della vegetazione riguarda, per alcuni tratti molto estesi, anche il fondo dell'alveo così che la sezione di deflusso risulta totalmente ostruita dalla vegetazione.

Lungo il canale sono infine presenti alcuni attraversamenti, posti lungo direttrici viabili secondarie che consentono agli abitanti e ai proprietari dei fondi di spostarsi dal centro abitato alle rispettive proprietà, costituiti da tombinate rettangolari (scatolari) e presentano sezione di ridotte dimensioni, con quota del piano carrabile pari o inferiore a quella del piano carrabile della strada comunale asfaltata che corre sulla destra.

Il canale viene anche attraversato da alcune condotte di servizi a rete realizzati ad una quota che interferisce con lo scorrimento delle acque in caso di piena. Tali elementi possono essere sommersi durante l'innalzamento del livello idrometrico e possono costituire ostacolo o causa di intasamenti da parte della vegetazione galleggiante, provocare pericolose strozzature alla corrente.

In alcuni punti le sponde denotano segni di franamento, favoriti dalla natura del terreno, talvolta poco resistente dal punto di vista geo-meccanico, e/o dalla presenza di elementi arborei di medio fusto che destabilizzano la

scarpata con l'azione del proprio peso.

In sintesi, il canale Santa Caterina è soggetto alle seguenti criticità:

- presenza di folta vegetazione spontanea e infestante, cresciuta fittamente lungo le sponde e parzialmente all'interno dell'alveo, che costituisce, un forte ostacolo allo scorrimento delle acque;
- presenza di attraversamenti stradali, a struttura scatolare, dotati di luci di deflusso di dimensioni limitate e non adeguate alla portata in alveo e al rispetto del franco di sicurezza idraulico;
- presenza di numerose interferenze di vario tipo: linee acquedottistiche e fognarie aeree o in alveo, manufatti di scarico delle acque provenienti dal versante in sponda destra;
- instabilità delle sponde, che presentano numerosi segni di instabilità dovuta a piccoli smottamenti e frane, incisioni e dilavamento superficiale.

Tali criticità e la morfologia che lo contraddistingue, hanno causato fenomeni di esondazione delle acque anche piuttosto frequenti.

### 3.2 Obiettivi del progetto

Il presente progetto si pone l'obiettivo della riduzione del rischio idraulico del territorio comunale di Torpè connesso alla presenza del canale di Santa Caterina. La soluzione progettuale individuata per raggiungere questo obiettivo ha considerato le criticità sopra descritte e il quadro programmatico degli interventi di difesa idraulica sviluppati e finanziati a livello di amministrazione comunale e inclusi nel piano degli interventi del comune di Torpè.

L'approccio progettuale è stato indicato nella relazione tecnico – illustrativa del progetto degli *“Interventi per la mitigazione del rischio idraulico del bacino del Rio Posada a valle della diga Is Maccheronis”*, predisposto dalla Stazione appaltante e allegato al bando di gara a sua volta adeguato alle risorse finanziarie disponibili.

L'obiettivo della difesa idraulica viene perseguito mediante l'incremento della capacità di deflusso del canale stesso, regolarizzandone l'andamento della sezione di deflusso, operando con opportuni rivestimenti delle pareti per evitare la loro destabilizzazione e lo sviluppo incontrollato di vegetazione, eliminando alcuni attraversamenti di sezione inadeguata al passaggio del flusso di piena.

Il progetto è stato elaborato simulando scenari di piena riferiti a differenti tempi di ritorno per valutare la significatività dei costi e dei benefici associati a ciascuna soluzione, con riferimento, in prima istanza, alle somme finanziarie disponibili. Nella scelta delle tecniche di intervento si è tenuto conto dei costi di realizzazione, per restare all'interno del finanziamento disponibile, e dell'impatto dei lavori sul tessuto socio economico del territorio.

### 3.3 Soluzione progettuale

La soluzione progettuale adottata persegue l'obiettivo della riduzione del rischio idraulico nel territorio comunale di Torpè e consiste principalmente in un intervento di sistemazione idraulica del canale Santa Caterina, finalizzato ad incrementarne l'efficienza, la stabilità delle sponde e di facilitarne la manutenzione. È inoltre prevista l'eliminazione delle ostruzioni dell'alveo costituite dagli attraversamenti presenti lungo la viabilità secondaria e la realizzazione di una viabilità alternativa per consentire il collegamento tra le aree poste in sinistra e in destra idraulica del canale.

Si riporta nel seguito una descrizione dettagliata degli interventi proposti facendo riferimento, per la loro ubicazione, all'elaborato n. D.1 *“Planimetria generale degli Interventi”*, in scala 1:5000.

### 3.3.1 Sistemazione idraulica del canale santa Caterina

L'intervento di sistemazione idraulica è mirato a incrementare la velocità di deflusso lungo il canale attraverso la riduzione della resistenza al moto dovuta, principalmente, alla presenza della fitta vegetazione in alveo. La bassa pendenza longitudinale, usuale nelle zone prossime alla foce, già impone una modesta velocità alla corrente e la contemporanea presenza di vegetazione arbustiva molto fitta riduce ulteriormente la capacità di deflusso e l'efficienza del canale. Sempre a causa della limitata pendenza longitudinale, le ostruzioni localizzate dell'alveo (attraversamenti viari di sezioni non adeguate) comportano l'innalzamento del livello idrometrico e profili di rigurgito che possono estendersi notevolmente verso monte. Anche tratti di canale molto vegetati hanno l'effetto di innalzare il livello idrometrico a monte e produrre un analogo effetto di rigurgito a monte. L'intervento è stato esteso all'intero tratto del canale fino a raggiungere la strada statale n. 131 "Diramazione Centrale Nuorese".

Dovendo far rimanere i costi di realizzazione all'interno dell'importo finanziato, non sarà possibile eseguire un intervento totalmente risolutivo delle criticità idrauliche lungo l'intera estensione del canale. L'intervento di sistemazione idraulica è stato quindi suddiviso in due tipologie.

La prima (**sezione di intervento tipo A**) vuole assegnare una conformazione regolare ed efficiente dal punto di vista idraulico, stabile dal punto di vista morfologico, e duratura nel tempo in modo da limitare gli interventi di manutenzione necessari per il mantenimento di questo tipo di condizione. La seconda (**sezione di intervento tipo B**) vuole essere un semplice intervento di manutenzione ordinaria, finalizzato all'eliminazione della vegetazione in alveo. È utile precisare che questo tipo di intervento avrà un effetto limitato nel tempo, in quanto la vegetazione è destinata a ricrescere, e dovrà essere eseguito almeno 1÷2 volte all'anno. Per tale motivo, al fine di semplificare e rendere economici gli interventi di manutenzione futuri, il progetto prevede di realizzare una pista di servizio affiancamento al canale, su entrambe le sponde, lungo l'intero suo sviluppo.

La prima tipologia di intervento sarà realizzata nel tratto dove si concentrano le maggiori criticità idrauliche ovvero nel tratto più vicino al centro abitato e dove le analisi idrauliche hanno evidenziato le maggiori criticità idrauliche. Questo intervento sarà realizzato a partire dall'attraversamento stradale del cimitero comunale e si estenderà verso monte per circa 500 metri, oltre che in un tratto localizzato a valle del ponte lungo via fiume. La seconda tipologia sarà realizzata lungo il restante tratto, fino a raggiungere la SS 131.

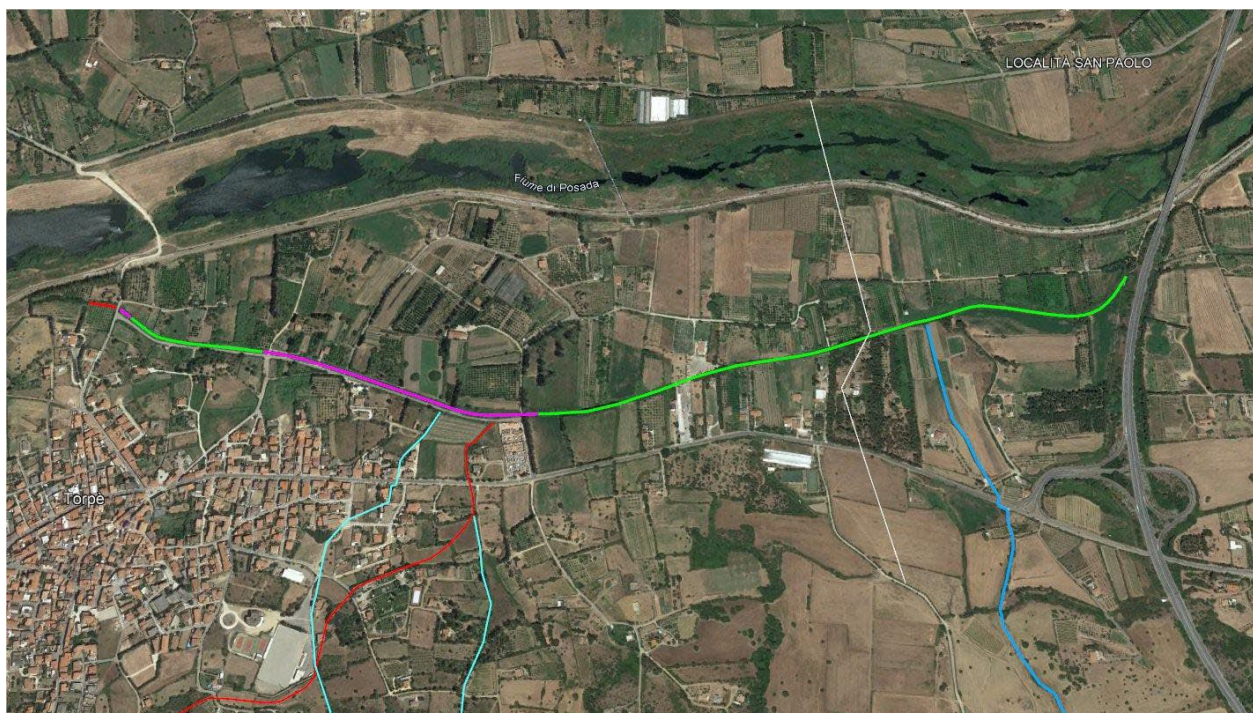
Una terza tipologia di intervento (**intervento C**) è prevista a monte del ponte di via Fiume, per risolvere una criticità idraulica localizzata, in quanto le simulazioni con modello idraulico hanno evidenziato un'area di pericolosità idraulica che coinvolge terreni agricoli e un edificio residenziale. L'intervento consiste nel rialzo arginale, limitato alla sinistra idraulica, realizzato in parte con una struttura in calcestruzzo armato e in parte con arginello in terra fino a raccordarsi all'argine destro del rio Posada.

