

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 1 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

PROGETTO:
VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA –
RETE ENERGETICA DI PORTOVESME

METANODOTTO:
METANODOTTO “COLLEGAMENTO FR SU PORTOVESME”
DN 650 (26”), DP 75 bar

Attraversamento in subalveo del
RIO FLUMENTEPIDO
(alias Canale di Paringianu)

VALUTAZIONI IDROLOGICHE - IDRAULICHE E
RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA



0	Emissione per enti	M.VITELLI	M.AGOSTINI	V. FORLIVESI G. GIOVANNINI	Novembre 2021
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 2 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

INDICE

1	GENERALITA'	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO	8
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
3.2	Descrizione dell'ambito di attraversamento	10
3.3	Indagini di caratterizzazione litostratigrafica	11
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	13
4.1	Generalità	13
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	13
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	13
4.4	Studio Comune Portoscuso – Sintesi sulle elaborazioni	15
4.5	Studio Comune Portoscuso – Risultati di interesse	18
4.6	Portate di riferimento	20
5	VALUTAZIONI IDRAULICHE	21
5.1	Premessa	21
5.2	Considerazioni specifiche	21
5.3	Studio Comune Portoscuso – Sintesi sulle elaborazioni	21
5.4	Assetto geometrico della modellazione idraulica	22
5.5	Risultati della simulazione idraulica	22
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	29
6.1	Generalità	29
6.2	Criteri di calcolo	Error! Bookmark not defined.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 3 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi **Error! Bookmark not defined.**

7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	30
7.1	Premessa	30
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	30
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	32
8	VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	33
8.1	Premessa	33
8.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	36
8.3	Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica	37
8.4	Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica	39
9	CONCLUSIONI	41
	Appendice 1: Colonne Stratigrafiche dei sondaggi	42

ANNESSE:

- **Elaborato grafico di progetto (cfr. par.1.3)**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 4 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

ENURA, nell'ambito del progetto generale "Virtual Pipeline Sardegna - Rete Energetica di Portovesme", intende realizzare un metanodotto denominato "Collegamento FRSU Portovesme", DN 650 (26") - DP 75bar, della lunghezza di circa 6,6km, che si sviluppa nella porzione sud-occidentale della Regione Sardegna e più esattamente nei territori di Portoscuso e di Carbonia.

Il tracciato del suddetto metanodotto in progetto interseca l'alveo del Rio Flumentepido (denominato anche Canale di Paringianu) nell'ambito del territorio comunale di Portoscuso (CI), in prossimità della località Paringianu.

In corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite di pericolosità idraulica, ai sensi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Unico Regionale – Sardegna.

Dette aree sono state inserite tra quelle censite a pericolosità idraulica nell'ambito di una variante del PAI, effettuata (ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione) a seguito della redazione a cura del Comune di Portoscuso (ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.d.A.) di uno Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica sviluppato nell'ambito dell'adeguamento del Piano Urbanistico Comunale (PUC) alla disciplina del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree a pericolosità idraulica del corso d'acqua.

Si evidenzia sin da adesso (e verrà meglio specificato nel seguito) che le interferenze in esame consistono nell'attraversamento dell'alveo e delle pertinenze di un corso d'acqua da parte di una condotta in sotterraneo, con coperture di ricoprimento superiori a 1m. Pertanto, ai sensi dell'art.21, comma 2, lettera c delle N.d.A. del PAI, nello specifico non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica.

Ciò nonostante, si è ritenuto comunque di sviluppare il presente elaborato con lo scopo di illustrare agli enti competenti gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

Le scelte sono state effettuate, in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico, idrologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità dell'infrastruttura in considerazione dell'aspetto idraulico del corso d'acqua, subordinandola alla dinamica evolutiva dello stesso.

In tal senso le valutazioni specifiche di cui al presente elaborato sono state condotte in riferimento alle fasi di studio qui di seguito sinteticamente descritte:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 5 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento, in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e analisi di caratterizzazione dell'ambito di attraversamento;
- Valutazioni idrologiche al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);
- Valutazioni idrauliche, volte ad individuare i parametri caratteristici del deflusso idraulico in corrispondenza dell'ambito di attraversamento ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti alla metodologia costruttiva, alla geometria della condotta in subalveo ed alle eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti alla compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione del PAI per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica.

1.3 Disegno di Attraversamento

Il progetto dell'attraversamento del corso d'acqua, comprendente le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, nonché le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di sistemazione, è stato sviluppato nel seguente elaborato grafico:

- DIS. AT-12E-00001
Attraversamento Canale di Paringianu (Rio Flumentepido)

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico sopra citato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 6 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il metanodotto in progetto " Collegamento FRSU Portovesme", DN 650 (26") attraversa il Rio Flumentepido nell'ambito del territorio comunale di Portoscuso (CI), nei pressi della località Paringianu.

Dal punto di vista idrografico l'ambito di attraversamento ricade nel tronco terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 1.8 km dalla foce in mare), in un tratto in cui il corso d'acqua assume anche la denominazione di Canale di Paringianu.