In figura si riporta un inquadramento dell'area di intervento su immagine satellitare, con l'ubicazione degli interventi. In basso a sinistra si nota l'area densamente edificata dell'abitato di Torpè. Con le linee viola e verde chiaro e rosso sono individuati i tratti di intervento (tipo A, tipo B e tipo C rispettivamente). Con i segnaposto S1÷4 sono individuati i quattro tombini da demolire (il tombino S1 si prevede il rifacimento). Sono stati indicati, con linea azzurra, i principali affluenti che in canale riceve dalla sinistra idraulica e con la linea rossa il canale scolmatore in progetto per conto dell'Amministrazione comunale, che prevede l'intercettazione di due di essi e la restituzione poco a valle della zona maggiormente edificata.

La soluzione progettuale appena descritta, si basa sui criteri progettuali esposti nell'elaborato EL01- Relazione tecnico-illustrativa redatto da SOGESID s.p.a. che costituisce il progetto a base di appalto.

Si riportano alcuni dettagli tecnici delle tipologie di intervento previste per la sistemazione idraulica del canale.





*Figura 3.1 - Corografia con ubicazione degli interventi di sistemazione idraulica*

#### **Sezione di intervento tipo A (rivestimento in scogliera)**

La prima tipologia di intervento (Tipo A) prevede la regolarizzazione della sezione del canale e il rivestimento delle scarpate mediante una scogliera a massi. Non si prevede di incrementare in misura significativa la larghezza del canale, che manterrà i limiti spondali dove attualmente presenti, e non sarà richiesto un intervento di espropriazione.

Con questo intervento si vuole assegnare al canale una forma costante lungo l'intero tratto, con pendenza delle scarpate si  $2/3$  che, data la natura del terreno e la velocità di deflusso della corrente, favorisce la stabilizzazione del terreno contro le azioni erosive delle acque. L'intervento di regolarizzazione comprende anche la rettifica in quota della sponda sinistra, che allo stato attuale presenta tratti con quota di contenimento ribassata dove si concentrano i fenomeni di esondazione in condizioni di piena. La quota di sommità sponda destra non verrà modificata in quanto il suo andamento si presenta già sufficientemente regolare, coincidendo peraltro con il piano asfaltato della strada comunale. Al termine dei lavori sarà realizzata una sezione di deflusso con larghezza alla base da un minimo di 2.50 m fino a un massimo di 4.00 m, aumentando la larghezza procedendo verso valle e altezza, e un'altezza misurata lungo la verticale variabile tra  $2.20 \div 2.60$  metri. La larghezza sommitale del canale sarà pari a circa  $10 \div 12$  m.

L'intervento prevede il rivestimento di entrambe le scarpate mediante la posa di una scogliera a massi sciolti che si pone il duplice obiettivo di stabilizzare le scarpate e di costituire un elemento di controllo dello sviluppo vegetazionale. La scogliera potrà essere intasata con terreno vegetale, favorendo la crescita di manto erboso ma impedendo, nel contempo, lo sviluppo di elemento arbustivi e arborei dannosi sia in termini di destabilizzazione delle scarpate sia in termini di incremento della resistenza al moto.

I massi saranno appoggiati sulle scarpate previa inserimento di un geo-tessuto di separazione per evitare che il peso dei massi non produca il loro sprofondamento su un terreno che talvolta presenta scarse caratteristiche

geomeccaniche. Tenuto conto della velocità della corrente non elevata che caratterizza il moto lungo il canale, la dimensione dei massi sarà limitata a diametri di 40÷60 cm.

Lungo il tracciato del canale si potrà prevedere l'inserimento di qualche salto di fondo (30÷40 cm), realizzati con gli stessi massi della scogliera, per favorire il mantenimento di un modesto tirante idraulico anche in condizioni di scarsa portata, sempre con l'intento di sfavorire la crescita di vegetazione in alveo.

### Sezione di intervento tipo B (manutenzione ordinaria dell'alveo)

Lungo il restante tratto, dove non si prevede il rivestimento con scogliera, sarà realizzato un intervento per l'eliminazione della vegetazione dalle scarpate e in alveo. Questo tipo di azione è da considerarsi un intervento di manutenzione ordinaria ai sensi della "Direttiva per la manutenzione degli alvei e la gestione dei sedimenti in attuazione degli artt. 13 e 15 delle n. d. a. del Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico della Sardegna (PAI)", approvata dall'Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna nel Maggio 2012, nella quale all'art. 8 "Tipologia degli interventi di manutenzione" si afferma:

Gli interventi di manutenzione si distinguono in ordinari e straordinari:

- gli interventi ordinari sono quei lavori eseguiti in modo ciclico nel tempo, sullo stesso tratto di un corso d'acqua per il mantenimento della funzionalità idraulica del corso d'acqua e delle opere idrauliche ed infrastrutturali ivi presenti, funzionalità già ottenuta con lavori previsti in un progetto di sistemazione idraulica o di manutenzione straordinaria. Generalmente comprendono: il **taglio controllato della vegetazione**, i disalvei, la movimentazione dei sedimenti, la rimozione di materiale flottante e di rifiuti. Essi devono essere previsti all'interno del progetto di manutenzione o di ampi progetti di sistemazione idraulica per gli effetti che possono comportare a valle ed a monte della loro attuazione.

Per facilitare l'esecuzione di analoghi interventi di manutenzione, lungo l'intero percorso del canale saranno realizzate due piste di servizio, una per lato, sfruttando la fascia di larghezza 4.00 metri che, secondo le norme di Polizia Idraulica (Regio decreto 25 luglio 1904, n. 523 "Testo unico sulle opere idrauliche"), deve essere lasciata libera per il passaggio dei mezzi di manutenzione e di emergenza.

#### 3.3.2 Arginature a monte del ponte su via fiume

Le indicazioni progettuali riportate nel documento tecnico allegato al bando di gara prevede la realizzazione di arginature a monte del ponte su via fiume. Tale necessità è stata verificata con le simulazioni matematiche di propagazione idraulica svolte nel corso del presente progetto di fattibilità.

L'intervento (di cui si è già accennato in precedenza come intervento C) vuole difendere l'area in sinistra idraulica, dove è presente un'abitazione che verrebbe ad essere colpita dall'esondazione delle acque, mentre si considera esondabile l'area golenale in destra. Dati gli spazi limitati disponibili, per un primo tratto di circa 60÷70 m sarà necessario ricorrere ad una struttura verticale in calcestruzzo armato. A monte, l'intervento di regimazione idraulica sarà completato con un arginello in terra che andrà a raccordarsi all'arginatura destra del rio Posada.

#### 3.3.3 Eliminazione degli attraversamenti stradali non adeguati e viabilità integrativa

Lungo il tracciato del canale sono presenti alcuni attraversamenti stradali: il primo posizionato lungo la strada comunale di via Fiume, che consente il collegamento tra il centro abitato e il rio Posada, e gli altri lungo le strade secondarie che consentono il collegamento tra il centro abitato e i terreni agricoli posti tra il canale di Santa Caterina e l'argine destra del rio Posada. Alcuni di questi attraversamenti, realizzati con sezioni di deflusso rettangolari (tombinature), presentano luci di deflusso di ridotte dimensioni e costituiscono un ostacolo al regolare deflusso della corrente, con il rischio di provocare pericolosi sovralti idraulici a monte.

Il primo di questi attraversamenti è posizionato lungo via Fiume (vedi figura). Il progetto prevede la demolizione e suo rifacimento, mediante una struttura scatolare o mediante impalcato in c.a o con travetti in C.A.P. prefabbricati, che avrà una luce maggiore e adeguata al corretto deflusso delle acque, ripristinando la viabilità esistente.

Sul nuovo attraversamento sarà installato un misuratore di livello idrometrico e un sensore di misura delle velocità, con finalità di controllo e Protezione Civile.

Il progetto prevede inoltre la demolizione di ulteriori 4 tombinature senza prevedere il loro rifacimento. Si tratta degli attraversamenti presenti lungo Via del Madonna del Rimedio, lungo un accesso privato, lungo Via Tevere e lungo la strada del Vivaio.



*Figura 3.2 Immagine satellitare di via Fiume e della strada sterrata laterale. Si nota il pozzetto di presa dell'acquedotto uso irriguo di proprietà del Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale*



### 3.3.4 Viabilità integrativa

Il progetto prevede la costruzione di una viabilità interpodere integrativa di quella esistente, necessaria come completamento del reticolo stradale necessaria per il raggiungimento dei terreni ubicati lungo la sponda sinistra che verrebbero a risultare di difficile accesso a seguito dell'eliminazione degli attraversamenti di cui sopra.

La viabilità integrativa sarà ubicata, nel primo tratto tra via fiume e via Madonna del Rimedio, in affiancamento al canale, sulla sinistra idraulica. Nel secondo tratto, da via Madonna del Rimedio e via Tevere, in posizione più arretrata per evitare l'interferenza con una abitazione privata.

La viabilità sarà realizzata con larghezza complessiva di 5.00 metri di cui 4.00 metri asfaltati e 0.50 m di spazio laterale utilizzato per lo scorrimento delle acque (banchina stradale).