Al fine di fornire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

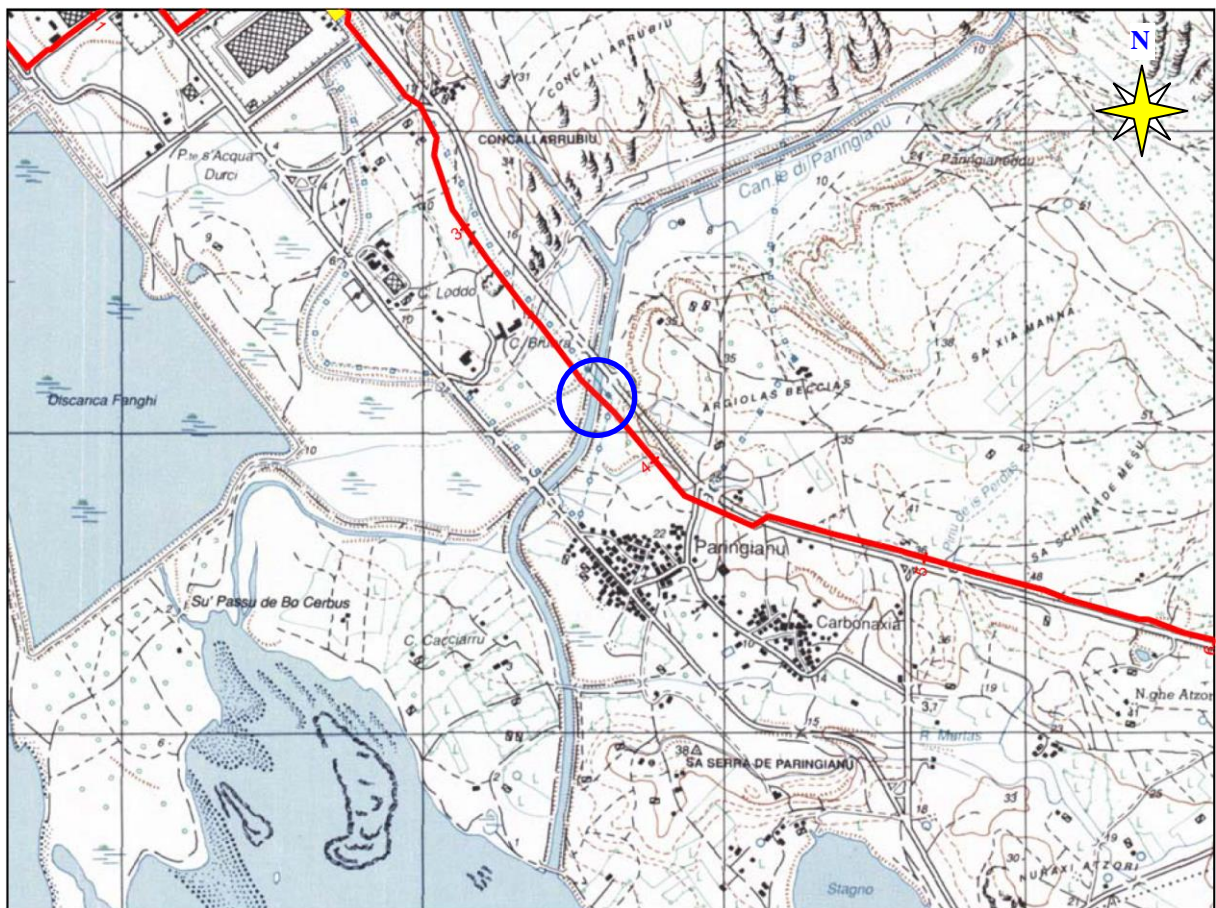


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

Le coordinate piane dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente:

Tab.2.1/A: Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coord. Piane: WGS84 – Fuso 32 (EPSG 32632)	450490 m E	4336950 m N

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 7 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) e l'area di attraversamento del corso d'acqua in esame (evidenziata mediante un cerchio in colore blu).

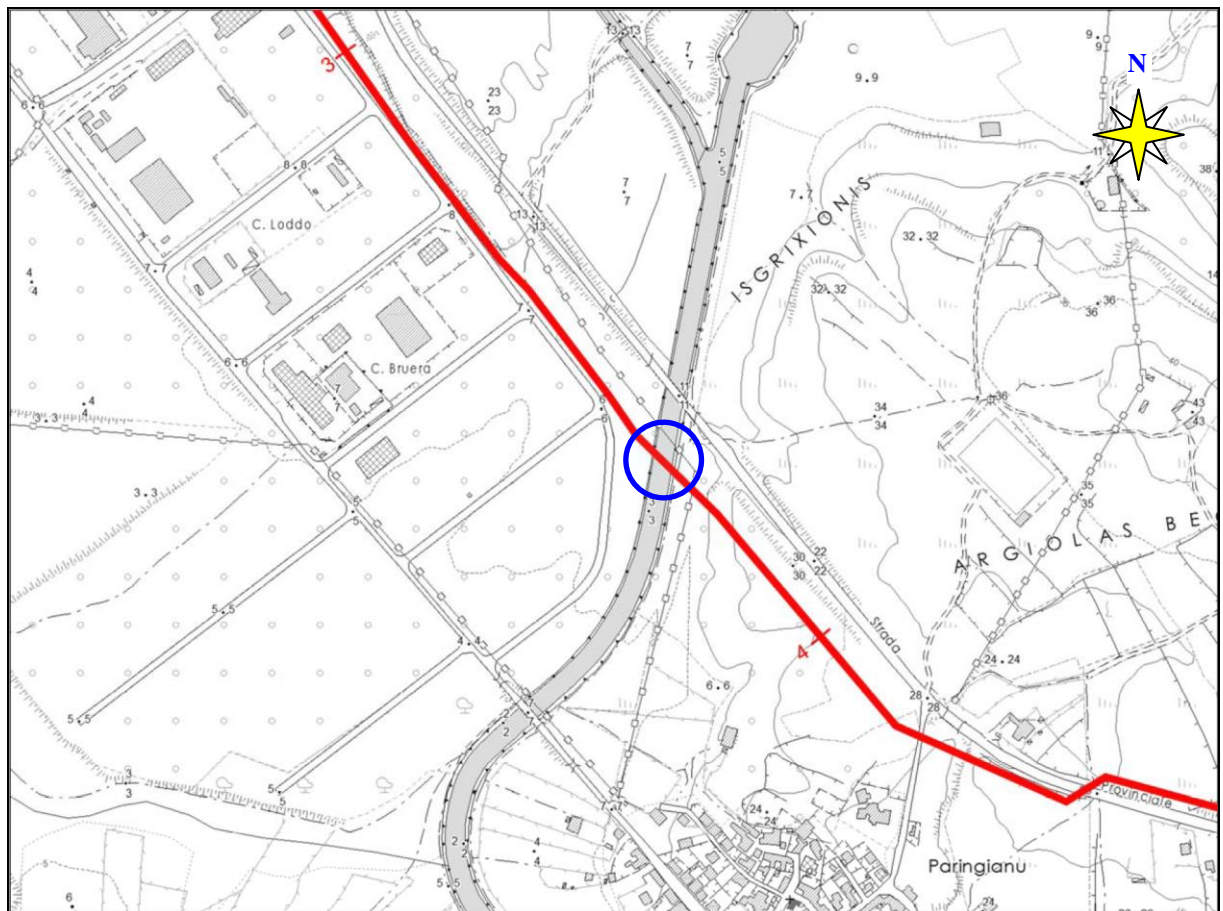


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'attraversamento in progetto del corso d'acqua ricade poco a valle (a circa 80m di distanza) del ponte della strada provinciale S.P.n.2 "Via Pedemontana".