### 3.3.5 Strada di servizio

L'intervento prevede la realizzazione di una pista di servizio lungo il tracciato del canale. La pista occuperà la fascia di larghezza di 4.00 m che, secondo le norme di Polizia Idraulica, deve essere lasciata libera per il passaggio dei mezzi di manutenzione e di emergenza. La pista sarà realizzata sul lato sinistro del canale dal momento che sul lato destro è già presente la strada comunale.

## 3.4 Alternative progettuali

Oltre alle soluzioni tecniche proposte per realizzare il presente progetto sono state valutate due ulteriori alternative che consentono di raggiungere gli stessi obiettivi di riduzione del rischio idraulico. L'analisi dei vantaggi e svantaggi di queste alternative è riassunta di seguito.

### 3.4.1 Alternativa 1: rifacimento degli attraversamenti stradali

Una alternativa progettuale considerata è stata quella di prevedere il rifacimento di tutti gli attraversamenti del canale di Santa Caterina attualmente presenti (ulteriori 4 attraversamenti oltre a quello di via fiume) con altrettanti manufatti dotati di luci di deflusso più ampie.

Questa alternativa presenta il vantaggio di non dover realizzare la viabilità integrativa preista dal progetto in quanto non si verrebbero a modificare le attuali vie di collegamento stradale con i terreni posti in sinistra idraulica del canale di Santa Caterina.

La difficoltà operativa consiste nella necessità di innalzare di molto la quota della soletta degli impalcati per rispettare i criteri normativi. L'innalzamento della soletta comporta la necessità di realizzare adeguati rilevati di approccio stradale e assegnare, anche attraverso espropriazioni, gli spazi per la loro realizzazione.

L'analisi dei franchi idraulici da rispettare per i vari attraversamenti, alla luce delle norme tecniche applicabili, è stata riportata nella "Relazione idrologica e idraulica".

### 3.4.2 Alternativa 2: difesa spondale con materassini tipo Reno

Nelle tavole di progetto è stata indicata una sistemazione idraulica del canale Santa Catarina che prevede, al posto della scogliera a massi, l'utilizzo di materassini tipo Reno posizionati nel fondo alveo e lungo le scarpate. I materassini saranno fissati al terreno da opportuni tiranti e collegati alla testa della diaframmatura.

In modo simile alla scogliera, il materassino rappresenta un rivestimento flessibile, capace di adattarsi ai cedimenti del terreno, e assicura il drenaggio e il filtraggio delle acque riducendo in tal modo la pressione esercitata sul terreno mitigando il rischio sifonamenti, ribaltamenti, slittamenti e scalzamenti.

Per favorire il rinverdimento del materassino, gli elementi lapidei di riempimento potranno essere intasati con terreno vegetale.

Per stabilizzare ulteriormente la posa, si potranno installare elementi di ancoraggio in acciaio che avvolgono le reti metalliche in sommità dei materassi andando a vincolare stabilmente il gabbione al terreno o alle sponde.

In alcuni punti specifici, per esempio a valle degli attraversamenti stradali, gli stessi materassini potranno essere disposti sul fondo dell'alveo per realizzare soglie di stabilizzazione dell'alveo e per garantire il mantenimento di un tirante idrico minimo tale da sfavorire lo sviluppo di vegetazione nel fondo alveo. Anche in questo caso potranno essere utilizzati elementi di ancoraggio in acciaio.

Questo tipo di sistemazione è leggermente più economica della scogliera ma presenta una minore durabilità e necessità di un maggiore manutenzione. Ai fini del presente progetto, questo tipo sistemazione potrebbe risultare utile in alcuni tratti del canale per risolvere situazioni locali (protezione in prossimità delle immissioni laterali, opere di attraversamento, ecc.).

## 3.5 Dimensionamento degli interventi

### Dimensionamento delle sistemazioni idrauliche (canale Santa Caterina)

Per comprendere il comportamento idrometrico del canale Santa Caterina è stato svolto uno specifico studio idraulico mediante l'implementazione di un modello matematico. Il modello utilizzato consente di valutare gli effetti della resistenza al moto lungo il canale e quindi di valutare gli effetti della diversa scabrezza delle pareti, e anche gli effetti di restringimenti localizzati dovuti alla presenza di opere come le tombinature. Per una valutazione dell'effetto di incremento di sicurezza idraulica si rimanda alla relazione idraulica.



### Dimensionamento dell'attraversamento di via Fiume

I criteri per il dimensionamento degli attraversamenti stradali sono stabiliti dalle NTC2018 tenuto conto delle ulteriori precisazioni di cui la circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

In particolare, nel caso dei ponti stradali, i criteri sono quelli indicati al punto 5.1.2.3 delle NTC2018. Tale norma non si applica tuttavia al dimensionamento dei tombini. Vale la pena di ricordare che si intende per tombino *“un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m<sup>3</sup>/s”*, criterio riportato nella Circolare esplicativa al punto C5.1.2.3. Nel tratto iniziale del canale di Santa Maria, dove il bacino drenato si presenta ancora di limitata estensione, le analisi idrologiche hanno evidenziato il non raggiungimento di questa portata limite nemmeno a fronte di un tempo di ritorno di 200 anni. Pertanto l'attraversamento può essere considerato una tombinatura restando escluso dall'applicazione della norma sui ponti (punto 5.1.2.3).

In questo caso trova applicazione la Deliberazione n.39 del 17.07.2019 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna che, con specifico riferimento ai tombini esclusi dall'applicazione del punto 5.1.2.3 delle NTC-2018, rimanda ai criteri dimensionali della Norma di Attuazione del PAI. In particolare, l'art. 21 del PAI recante *“Indirizzi per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture”* contiene i criteri di dimensionamento adottati per la redazione del presente progetto preliminare.

Il suo dimensionamento ha tenuto conto dei seguenti criteri raccomandati dalla stessa normativa:

- l'evento assunto a base del progetto ha tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti ( $T_r = 200$  anni).
- l'attraversamento sarà realizzato in calcestruzzo armato, prefabbricato o in opera, che garantisce la resistenza contro i fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.
- l'attraversamento sarà realizzato con unica canna e con andamento rettilineo.
- il tombino avrà funzionamento a cielo libero in quanto la quota dell'intradosso mantiene il franco di sicurezza stabilito dalle NdA del PAI.

Si rimanda alla relazione idraulica per i dettagli circa il dimensionamento idraulico dell'attraversamento.



## 4. Autorizzazioni e pareri

### 4.1 Compatibilità ambientale

#### 4.1.1 Valutazione di Impatto Ambientale

Nell'ambito del presente Progetto di Fattibilità è stato redatto l'elaborato B.01.03 *"Studio di prefattibilità ambientale"* che riporta gli elementi utili alla definizione degli impatti di massima del progetto.

Ai sensi della Deliberazione n. 11/75 del 24.03.2021 della Regione Autonoma della Sardegna gli interventi previsti dal presente progetto sono escludibili da ogni procedura di Valutazione di impatto ambientale di competenza regionale. Infatti gli interventi:

- per quanto attiene alla verifica di assoggettabilità a V.I.A., cioè alla procedura da attivare allo scopo di valutare, ove previsto, se determinati progetti di opere o impianti possono avere impatti negativi e significativi sull'ambiente e debbano essere quindi sottoposti alla procedura V.I.A. (riferimento art. 20 del D. Lgs 152/06 e ss.mm.ii.), il progetto **non ricade** in quelli previsti dall'allegato *"B1 Categorie di opere da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA"*, non essendo infatti gli interventi stessi assimilabili al punto 7.n del citato allegato, non trattandosi cioè di opere di canalizzazione e di regolazione dei corsi d'acqua;
- per quanto attiene alla Valutazione di Impatto Ambientale, gli interventi **non ricadono** in alcuna fattispecie dell'Allegato *"A1 Progetti assegnati alla VIA di competenza regionale"* della citata Deliberazione.

Sulla base di quanto esposto nello Studio di Prefattibilità Ambientale allegata al presente PFTE, il proponente attiva la procedura di Verifica Preliminare ai sensi dell'Art. 4 dell'Allegato A1 della Delib.G.R. n. 11/75 del 24.3.2021 al fine del confermare la non necessità di procedere alla verifica di assoggettabilità a V.I.A. del progetto.

#### 4.1.2 Valutazione di Incidenza ambientale

L'area oggetto d'intervento non ricade in alcuno dei Siti Natura 2000. L'attivazione della procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale (V.Inc.A.) e l'emissione del relativo parere di compatibilità - secondo quanto espresso dall'art. 6 della Direttiva 92/43/CEE - non **si rende necessaria** in quanto gli interventi previsti dal progetto:

- non insistono su aree appartenenti alla Rete Natura 2000;
- non influiscono sul mantenimento di habitat ed habitat di specie di siti appartenenti alla rete Natura 2000 presenti nell'area vasta.

### 4.2 Compatibilità paesaggistica

Gli interventi ricadono in area tutelata paesaggisticamente ai sensi dell'art. 142, c.1 del D.Lgs. 42/04 (fattispecie dei corsi d'acqua), perimetrazione acquisita anche dal P.P.R. all'art. 17 delle N.T.A. Ai sensi della normativa in materia di autorizzazione paesaggistica (D.P.R. 31/2017 *"Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata,"*) gli interventi ricadono:

- nell'Allegato A del D.P.R. 31/2017 relativamente alla fattispecie di cui al punto A.25 ovvero *"interventi di manutenzione degli alvei, delle sponde e degli argini dei corsi d'acqua, compresi gli interventi sulla vegetazione"*

*ripariale arborea e arbustiva, finalizzati a garantire il libero deflusso delle acque e che non comportino alterazioni permanenti della visione d'insieme della morfologia del corso d'acqua; interventi di manutenzione e ripristino funzionale dei sistemi di scolo e smaltimento delle acque e delle opere idrauliche in alveo"*; tale tipologia di interventi, pur ricadendo in aree vincolate, **sono esclusi dalla necessità di autorizzazione paesaggistica** per la loro realizzazione;

- nell'Allegato B dello stesso D.P.R., relativamente alla fattispecie di cui al punto B.39 ovvero *"interventi di modifica di manufatti di difesa dalle acque delle sponde dei corsi d'acqua e dei laghi per adeguamento funzionale"*; una parte degli interventi previsti dal progetto, ricade in questa tipologia per la quale è previsto un **procedimento autorizzatorio semplificato**.

Stante la difficoltà di scindere le due fattispecie nell'ambito del progetto, data la loro stretta compenetrazione e sovrapposizione, si ritiene che il progetto sia da sottoporre ad autorizzazione paesaggistica, seppure con un **procedimento semplificato**, come previsto dall'art. 3 del D.P.R. 31/2017.

### 4.3 Compatibilità archeologica

Nell'ambito del presente Progetto di Fattibilità è stato redatto l'elaborato B.1.0 *"Studio preventivo di interesse archeologico"* che riporta gli elementi utili alla definizione del rischio archeologico preventivo. Il rischio archeologico determinato per l'area in esame è considerato come medio. Il progetto dovrà pertanto essere sottoposto a parere autorizzativo della competente Soprintendenza.

## 5. Approfondimenti conoscitivi (indagini e studi specialistici)

L'area di intervento è stata oggetto di alcune indagini conoscitive finalizzate a ricostruire l'andamento plano-altimetrico del territorio, descrivere la natura del terreno e i parametri geo-meccanici necessarie le i dimensionamenti e le verifiche progettuali. Si riporta una sintesi dei risultati ottenuti da ciascuna indagine e delle relazioni specialistiche.

### 5.1 Sopralluoghi

Per verificare lo stato dei luoghi e le criticità presenti, sono stati condotti alcuni sopralluoghi sul posto e sono state raccolte alcune testimonianze. Da questo punto di vista il canale di Sana Caterina può essere suddiviso in due tratti:

- tratto da via Fiume al ponte del cimitero
- tratto dal ponte del cimitero al ponte sulla S.S. 131 DCN

Il primo tratto, a partire da monte ovvero dal ponte lungo via Fiume, è affiancato sulla destra idrografica da una strada asfaltata comunale. La strada corre sulla sommità della scarpata ed assume quindi funzione di arginatura per il contenimento delle acque di piena. Il canale presenta scarpate in terra naturale, densamente ricoperte di vegetazione di vario tipo che rappresenta un ostacolo al movimento dell'acqua. L'aumento della scabrezza idraulica dovuta alla presenza della vegetazione costituisce un ostacolo alla propagazione della corrente diminuendone in misura significativa la capacità di deflusso. La parte interna dell'alveo si mantiene sufficientemente libera dalla vegetazione a causa della presenza di una lama d'acqua.

Il secondo tratto scorre in aperta campagna e risulta inaccessibile a causa della fitta vegetazione e della mancanza di una viabilità pubblica. Il canale può essere raggiunto in alcuni punti isolati grazie alla presenza di attraversamenti posti all'interno di aree private. La vegetazione, principalmente erbacea, si sviluppa in modo fitto anche all'interno dell'alveo.

Le sponde sono principalmente naturali, anch'esse con fitta copertura erbosa, tranne che in tratti localizzati dove il canale è confinato da muretti verticali in calcestruzzo. Anche lungo il tratto canalizzato, i depositi sabbiosi e limosi in alveo hanno favorito lo sviluppo di vegetazione.

### 5.2 Informazione plano-altimetrica (rilievi topografici)

Per sviluppare il presente lavoro progettuale è stato effettuato uno specifico rilievo topografico lungo il canale Santa Caterina per il tratto dal ponte su via Fiume fino al ponte sulla S.S. 131 Diramazione Centrale Nuorese (DCN), per un totale di 2285 m. Lungo questo tratto sono state rilevate n. 45 sezioni trasversali che hanno interessato l'alveo del canale, le scarpate e le fasce di terreno limitrofe, inclusa la strada comunale asfaltata presente in destra idraulica, nel tratto più a monte.

Il rilievo è stato restituito attraverso i seguenti elaborati:

- n. C2.1.(1÷8) Planimetria - Scala 1:500 (8 tavole)
- n. C2.2 Profili longitudinali - Scale varie
- n. C2.3.(1÷2) Sezioni trasversali - Scala 1:500 (2 tavole)

I rilievi sono stati effettuati nel sistema di riferimento ETRF2000, che è il sistema di riferimento nazionale come stabilito dal decreto del Ministro per la Pubblica Amministrazione e l'Innovazione del 10 novembre 2011 "Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale", quale unico sistema di riferimento geodetico al quale riferire le stazioni permanenti, la cartografia, le immagini aeree e satellitari e i documenti comunque georeferenziati, al fine di agevolare la fruibilità e lo scambio di dati e informazioni territoriali fra le amministrazioni centrali, regionali e locali.

I risultati sono stati restituiti nelle coordinate planimetriche Gauss-Boaga fuso Ovest (EPSG 3003) per poter essere sovrapposti alla base cartografica disponibile (CTR). Per tutte le operazioni di trasformazione di coordinate è stato utilizzato il software ufficiale denominato ConveRgo comprensivo dei grigliati (modello di geoide locale) rilasciati dall'Istituto Geografico Militare.

Per completare l'informazione topografica nelle aree esterne al canale, è stato acquisito il rilievo LiDAR eseguito nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

I due rilievi sono stati sovrapposti al fine di ottenere un modello del terreno unico esteso all'intera area interessata dal progetto. Considerato che il canale Santa Caterina presenta un forte sviluppo di vegetazione (canneti) e delle difficoltà di rilevare correttamente le quote mediante tecnologia LiDAR in tali situazioni, nell'elaborazione del DTM si è considerato valido il dato del rilievo topografico a terra per quanto riguarda l'alveo del canale e le fasce spondali vegetate, mantenendo l'informazione altimetrica LiDAR sulle aree esterne.

Il DTM così ottenuto rappresenta lo Stato di Fatto dell'intera area interessata dal progetto incluso le aree potenzialmente esondabili dalle piene del canale Santa Caterina ed è stato utilizzato sia per le valutazioni di carattere idraulico sia per le attività di progettazione.

### 5.3 Indagini geognostiche e prove geotecniche di laboratorio (SVL)

Le opere strutturali previste dal progetto consistono nel rifacimento del ponte lungo via Fiume, l'eventuale rifacimento di altri attraversamenti non adeguati al deflusso delle acque in piena e alla realizzazione di opere di arginamento delle acque in muratura. Considerata la natura dei terreni e del limite di spesa prevista dal disciplinare, le indagini vengono quantificate come di seguito:

- **n. 3 sondaggi a carotaggio continuo** alla profondità di 15 metri, dislocati lungo il tratto di intervento e in corrispondenza dei manufatti di attraversamento esistenti da demolire/ricostruire;
- **n. 2 prove sismiche per la misura delle onde superficiali attive MASW**, della lunghezza complessiva di 40 m circa ciascuna, al fine di determinare la categoria sismica di suolo;
- **n° 9 prove SPT (Standard Penetration Test)** distinte in n. 3 in ognuno dei n. 3 fori di sondaggio, da eseguire alla profondità di 2÷5 metri dal p.c., in corrispondenza degli strati che dovranno resistere alle sollecitazioni delle strutture di fondazione coinvolti dalla trasmissione;
- **Prelievo di n° 12 campioni indisturbati**, quattro per ogni foro di sondaggio, compatibilmente con la natura dei terreni, da sottoporre successivamente a prove e analisi di laboratorio geotecnico;

#### • Analisi e prove geotecniche di laboratorio consistenti in:

- Determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale mediante fustella tarata di diametro 38 mm (su 6 campioni);
- Analisi granulometrica mediante vagliatura (su 6 campioni);
- Determinazione della porosità ed indice dei vuoti (su 6 campioni);
- Determinazione del peso di volume naturale (su 6 campioni);
- Prova di taglio diretto da eseguire su almeno n.3 provini con scatola di Casagrande in condizione consolidata – drenata (CD) (su 6 campioni).

Dai risultati delle prove geognostiche e di laboratorio eseguite, è stato possibile ricostruire il modello geologico e stratigrafico dell'area di progetto, contraddistinto da un basamento metamorfico del Paleozoico ricoperto da una sequenza eterogenea di terreni alluvionali dell'Olocene. In particolare, gli elementi geologici rilevati dalle indagini geognostiche eseguite, denotano lungo il tracciato del canale Santa Caterina, la presenza di un substrato caratterizzato da paragneiss variamente fratturati, ricoperti da una formazione di terreni alluvionali, caratterizzata in generale da terreni granulari, mal classati, coerenti, da poco a mediamente addensati, costituiti da livelli o da miscele di sabbie limose, limi sabbiosi ghiaie sabbiose, con matrici limo-argillose plastiche, e talora con la presenza di ciottoli di differenti dimensioni e origine.

Le prove di laboratorio eseguite confermano la presenza di un'alternanza di materiali a diversa permeabilità. Dalle analisi granulometriche si evidenzia l'elevata presenza di materiali sabbiosi, a grana più o meno fine. Viste le litologie presenti, si rimanda alla relazione geotecnica per eventuali verifiche a liquefazione, se ritenute necessarie.

#### 5.4 Prospezioni geofisiche (SVL)

##### MASW (classificazione)

Le "Norme Tecniche per le Costruzioni" – Decreto del 19/01/2018 definiscono le regole per progettare l'opera sia in zona sismica che in zona non sismica. Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, la classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove, tra le quali le MASW costituiscono la metodologia maggiormente adoperata. Le velocità delle onde di onde taglio ottenute, fanno rientrare il suolo presente nell'area di studio, all'interno della Categoria **E**: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.*

##### GEORADAR (GRD)

Nel sito in esame, per verificare la presenza di eventuali anomalie nel sottosuolo, sono state eseguite specifiche indagini tramite la tecnica di prospezione geofisica (GRD). Il georadar è stato utilizzato per accertare l'assenza di eventuali cavità nel terreno, presenza di rifiuti o percolato di sostanze inquinanti. Nel complesso non sono state rilevate incongruenze o problematiche tali da dover eseguire ulteriori controlli. Le anomalie rinvenute sono dovute unicamente alla presenza di sottoservizi, dove in alcuni casi, non è stato possibile attribuire con certezza la loro origine, e sono stati indicati come "sottoservizi generici".