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 8 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

3 ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO

3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua

Il Rio Flumentepido rappresenta un corso d'acqua di significativa importanza, localizzato nel Sub Bacino del Sulcis, caratterizzato da un bacino idrografico complessivo di circa 110 kmq, ricadente nei territori comunali di Carbonia, Gonnese e di Portoscuso.

Il Rio Flumentepido ha origine dal Gruppo montano di Corongiu e da una serie di piccoli torrenti scolanti dallo spartiacque col bacino imbrifero del Rio Cixerri.

Si sviluppa con direzione prevalente NE-SO, ricevendo il contributo di numerosi piccoli affluenti, tra cui si cita il Riu Ariena e Canale Peddori in sinistra e il Riu Anguiddas e il Canale di Guardia (canale artificiale realizzato per la raccolta delle acque a protezione dell'agglomerato industriale di Portovesme).

Nel tratto terminale il corso d'acqua risulta completamente canalizzato e rivestito in c.a., con percorso deviato verso sud e, con il nome di Canale di Paringianu, sfocia in mare nei pressi di Punta dell'Aliga.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color arancione), su una base cartografica costituita dalle tavolette IGM, con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua (in blu) e del reticolo idrografico (in celeste).

Nella stessa figura è anche indicato, mediante un cerchio in rosso, l'ambito d'interferenza in esame tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in rosso) e l'alveo del corso d'acqua.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 9 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

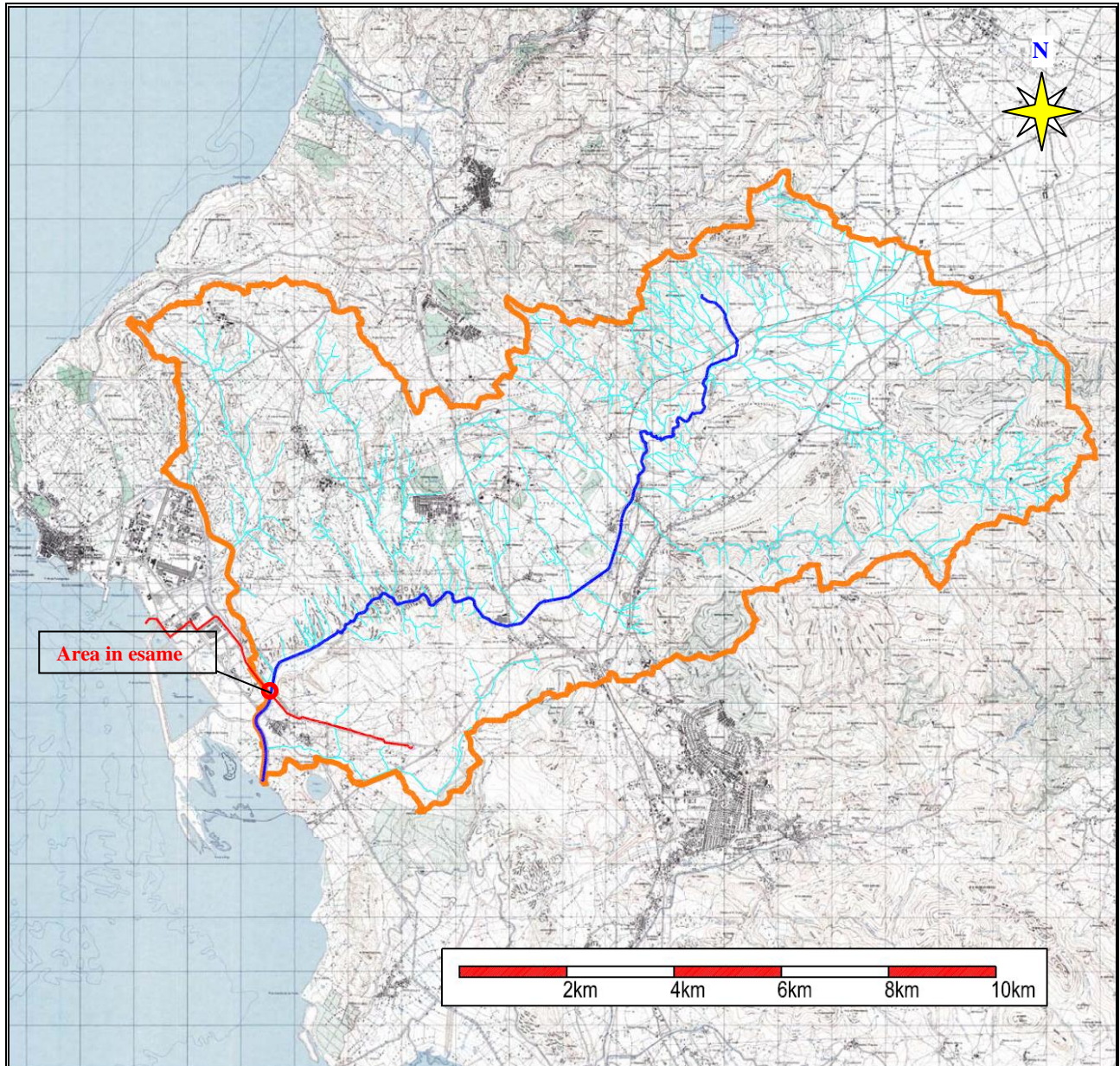


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua, con indicazione dell'ambito in esame

Dall'esame della figura precedente si rileva l'attraversamento del metanodotto in progetto ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 1.8km dalla foce in mare.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 10 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

3.2 Descrizione dell'ambito di attraversamento

Facendo seguito a quanto già evidenziato in precedenza, l'attraversamento in esame ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, immediatamente a valle del ponte della strada provinciale S.P.n.2 "Via Pedemontana".

In corrispondenza dell'ambito di attraversamento il corso d'acqua risulta canalizzato, con alveo con configurazione perfettamente regolare (a forma trapezia) e completamente rivestito in c.a.

Il fondo alveo risulta largo circa 25m; le sponde sono alte circa 2.5m ed inclinate con una pendenza 2/3 (ossia di circa 33°, dall'orizzontale).