Si ricorda che la mappatura informatizzata del sottosuolo si basa su informazioni strumentali, il cui grado di precisione non può essere comparato ad una indagine visiva diretta di scavo e che in occasione di eventuali scavi è sempre bene prestare la massima attenzione in corrispondenza dei sottoservizi segnalati nella presente indagine.

#### 5.5 Inserimento urbanistico

Con deliberazione del Consiglio Comunale n. 13 del 30.05.2018 è stato adottato il Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.), elaborato in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale, completo di elaborati relativi alla Valutazione Ambientale strategica (VAS). Sono stati esaminati alcuni elaborati del Piao, i cui risultati sono esposti di seguito.

##### 5.5.1 Elaborato "T-PU02b-5 Sistemi e regole (azzonamento)"

La consultazione della tavola "T-PU02b-5 Sistemi e regole (azzonamento) - Intero territorio comunale - Sud" un cui estratto è riportato nella seguente Figura 5.1 evidenzia i seguenti elementi:



- il corso del canale di Santa Caterina, nel cui alveo sono ubicati gli interventi, ricade interamente in area E2a definita come *“Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all’estensione, composizione e localizzazione dei terreni”*;
- limitrofa all’area di intervento in adiacenza al canale del canale di Santa Caterina, è presente un’area G1.

Le Norme Tecniche di attuazione del PUC (N.T.A.) prevedono che nelle aree agricole sia vietato:

- eliminare le alberature di carattere monumentale;
- eliminare qualsiasi manufatto di valore storico-culturale in zona agricola;
- Compromettere l’utilizzo dei terreni come processi erosivi e dinamiche di instabilità.

Gli interventi in tale area, in linea generale, devono attenersi ai seguenti principi:

- preservare la destinazione agricola dei fondi;
- arginare la diffusione dell’insediamento nell’agro, limitando l’edificazione ai soli casi dei fabbricati a stretto servizio delle aziende rurali;
- riqualificare e riutilizzare il patrimonio edilizio esistente abbandonato o degradato;
- recuperare e ristrutturare gli antichi edifici riconducibili alle attività rurali;
- conservare e ripristinare gli elementi paesaggistici del contorno (siepi, muretti a secco, etc.) al fine di conservare e/o ripristinare l’equilibrio fra insediamenti e territorio.

Gli interventi previsti non sono in contrasto con alcuna indicazione delle N.T.A. del P.U.C.

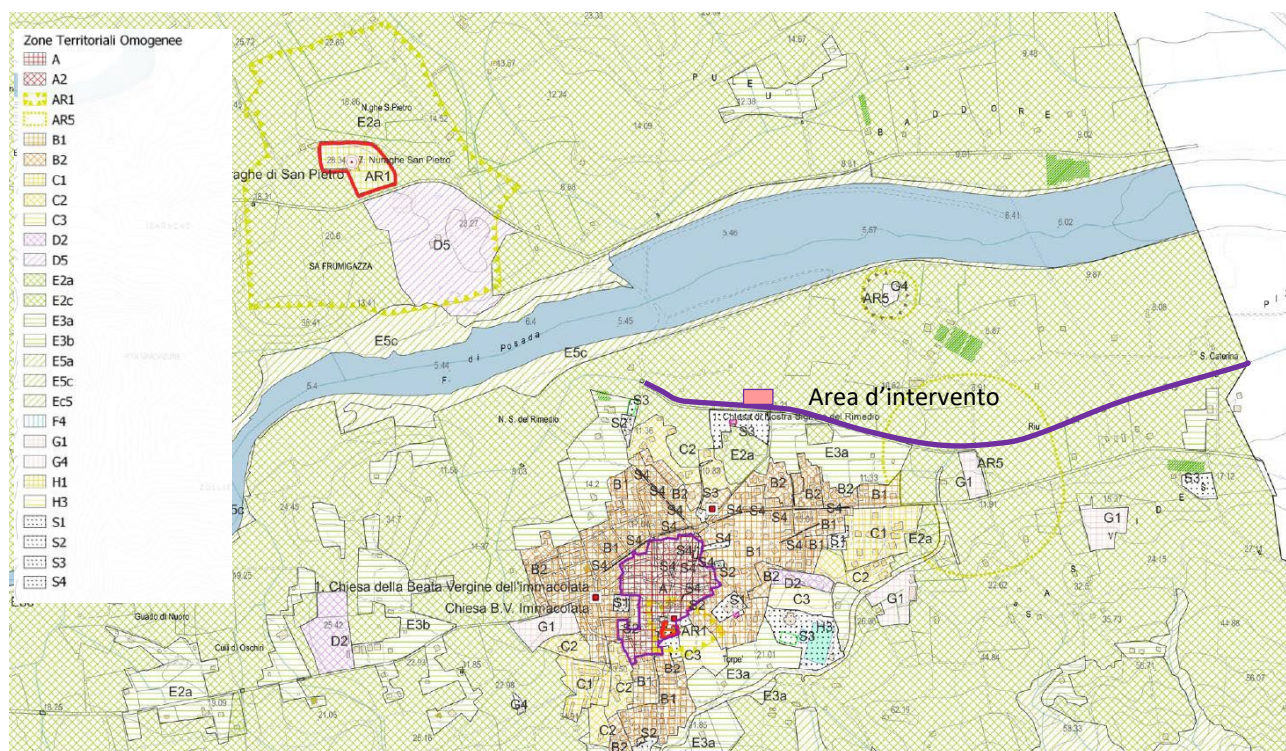


Figura 5.1 – Estratto della carta “T-PU02b-5 Sistemi e regole (azzonamento) - Intero territorio comunale - Sud” del P.U.C. del comune di Torpè. In viola è evidenziata l’area di intervento lungo il corso del canale di Santa Caterina.

Gli interventi previsti non sono in contrasto con alcuna indicazione delle N.T.A. del P.U.C.

### 5.5.2 Elaborato “T-P00-5 Ambiti di paesaggio”

L’elaborato T-P00-5 Ambiti di paesaggio riporta gli elementi del Piano Paesaggistico regionale (P.P.R.) relativi all’Ambito 20 “del monte Albo” in cui l’intervento ricade (cfr. par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) ed al il quale si rimanda per la sua descrizione. Un estratto dell’elaborato è riportato nella seguente figura.

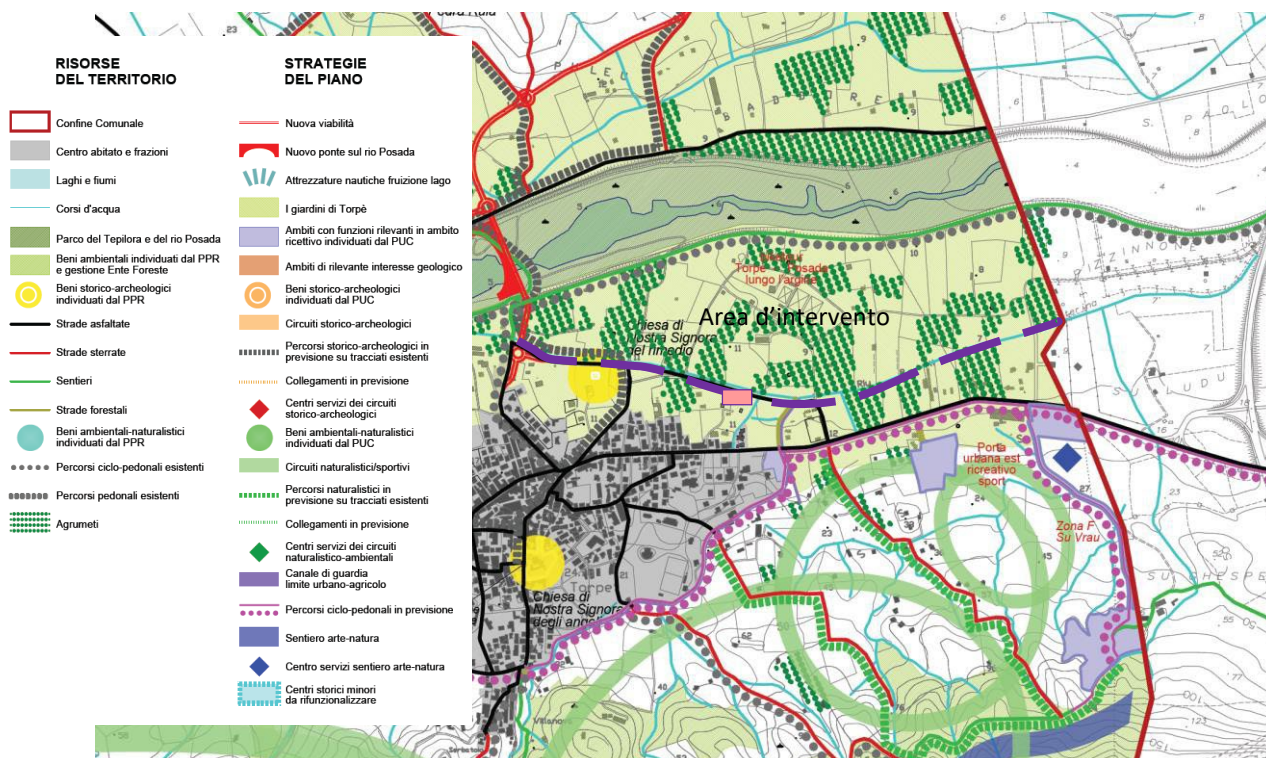


Figura 5.2 – Estratto della carta “T-P00-5 Ambiti di paesaggio” del P.U.C. del comune di Torpè. In viola è evidenziata l’area di intervento lungo il corso del canale di Santa Caterina

### 5.5.3 Elaborato “T-G05b Geologia. Carta idrogeologica”

L’analisi della carta idrogeologica del P.U.C. (elaborato “T-G05b Geologia. Carta idrogeologica – SUD” denota i seguenti elementi:

- l’area d’intervento ricade nell’unità idrogeologica “2”;
- il corso del canale S. Caterina è riconosciuto come “artificiale”.