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto e l'alveo del corso d'acqua, dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso e l'area di attraversamento dell'alveo è indicata mediante un cerchio in colore blu.

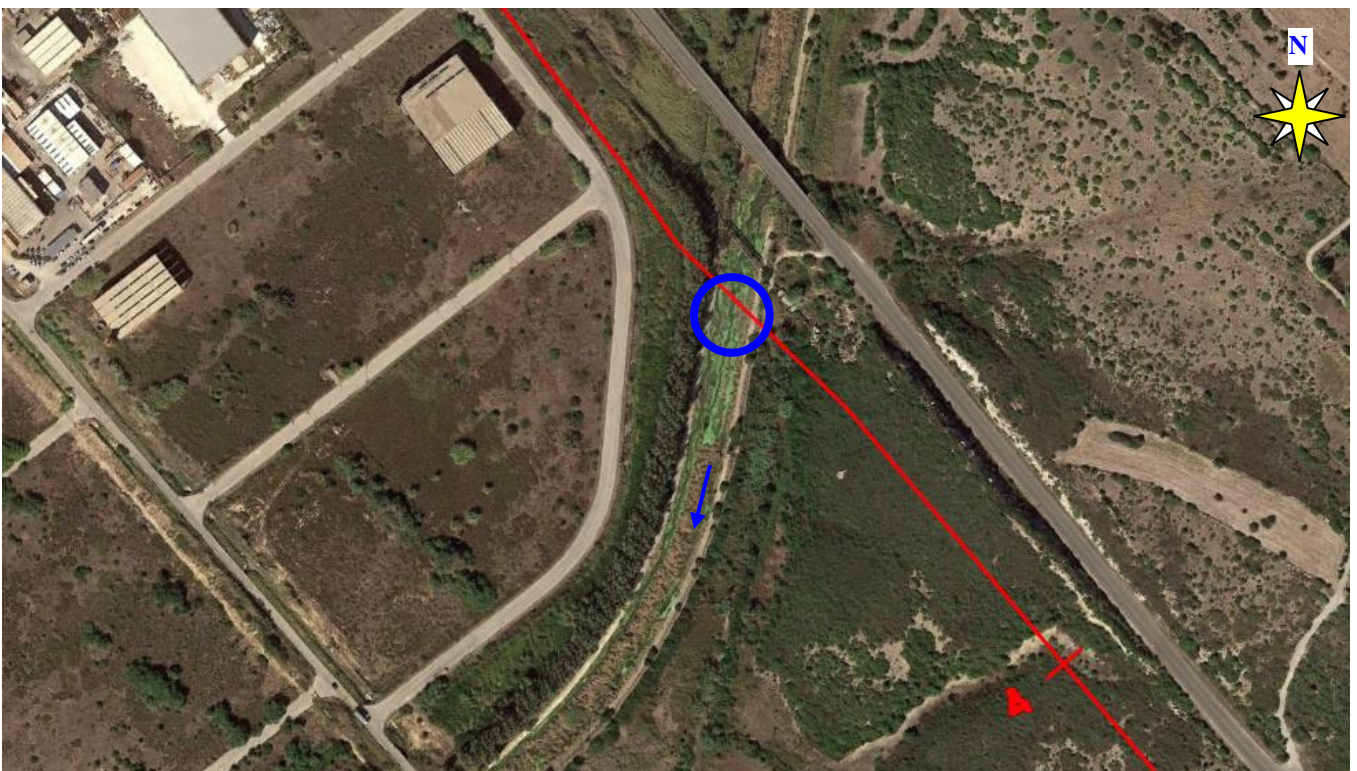


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da google earth)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 11 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (foto scattata dalla sponda in destra idrografica). La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto.



Fig.3.2/B: Foto ambito di attraversamento del corso d'acqua

3.3 Indagini di caratterizzazione litostratigrafica

Per l'acquisizione degli elementi che hanno permesso di esprimere un giudizio sui litotipi dei terreni presenti nell'ambito fluviale in esame, recentemente (nel marzo del 2021), è stata eseguita una campagna geognostica consistente nell'esecuzione di n.1 sondaggio a carotaggio continuo.

Nella figura seguente si riporta una foto aerea dell'ambito di attraversamento in esame (estratta da Google Earth) con l'ubicazione del sondaggio geognostico:

SP4: nel lato in dx idrografica dell'alveo del corso d'acqua (prof.15m);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 12 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

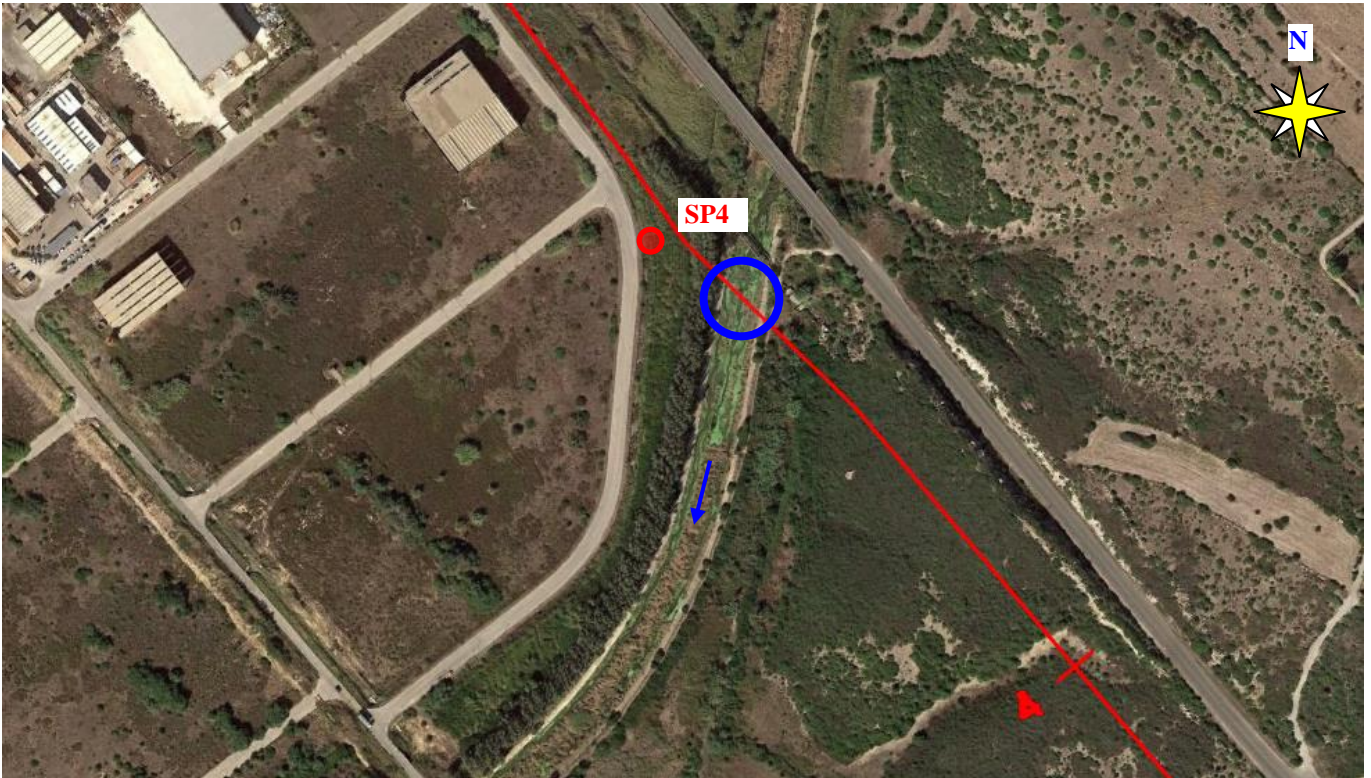


Fig.3.3/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento, con ubicazione del sondaggio geognostico

Per l'esame della colonna stratigrafica del sondaggio geognostico si rimanda alla visione dell'*Appendice 1*.

Dall'analisi della colonna stratigrafica s'individua che il sottosuolo, relativamente al tratto investigato, risulta costituito da un'alternanza di strati di sabbie limose, limi argillosi e argille limose.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 13 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

Lo studio idrologico in generale assume la finalità di determinazione delle portate al colmo di piena e/o degli idrogrammi di piena di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio ed in funzione di associati tempi di ritorno.

I risultati di tale studio nello specifico costituiscono la base per le verifiche idrauliche, in relazione alle quali verranno analizzate le condizioni di deflusso del corso d'acqua ed individuati i valori di copertura della linea in progetto, per la sua posa in sicurezza.

La valutazione delle portate può essere eseguita con diverse metodologie di calcolo, in funzione della natura dei dati disponibili.

In generale, avendo a disposizione dati di portata registrati in continuo da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua, si esegue l'elaborazione statistica degli eventi estremi disponibili (metodo diretto).

In mancanza di detti dati, si verifica se sono disponibili dati di portata di altri corsi d'acqua, siti nelle circostanze del fiume oggetto di studio, con le medesime caratteristiche idrologiche. In detto caso si esegue l'elaborazione statistica di dati disponibili e successivamente si cerca di interpretare le portate del corso d'acqua in esame sulla base dei risultati ottenuti (metodo della similitudine idrologica).

In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame.

Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

Il Comune di Portoscuso ha sviluppato uno Studio di compatibilità idraulica sul reticolo idrografico insistente sul proprio territorio (ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.d.A. del PAI) con lo scopo di adeguare Piano Urbanistico Comunale (PUC) alla disciplina del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna. I risultati dello studio (ai fini delle delimitazioni delle aree censite a pericolosità idraulica) sono stati recepiti nel PAI del bacino regionale, tramite una variante effettuata ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle N.d.A.

Pertanto nel presente elaborato, per le valutazioni idrologiche nell'ambito specifico in esame, ci si riferisce esplicitamente allo "studio ufficiale" condotto dal Comune di Portoscuso, per il quale nel seguito si riporta una descrizione sintetica delle metodologie di elaborazione considerate e la selezione dei risultati di interesse per le finalità di cui alla presente elaborato.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione idrologica di studio quella di attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto, che ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 1.8km dalla foce).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 14 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio (in color magenta) e con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua (in blu) e del reticolo idrografico significativo (in celeste). Nella stessa figura il tracciato del metanodotto in progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