L’unità idrogeologica “2” è definita come “Unità delle alluvioni plioquaternarie -Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustropalustri, discariche minerarie” con caratteristiche di permeabilità “per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana”.

### 5.5.4 Elaborato “PU05b-5 Geologia. Carta idrogeologica. Sovrapposizione pericolosità da frana (Hg) alla tavola sistemi e regole - Intero territorio comunale.”

L’analisi della carta della Pericolosità da frana del P.U.C. (elaborato “T-PU05b-5 Geologia. Carta idrogeologica – SUD Sovrapposizione pericolosità da frana (Hg) alla tavola sistemi e regole - Intero territorio comunale (sud)” non riporta alcuna area a pericolosità presente sull’area o limitrofa alla zona d’intervento.



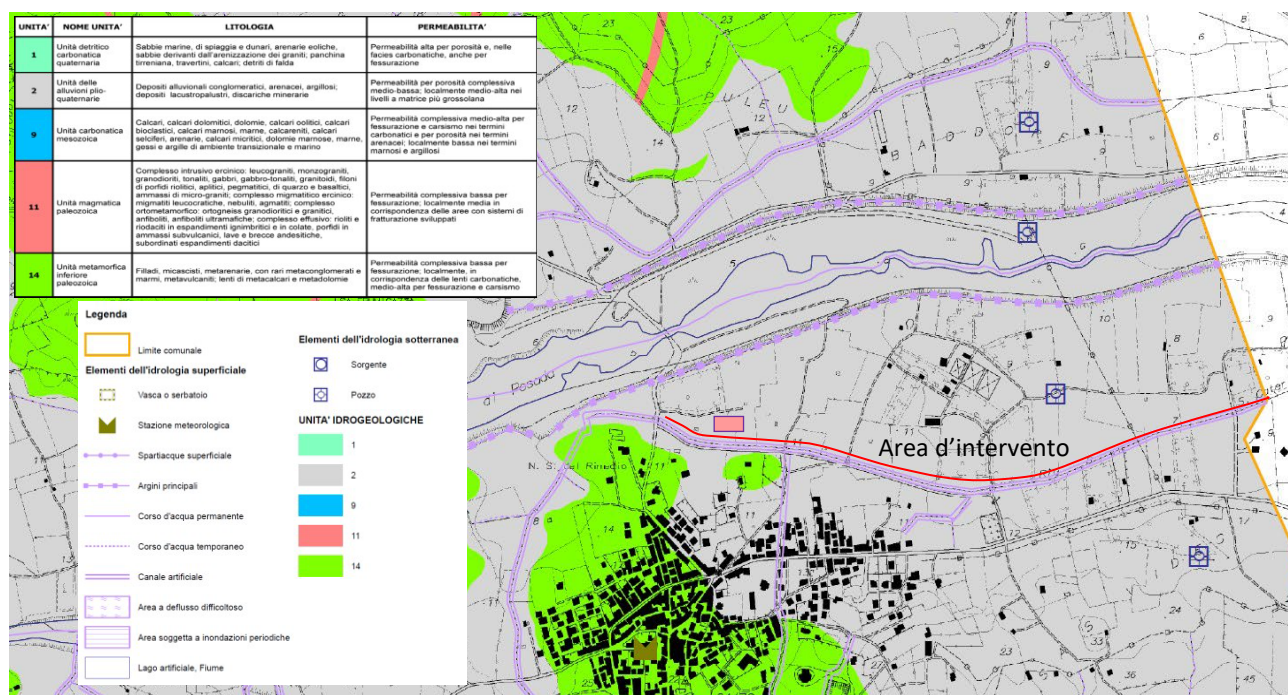


Figura 5.3 – Estratto della “Carta idrogeologica - Sud” del P.U.C. del comune di Torpè. In rosso è evidenziata l’area di intervento lungo il corso del canale di Santa Caterina.

### 5.5.5 Elaborato “T-PU06b-1 Sovrapposizione pericolosità idraulica (Hi) alla tavola sistemi e regole - Intero territorio comunale

L’analisi della carta della Pericolosità da frana del P.U.C. (elaborato “T-PU06b-1 Sovrapposizione pericolosità idraulica (Hi) alla tavola sistemi e regole - Intero territorio comunale (sud)” riporta una estesa area a pericolosità idraulica massima (Hi4), come evidenziato nella seguente figura.

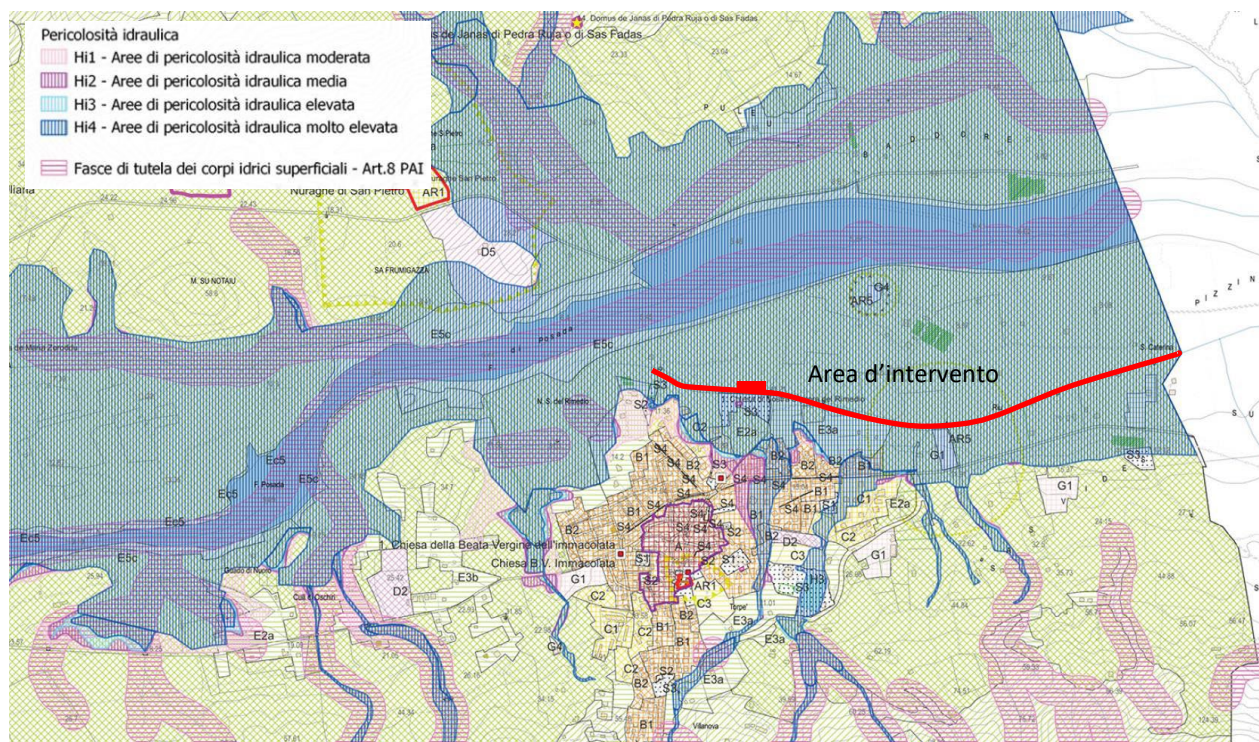


Figura 5.4 – Estratto della carta “T-PU06b-1 Sovrapposizione pericolosità idraulica (Hi) alla tavola sistemi e regole - Intero territorio comunale (sud)” del P.U.C. del comune di Torpè. In rosso è evidenziata l’area di intervento lungo il corso del canale di Santa Caterina.

## 5.6 Analisi idrologica e idraulica

Al fine del dimensionamento delle opere è stata svolta una analisi idrologica e idraulica finalizzata alla valutazione delle portate di massima piena attese nelle sezioni idrografiche di interesse ubicate lungo il tracciato del canale Santa Caterina e alla valutazione dei livelli idrometrici e degli altri parametri idraulica di interesse per le verifiche necessarie secondo la normativa.

L'analisi idrologica è stata svolta mediante la caratterizzazione del regime pluviometrico intenso, la definizione di scenari pluviometrici di riferimento e la loro trasformazione nei corrispondenti idrogrammi di piena. Per quest'ultima fase è stato impiegato un modello matematico di trasformazione afflussi-deflussi in grado di associare lo scenario di piena alla frequenza di accadimento probabilistica dell'evento meteorologico che lo ha provocato.

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica si è fatto riferimento agli studi di approccio statistico sul regime pluviometrico intenso effettuati nella Regione Sardegna adottando il modello probabilistico TCEV (Two Component Extreme Value) che si è dimostrato essere in grado di interpretare correttamente le caratteristiche di frequenza delle serie storiche disponibili. Nell'applicazione del modello idrologico si è fatto riferimento ai Tempi di Ritorno indicati dal Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) pari a 50, 100, 200 e 500 anni.

Per quanto riguarda l'analisi idraulica, è stato implementato il modello matematico HEC-RAS, sia in regime di moto 1D che 2D. Quest'ultima applicazione ha consentito di restituire la mappa di allagamento a seguito del manifestarsi di eventi meteorici intensi attesi con tempo di ritorno di 30 e 200 anni. Le simulazioni sono state ripetute per studiare il comportamento del canale di Santa Caterina nelle condizioni attuali e di progetto.