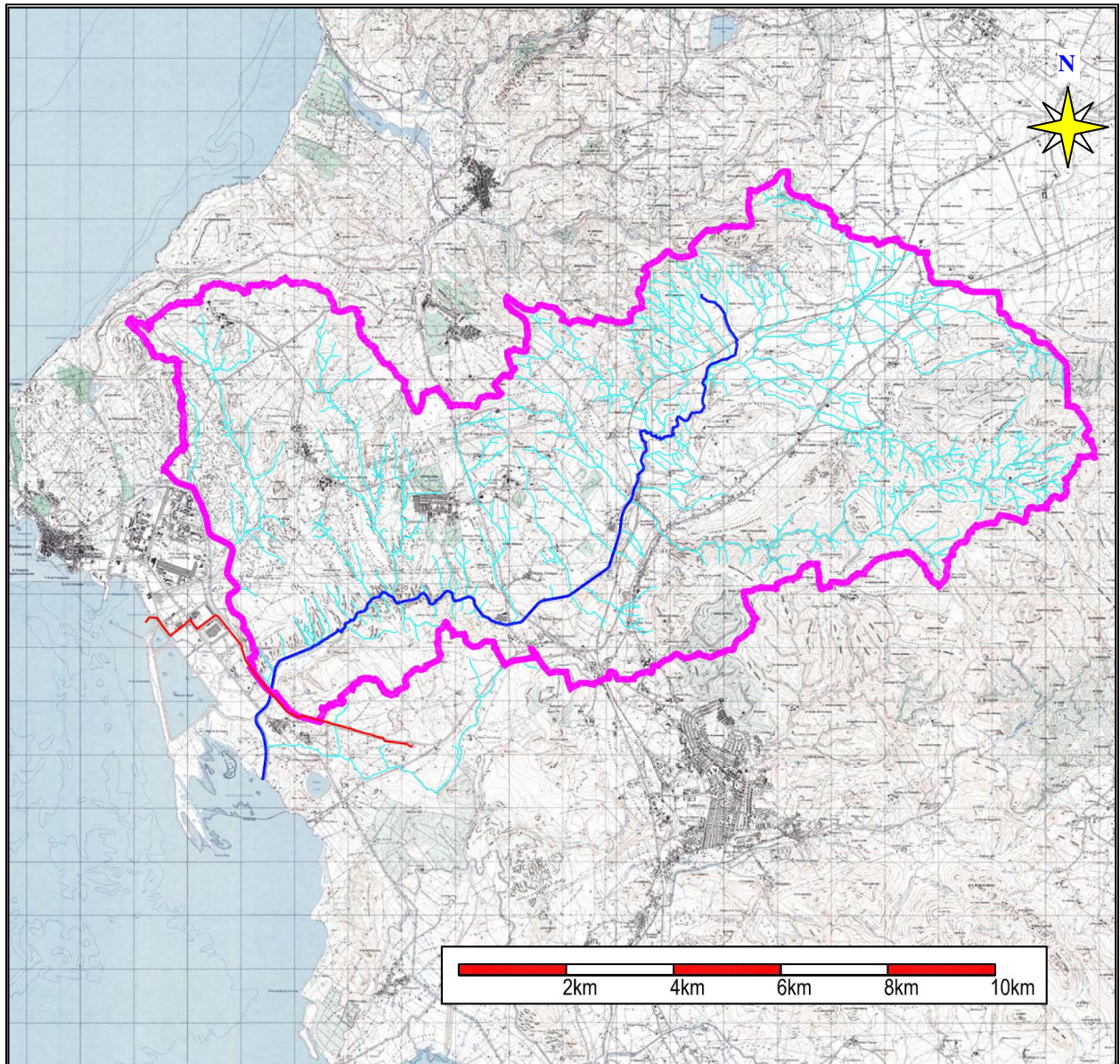


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio (di attraversamento)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 15 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio (sezione di attraversamento).

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
F Flumentepido -Sez. studio (Attrav Met. DN 650)	102	22	155	3

4.4 Studio Comune Portoscuso – Sintesi sulle elaborazioni

Qui di seguito si riporta una descrizione sintetica sulle metodologie delle elaborazioni idrologiche ed idrauliche utilizzate nello studio redatto dal Comune di Portoscuso. Per un'analisi di dettaglio si rimanda alla visione dell'elaborato "Studio di Compatibilità idraulica – Relazione tecnica illustrativa (Gennaio 2016)", disponibile all'interno del sito internet del Comune di Portoscuso.

4.4.1 Premessa

Lo studio di compatibilità idraulica sviluppato dal Comune di Portoscuso per l'adeguamento del PUC è stato redatto in ottemperanza all'art. 24 delle NTA del PAI e, predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato E delle norme stesse, contiene:

- L'analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento completa di caratterizzazione geopedologica del bacino sotteso dalla sezione di controllo; conformemente alle disposizioni impartite dalle "Linee Guida del PAI" il calcolo delle portate di piena è condotto per tempi di ritorno pari a T=50 anni, T=100 anni; T=200 anni e T=500 anni.
- L'analisi idraulica dell'asta fluviale e dell'area di allagamento compresa tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili.

Lo studio è stato sviluppato in considerazione delle fasi qui di seguito citate

4.4.2 Analisi dell'assetto idrografico

Inizialmente si è provveduto ad analizzare l'assetto idrografico insistente sul territorio comunale. In particolare l'idrografia superficiale del territorio in esame, così come documentato anche nel CeDoc (Centro di Documentazione dei Bacini Idrografici) della Sardegna, è costituita dai seguenti corsi d'acqua superficiali:

- il Rio Flumentepido, corso d'acqua del I ordine che drena l'omonimo bacino;
- il Canale di Guardia, corso d'acqua del II ordine;
- il Canale Cogotti, corso d'acqua del II ordine;
- il Riu de su Cannoni, corso d'acqua del III ordine;
- il Riu Resputzus, corso d'acqua del III ordine;
- il Riu Perdaias, corso d'acqua del III ordine;
- il Riu Murtas, corso d'acqua del III ordine.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 16 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Per l'individuazione del reticolo idrografico oggetto di analisi, si rimanda alla visione della Tav.PAI/Idro01, allegato allo studio condotto dal Comune di Portoscuso.

4.4.3 Bacini di riferimento e parametri di calcolo

Per ciascuno dei corsi d'acqua elencati nel sottoparagrafo precedente si è provveduto ad individuare 1 o più sottobacini. In particolare i sottobacini sono stati individuati per i corsi d'acqua maggiormente significativi in corrispondenza di sezioni ritenute idrologicamente rappresentative.

Per l'individuazione dei sottobacini considerati nello studio, si rimanda alla visione della Tav.PAI/Idro02 "Carta dei bacini idrografici", allegato allo studio condotto dal Comune di Portoscuso.

Quindi per ciascun bacino e/o sottobacino si è provveduto ad individuare i parametri di calcolo necessari per poi procedere con le valutazioni idrologiche.

Parametri morfometrici

La valutazione dei parametri morfometrici è stata effettuata sulla base della cartografia tecnica regionale (CTR) in scala 1:10000 e del Modello Digitale Terrestre (DTM) con passo di campionamento di un metro.

I parametri analizzati sono stati i seguenti:

- superficie del bacino S (espressa in Km²);
- altitudine minima H₀ (espressa in m slm);
- altitudine media del bacino H_m (espressa in m slm e calcolata);
- pendenza media dei versanti del bacino drenante i_b;
- lunghezza dell'asta principale L (espressa in Km);
- pendenza media dell'asta principale i_m;

Capacità di deflusso dei suoli

La valutazione della capacità di deflusso dei suoli è stata condotta, in accordo con la metodologia prevista dalle linee guida del PAI, attraverso la valutazione dell'indice Curve Number (CN).

Questo indice è un numero adimensionale, compreso tra 0 (assenza di deflusso superficiale) e 100 (assenza di perdite per infiltrazione), funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e delle condizioni di umidità iniziali.

I suoli sono stati indagati sulla base del relativo strato informativo presente nel DB regionale (*geologiaAreali2008*), anche l'uso del suolo è stato indagato sulla base del relativo strato informativo presente nella stessa banca dati (*usoSuolo2008*).

Tempo di corrivazione

Il valore del tempo di corrivazione T_c è stato calcolato con le formulazioni del Soil Conservation Service, Ventura, Giandotti, Viparelli, Pasini e VAPI sottoelencate:

- Soil Conservation Service:

$$T_c = 1.67 * \frac{100 * L^{0.8} [(1000/CN) - 9]^{0.7}}{1900 * i_b^{0.5}} \text{ [minuti]}$$

L è la lunghezza dell'asta principale espressa in piedi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 17 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

- Formula di Ventura:

$$T_c = 0.1272 \left(\frac{A}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ [ore]}$$

- Formula di Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}} \text{ [ore]}$$

- Formula di Viparelli

$$T_c = \frac{L}{3.6V} \text{ [ore]}$$

dove è V la velocità media di scorrimento ed è stata assunta, a seconda del caso, pari a 1 m/s, 1.3 m/s, 1.5 m/s.

- Formula di Pasini

$$T_c = \frac{0.108(AL)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_m}} \text{ [ore]}$$

- Formula VAPI

$$T_c = 0.212A^{0.231} \left(\frac{H_m}{i_m} \right)^{0.289} \text{ [ore]}$$

dove:

A = area del bacino [Kmq];

L = lunghezza dell'asta principale del bacino [Km];

H_m = quota media del bacino [mslm];

H₀ = quota della sezione di chiusura del bacino [mslm];

i_m = pendenza media dell'asta principale del bacino;

i_b = pendenza media percentuale del bacino;

CN = Curve Number.

4.4.4 Valutazione delle portate massime di piena

Per la valutazione delle portate massima di piena, facendo riferimento alle metodologie riportate nel Rapporto Regionale Sardegna "Valutazione delle Piene in Sardegna", è stato utilizzato il metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica TCEV.

Per ragioni di sintesi, non si riporta la descrizione del metodo. A tal proposito per eventuali approfondimenti si rimanda alla visione del par.4.3 dell'elaborato: "Studio di Compatibilità idraulica – Relazione tecnica illustrativa (Gennaio 2016)", disponibile all'interno del sito internet del Comune di Portoscuso.

Quindi per ciascuna sezione idrologica di riferimento (di chiusura dei sottobacini in esame) sono state valutate le portate al colmo di piena relative ai tempi di ritorno di 50, 100, 200, e 500 anni, conformemente a quanto previsto nel PAI. I risultati delle elaborazioni idrologiche sono riportati nel capitolo 5 dell'elaborato sopra citato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 18 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

4.4.5 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state condotte per ciascun tronco d'alveo del reticolo idrografico ricadente nel territorio di Portoscuso riferendosi alla condizione di moto permanente, utilizzando il programma di calcolo HEC – RAS v. 4.0 realizzato dall'Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers.

Per l'individuazione delle sezioni idrauliche considerate nella modellazione, si rimanda alla visione della Tav.PAI/Idro03 "Carta della pericolosità", allegato allo studio condotto dal Comune di Portoscuso. Nella stessa tavola sono inoltre riportate le delimitazioni delle aree di esondazione (per i vari tempi di ritorno), sulla base delle quali sono state perimetrate le aree di pericolosità idraulica.

Invece i risultati di output del programma di calcolo delle verifiche idrauliche sono riportati nei seguenti elaborati allegati allo studio:

- Allegato A.1 – TABELLE DEI RISULTATI
- Allegato A.2 – SEZIONI IDRAULICHE
- Allegato A.3 – PROFILI IDRAULICI DI MOTO PERMANENTE

4.5 **Studio Comune Portoscuso – Risultati di interesse**

Facendo seguito a quanto riportato nel paragrafo precedente e relativamente al corso d'acqua Rio Flumentepido, nell'ambito dello Studio di Compatibilità idraulica redatto dal Comune di Portoscuso, sono stati individuati n.4 bacini (esattamente n.9, 10, 15 e 16) citati nella tabella seguente.

Tab.4.5/A: Rio Flumentepido – elenco dei bacini analizzati nello Studio del Com. Portoscuso

Corso d'acqua	Bac. N.	Descrizione del bacino	Sup. Bac. (kmq)
Rio Flumentepido	9	Bacino Rio Flumentepido con sezione di chiusura a monte della traversa in loc. Conca Is Angius	84,46
	10	Bacino Canale di Paringianu (Rio Flumentepido) con sezione di chiusura a valle del bacino di decantazione	87,19
	15	Bacino Canale di Paringianu (Rio Flumentepido) tratto terminale	102,11
	16	Bacino totale con sezione di chiusura alla foce del Rio Flumentepido	110,61

Nel caso specifico in esame, in considerazione della localizzazione dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto ed il corso d'acqua, il bacino idrologicamente più rappresentativo è il n.15 di cui alla Tab.4.5/A (evidenziato in tabella con campitura in grigio).

A tal proposito nella figura seguente si riporta uno stralcio estrapolato Tav.PAI/Idro02 "Carta dei bacini idrografici" con la delimitazione del bacino n.15 relativo allo studio condotto dal Comune di Portoscuso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 19 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