## 6. Gestione delle materie

L'esecuzione dei lavori comporta la necessità di gestire i materiali risultanti dalle operazioni di demolizione di manufatti e dalle operazioni di scavo. La natura dei materiali coinvolti nella gestione del cantiere può influire sui costi dell'intervento; sono state svolte le analisi necessarie a caratterizzare preventivamente tali materiali.

Questi si dividono in:

- Materiale di demolizione dei manufatti di attraversamento del canale Santa Caterina esistenti, realizzati con struttura scatolare in calcestruzzo;
- Materiale terroso proveniente dalle operazioni di escavazione.

Si riporta un inquadramento normativo in materia di gestione di tali materiali e le relative modalità di gestione, smaltimento ed eventuale recupero dei rifiuti.

### 6.1 Inquadramento normativo

La gestione dei materiali di risulta prodotti durante le lavorazioni, costituiti dalle terre e rocce da scavo (TRS) e dell'eventuale materiale di scavo classificato come rifiuto, viene ad essere regolata da un impianto normativo del quale si riporta un elenco dei principali riferimenti:

- Decreto Ministeriale **5 febbraio 1998** "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero";
- Decreto Legislativo **16 gennaio 2008, n. 4** "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale";
- Decreto Legislativo **29 giugno 2010, n. 128** "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69";
- Legge **24 marzo 2012, n. 28** "Conversione in Legge, con modificazioni, del Decreto Legge 25 gennaio 2012, n. 2, recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale";
- Decreto Legge **21 giugno 2013** "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia" (convertito con modificazioni dalla Legge 9 agosto 2013, n. 98);
- Decreto Legge **25 gennaio 2021, n. 2** (convertito con modificazioni dalla L. 24 marzo 2012, n. 28);
- Decreto Legge **12 settembre 2014, n. 133** "Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche e l'emergenza del dissesto idrogeologico" (Decreto *Sblocca Italia*", convertito, con modificazioni, dalla Legge n. 164 dell'11 novembre 2014);
- Decreto del Presidente della Repubblica **13 giugno 2017, n. 120** "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164";
- Linee Guida SNPA n. 22/2019. Le "linee guida (LG) sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo di terre e rocce da scavo (TRS)".
- Decreto Legge 1 marzo 2021, n. 22 Disposizioni urgenti in materia di riordino delle attribuzioni dei Ministeri (convertito con modificazioni dalla L. 22 aprile 2021, n. 55).
- Decreto Ministeriale 15 luglio 2022, n. 278 "Regolamento EOW"

L'impianto normativo per l'utilizzo delle TRS si fonda sui criteri generali stabiliti Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. "*Norme in materia ambientale*", in vigore dal 29 aprile 2006 e comunemente indicato come "Testo Unico Ambiente" (TUA).

Il TUA ha subito diverse modificazioni rispetto alla sua versione originale, non tutte indicate nell'elenco riassuntivo sopra riportato. Per quanto attiene la gestione dei rifiuti, gli aspetti normativi maggiormente significativi vengono

trattati nella Parte IV dedicata alle *“Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati”*. La norma fa spesso riferimento ai limiti delle concentrazioni delle sostanze inquinanti presenti nel suolo e nelle acque indicati nell'allegato 5 della Parte IV *“Concentrazioni Soglia di Contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti”*.

Alcuni articoli del TUA sono particolarmente importanti per la gestione delle TRS. La definizione dei termini relativi alla tipologia di rifiuto e alla loro gestione è contenuta nella Parte IV – Titolo I – Capo I e, in particolare, nell'art. 183.

#### D. Lgs 152/06 - Articolo 183 “Definizioni”

omissis...

a) “rifiuto”: qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi;

b) “rifiuto pericoloso”: rifiuto che presenta una o più caratteristiche di cui all'allegato I della Parte IV del presente decreto;

omissis...

f) “produttore di rifiuti”: il soggetto la cui attività produce rifiuti (produttore iniziale) o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, di miscelazione o altre operazioni che hanno modificato la natura o la composizione di detti rifiuti;

omissis...

h) “detentore”: il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che ne è in possesso;

omissis...

z) “smaltimento”: qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia.

L'art. 184-bis dello stesso TUA “Sottoprodotto” definisce, solo in linea generale, le caratteristiche che deve avere una qualsiasi sostanza od oggetto per essere definita sottoprodotto. Più specifico è il successivo art. 185 che esclude chiaramente le TRS dalla disciplina dei rifiuti, definendone i requisiti necessari per consentire ad un materiale di appartenere alla categoria del materiale da scavo.

#### D. Lgs 152/06 - Articolo 185 - Esclusioni dall'ambito di applicazione

1. Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto:

omissis...

c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato, ...

Ulteriori indicazioni sono contenute nella Legge 24 marzo 2012 n. 28 che ha definito le condizioni alle quali le terre e rocce da scavo sono da considerarsi sottoprodotti ai sensi dell'art.184-bis del TUA modificando altresì l'articolo 39 comma 4 del D.Lgs n. 205 del 2010 e stabilendo l'abrogazione dell'art.186 del TUA.

Si riporta il testo dell'art. 3.

#### L. 28/2012 - Articolo 3 (commi da 1 a 4)

1. Ferma restando la disciplina in materia di bonifica dei suoli contaminati, i riferimenti al «suolo» contenuti all'articolo 185, commi 1, lettere b) e c), e 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, si interpretano come riferiti anche alle matrici materiali di riporto di cui all'allegato 2 alla Parte IV del medesimo decreto legislativo.

2. Ai fini dell'applicazione del presente articolo, per matrici materiali di riporto si intendono i materiali eterogenei,

come disciplinati dal decreto di attuazione dell'articolo 49 del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, utilizzati per la realizzazione di riempimenti e rilevati, non assimilabili per caratteristiche geologiche e stratigrafiche al terreno in situ, all'interno dei quali possono trovarsi materiali estranei.

3. Fino alla data di entrata in vigore del decreto di cui al comma 2 del presente articolo, le matrici materiali di riporto, eventualmente presenti nel suolo di cui all'articolo 185, commi 1, lettere b) e c), e 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e smi.

Con il DPR n. 120/2017 è stato approvato il Regolamento per la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, in coerenza a quanto disposto dall'art. 8 del DL 133/2014, il cosiddetto *"Sblocca Italia"*. Con questo Decreto viene abrogato il Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161 – *"Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo"*.

Il DPR n. 120/2017 disciplina gli aspetti procedurali inerenti al deposito preliminare alla raccolta e la cessazione della qualifica di rifiuto delle terre e rocce da scavo che non soddisfano i requisiti per la qualifica di sottoprodotto. Disciplina inoltre la gestione delle terre e rocce da scavo con presenza di materiali di riporto e le procedure di bonifica di aree con presenza di materiali di riporto.

Per i cantieri di piccole dimensioni, il Piano di Utilizzo viene sostituito dalla dichiarazione di utilizzo, normata dall'art. 21.

#### DPR n. 120/2017 - Art. 21. Dichiarazione di utilizzo per i cantieri di piccole dimensioni

1. La sussistenza delle condizioni previste dall'articolo 4, è attestata dal produttore tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, con la trasmissione, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, del modulo di cui all'allegato 6 al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente. Nella dichiarazione il produttore indica le quantità di terre e rocce da scavo destinate all'utilizzo come sottoprodotti, l'eventuale sito di deposito intermedio, il sito di destinazione, gli estremi delle autorizzazioni per la realizzazione delle opere e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione delle terre e rocce da scavo, salvo il caso in cui l'opera nella quale le terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti sono destinate ad essere utilizzate, preveda un termine di esecuzione superiore.

## **6.2 Terre e rocce da scavo**

### Siti di Produzione e di utilizzo

I lavori di sistemazione idraulica in oggetto prevedono la movimentazione di materiale da scavo prodotto principalmente lungo le scarpate del canal di Santa Maria in conseguenza all'intervento di rettifica e stabilizzazione delle sponde. Il terreno scavato sarà riutilizzato in loco e sistemato sulle sommità spondali per rettificare in quota le sponde arginali. Nel caso di esubero il materiale sarà allontanato dal cantiere. Le stime preliminari indicano che il volume complessivo movimentato sarà inferiore ai 6.000 m<sup>3</sup>. Dal punto di vista normativo l'intervento è da considerarsi un "intervento lineare" e il cantiere va considerato di "piccole dimensioni".

L'ambito di intervento è ubicato all'interno di un'area a destinazione agricola con presenza di case sparse e di una rete di collegamento viario costituita da strade in terra. Come potenziali fonti di contaminazione del terreno sono state considerate la presenza di acque di scarico fognario di tipo misto osservate durante il sopralluogo lungo il canale e gli interventi di realizzazione della strada comunale che corre sulla destra idraulica che possono aver comportato la sistemazione di materiale per la formazione del rilevato.

### Requisiti per il riutilizzo delle terre

Le lavorazioni sopra descritte possono essere eseguite previa la verifica della rispondenza delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno movimentato che consenta di classificarlo come terra e roccia da scavo (TRS). In caso positivo il materiale viene classificato come sottoprodotto e può essere destinato al riutilizzo.

L'art. 4, c.2 del DPR 120/17 (Regolamento) precisa che per considerare "sottoprodotto" le TRS generate durante la realizzazione di un'opera, devono essere verificati i seguenti requisiti:

- a) lo scopo primario delle attività di cantiere non è la produzione di tale materiale;
- b) il loro utilizzo è conforme al Piano di Utilizzo o alla Dichiarazione di utilizzo (per i cantieri di piccole dimensioni) e mirato alla realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali di vario genere o in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;
- c) non richiedono trattamenti diversi dalla normale pratica industriale;
- d) soddisfano i requisiti di qualità ambientale del presente Regolamento.

Posto che il requisito di cui il punto a) è implicitamente soddisfatto, visti gli obiettivi del progetto, e che il materiale sarà riutilizzato in ambito dello stesso cantiere per la realizzazione di rilevati o, per la parte eccedente, per la realizzazione di riempimenti (punto b) senza necessità di alcun tipo di trattamento (punto c), resta da verificare la qualità ambientale del materiale da scavo (punto d). A tal fine sono state realizzate le necessarie indagini conoscitive sulla base di un piano di campionamento e di analisi, come illustrato nel capito seguente.

### Modalità di caratterizzazione ambientale

Le modalità di prelievo e classificazione del materiale sono regolate dal DPR n. 120/2017 con il quale è stato approvato il Regolamento per la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo. Il DPR n. 120/2017 disciplina gli aspetti procedurali da seguire per il *deposito preliminare alla raccolta* e la *cessazione della qualifica di rifiuto* delle terre e rocce da scavo che non soddisfano i requisiti per la qualifica di sottoprodotto. Disciplina inoltre la gestione delle terre e rocce da scavo con presenza di materiali di riporto e le procedure di bonifica di aree con presenza di materiali di riporto. L'Art.4 del citato DPR stabilisce che per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti devono essere seguiti i criteri di cui l'allegato n.4 *"Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali"*. Tale allegato prevede che *"Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato"*.

La caratterizzazione è stata condotta mediante l'esecuzione di una campagna di prelievo e invio a laboratorio di n.7 campioni di terra sui quali sono state misurate le concentrazioni delle sostanze considerate inquinanti al fine di verificare il rispetto dei limiti imposti dalla normativa. Nella tavola planimetrica n. B1.01.02 *"Carta con l'ubicazione dei sondaggi"* sono riportati i punti di campionamento.

I campioni sono stati quartati in modo da formare due aliquote e opportunamente conservati in barattoli di vetro della capienza di 250 ml. I campioni portati in laboratorio sono stati preventivamente privati della frazione maggiore di 2 cm e le determinazioni analitiche sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è stata riferita alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Il set di parametri analitici ricercato è quello elencato nella tabella 1, colonna A dell'Allegato 5 alla Parte IV, Titolo

V del D.lgs. 152/2006. In particolare sono stati ricercati i seguenti analiti: Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Amianto, Idrocarburi C>12, benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni, Stirene, Sommatoria Aromatici, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Sommatoria IPA.

#### Risultati di laboratorio

Per tutte le indagini effettuate, che le concentrazioni dei parametri ricercati nei terreni sono risultate inferiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste per suoli e sottosuoli dei siti ad uso residenziale/verde definite dal D.Lgs 152/2006, parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1, colonna A.

Pertanto le terre provenienti dagli scavi sono state ritenute utilizzabili come terre e rocce da scavo e quindi adatto al loro reimpiego per la formazione delle arginature.

### **6.3 Rifiuti inerti**

La definizione di rifiuti inerti è contenuta nell'articolo 184-ter, comma 3 lettera b del Testo Unico dell'ambiente (D.lgs n. 152/2006) definisce rifiuti inerti: *"I rifiuti prodotti dalle attività di costruzione e demolizione, nonché i rifiuti che derivano dalle attività di scavo"*.

In pratica, per rifiuti inerti si intendono gli scarti prodotti durante i lavori di costruzione e/o demolizione che non subiscono nessuna variazione nel tempo e non rappresentano alcun rischio per l'ambiente o per la nostra salute (a differenza di un rifiuto organico).

A questa tipologia di rifiuti è stato assegnato il codice CER 170904.

Di solito appartengono a questa categoria i materiali provenienti dalle demolizioni di strutture realizzate con i comuni materiali da costruzione che per tale motivo vengono anche detti *"rifiuti da costruzione e demolizione"*. Nella categoria dei rifiuti inerti rientrano infatti i seguenti materiali: sabbia, ghiaia, argilla espansa, vermiculite e perlite, conglomerati cementizi, calcinacci, macerie, conglomerati bituminosi, cemento, mattoni, mattonelle, ceramiche, intonaci, residui di lavorazione non pericolosi che provengono da azioni di demolizione o da cantieri edili.

#### Smaltimento rifiuti inerti

Lo smaltimento dei rifiuti inerti può avvenire solo conferendo gli stessi presso apposite discariche adatte al loro recepimento e/o a siti specializzati nel loro recupero, per essere poi reimmessi come nuove materie prime. La responsabilità dello smaltimento dei rifiuti edili ricade sul produttore delle macerie successivamente alle operazioni di demolizione.

#### Recupero rifiuti inerti

Recentemente il Ministro della transizione ecologica ha approvato il Decreto 15 luglio 2022, n. 278 che stabilisce i criteri specifici nel rispetto dei quali i rifiuti inerti dalle attività di costruzione e di demolizione e gli altri rifiuti inerti di origine minerale di cui all'articolo 2, comma 1, lettere a) e b), sottoposti a operazioni di recupero, cessano di essere qualificati come rifiuti ai sensi dell'articolo 184-ter del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. In via preferenziale, i rifiuti ammessi alla produzione di aggregati recuperati provengono da manufatti sottoposti a demolizione selettiva.

Il provvedimento stabilisce, quindi, i criteri specifici in base ai quali i rifiuti inerti derivanti dalle attività di costruzione e di demolizione (e gli altri rifiuti inerti di origine minerale), dovendo essere recuperati, cessano di essere qualificati come rifiuti per entrare, così, in un nuovo ciclo produttivo per la realizzazione di altre opere di ingegneria civile.

## 7. Espropri e interferenze

### 7.1 Acquisizione delle aree

Con riferimento agli interventi proposti, le aree dove saranno ubicati dovranno in parte essere acquisite da parte dell'Amministrazione Pubblica.

Costruzione della viabilità per il ripristino dei collegamenti stradale interrotti. Si rende necessario espropriare la fascia in sinistra idraulica del canale dove sarà realizzata una strada asfaltata di larghezza 5 metri destinata al pubblico passaggio.

Ponte di via fiume. Si rende necessario espropriare una porzione di terreno adiacente alla struttura attuale dove verrà realizzato il nuovo attraversamento, spostato di alcuni metri verso valle, e le rampe di raccordo alla quota del nuovo impalcato.

Piste di Servizio. Non si considera necessario intervenire con l'intervento di esproprio dal momento che il terreno in cui saranno realizzate le piste resterà di proprietà privata. Le piste non saranno destinate al passaggio pubblico ma solamente al passaggio di mezzi delle amministrazioni competenti alle operazioni di manutenzione e di pronto intervento in caso di emergenza.

La quantificazione delle aree e dell'importo da prevedere a quadro economico per il pagamento delle indennità da riconoscere ai proprietari dei terreni espropriati è stata oggetto nella relazione di accompagnamento al "Piano particellare preliminare".

### 7.2 Interferenze

Lungo il canale Santa Caterina è stata individuata la presenza di infrastrutture a rete potenzialmente interferenti con le lavorazioni in progetto. Si tratta di attraversamenti interrati e aerei delle reti acquedottistiche, fognarie e distribuzione di gas. Altre opere a rete, linee aeree e interrate, sono presenti lungo le fasce spondali e potrebbero costituire interferenza durante le operazioni di risezionamento delle scarpate del canale.

La presenza di tali linee è stata rilevata durante il rilievo topografico a terra e le linee sono state riportate nelle tavole del rilievo topografico.

Le principali problematiche, che richiederanno interventi specifici per la loro risoluzione, sono così elencate.

Nuovo attraversamento viario su via Fiume. La costruzione del nuovo ponte è prevista a valle dell'esistente e andrà ad interferire con una **condotta interrata acquedottistica ad uso irriguo**, di proprietà del Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale. In quest'area è inoltre presente un pozzetto di che alloggia una presa irrigua. Per la risoluzione dell'interferenza si prevede lo spostamento della condotta e del pozzetto di presa.

Linea di Acquedotto lungo il canale. È stata rilevata la presenza di una **condotta dell'acquedotto** interrata che attraversa, per via aerea, il canale Santa Caterina. L'attraversamento avviene ad una quota poco al di sotto della sommità della scarpata e pertanto in condizioni di piena potrebbe essere causa di ostruzione, specie se la corrente viene ad essere accompagnata da materiale vegetale galleggiante. Per la risoluzione dell'interferenza si prevede il rifacimento dell'attraversamento interrando la condotta al di sotto del canale, con adeguato strato di ricoprimento, o innalzando la quota del tratto aereo.

Linea di fognatura acque nere/miste. A valle di un tombino di attraversamento, che il progetto prevede di eliminare, è presente una **condotta fognaria** che attraversa il canale mantenendosi ad una quota di poco superiore



al fondo alveo. I lavori in progetto non interferiscono con la presenza di questa condotta se non durante le operazioni di cantiere per le quali dovranno essere previste le necessarie attenzioni e protezioni per non danneggiare la condotta stessa.

## 8. Stima dei costi e quadro economico

Per formulare il quadro economico del progetto, riportato nell'elaborato "G.2 – Quadro economico", le opere e gli interventi da realizzare sono stati analizzati sotto il profilo della loro scomposizione in forniture e lavorazioni, al fine di valutarne il costo presunto di realizzazione (stima preliminare della spesa). La stima e i criteri utilizzati sono stati riportati nell'elaborato "G.1 - Calcolo sommario della spesa". Nel Quadro economico, oltre all'importo dei Lavori (realizzazione delle opere e costi per la sicurezza), sono state valutate anche le somme che dovranno rimanere a disposizione dell'Amministrazione per consentire sostenere i costi di gestione del progetto.

Per ogni tipologia di intervento sono state stimate la quantità di lavoro, tenuto conto del dettaglio progettuale disponibile, e i prezzi sono stati stabiliti a partire dalle voci del prezziario regionale vigente. In particolare, i costi della manodopera e delle opere compiute sono stati tratti dal prezziario regionale approvato con Delibera regionale n. 19/23 del 21/06/2022. Il prezziario è stato redatto dall'Osservatorio regionale dei contratti pubblici per essere applicato ai lavori pubblici di interesse regionale da realizzare nel territorio della Regione Sardegna, ai sensi dell'art. 22 della L.R. 13/03/2018 n. 8 e ai sensi del D.lgs. 50/2016.