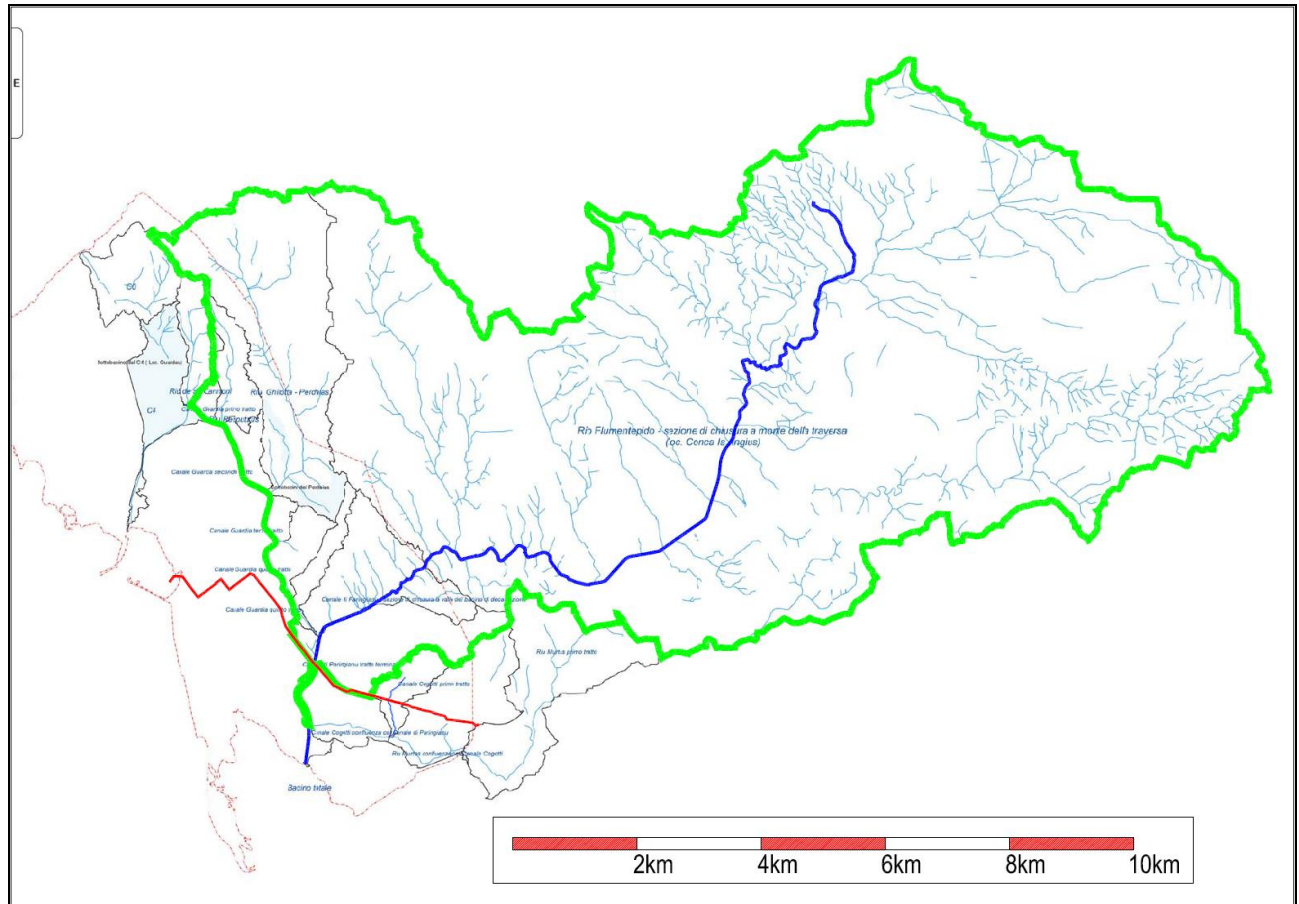


Fig.4.5/A: Stralcio Tav.PAI/Idro02, con delimitazione bacino n.15

Dall'analisi di confronto del bacino n.15 (di cui alla Fig.4.5/A) e il bacino sotteso dalla sezione di attraversamento del metanodotto (di cui alla Fig.4.3/A), si rileva che i bacini risultano sostanziale coincidenti.

Pertanto le valutazioni idrologiche effettuate per il bacino n.15 di cui allo studio del Comune di Portoscuso risultano rappresentative anche le per le valutazioni delle portate riferite alla sezione di attraversamento del metanodotto in progetto.

Nell'ambito dello studio condotto dal Comune di Portoscuso le valutazioni idrologiche riferite al bacino n.15 sono state sviluppate in considerazione del metodo razionale con basato sulla distribuzione TCEV e con tempo di corrivazione valutato con la formula di Viparelli. I risultati delle elaborazioni sono riportati nella tabella seguente.

Tab.4.5/B: Bacino n.15 - Portate di piena (c.f.r: tab.5.15.3 Studio Com. Portoscuso)

Formula	Q ₅₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]
RAZIONALE (basato sulla distribuzione TCEV) (T _c VIPARELLI e Ψ=)	190,98	227,61	264,43	313,21

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 20 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

4.6 Portate di riferimento

Si considerano come portate di riferimento, ai fini delle valutazioni di cui il presente elaborato (riferite alla sezione di attraversamento del metanodotto), le portate di piena associate ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni riferite al bacino n.15 dello Studio condotto dal Comune di Portoscuso (si veda la Tab.4.5/B).

Qui di seguito si riporta un prospetto riepilogativo delle portate.

Tab.4.6/A: Portate di riferimento - tabella riepilogativa

		TR	Sup. Bacino	Qprogetto	qmax
			(kmq)	(mc/s)	(mc/s*kmq)
Sezione Idrologica					
R. Flumentepido	Sez. di studio (Attrav Met. DN 650)	50	102	190.98	1.87
R. Flumentepido	Sez. di studio (Attrav Met. DN 650)	100	102	227.61	2.23
R. Flumentepido	Sez. di studio (Attrav Met. DN 650)	200	102	264.43	2.59
R. Flumentepido	Sez. di studio (Attrav Met. DN 650)	500	102	313.21	3.07

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 21 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

5 VALUTAZIONI IDRAULICHE

5.1 Premessa

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) in considerazione di una generica portata o idrogramma di piena in uno o più ambiti di studio del corso d'acqua.

In generale le finalità ultime degli studi idraulici sono rappresentate dalla valutazione dei battenti idraulici in un tronco d'alveo e dall'individuazione delle eventuali fasce di esondazione e dei relativi tiranti idraulici, in concomitanza di prestabiliti eventi di piena.

Relativamente agli attraversamenti in subalveo da parte di metanodotti, le verifiche idrauliche sono invece finalizzate principalmente all'individuazione dei parametri idraulici di deflusso necessari per la valutazione delle erosioni in alveo nell'ambito d'attraversamento. Ciò con lo scopo di determinare i valori di copertura in alveo della condotta che assicurino gli adeguati margini di sicurezza nei confronti dei processi erosivi del letto fluviale, relativamente a tutta la vita utile dell'opera.

5.2 Considerazioni specifiche

Il Comune di Portoscuso ha sviluppato uno Studio di compatibilità idraulica sul reticolo idrografico insistente sul proprio territorio (ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.d.A. del PAI) con lo scopo di adeguare Piano Urbanistico Comunale (PUC) alla disciplina del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna. I risultati dello studio (ai fini delle delimitazioni delle aree censite a pericolosità idraulica) sono stati recepiti nel PAI del bacino regionale, tramite una variante effettuata ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle N.d.A.

L'ambito di attraversamento del metanodotto in progetto ricade all'interno dei tratti fluviali analizzati dello studio sopramenzionato, onde per cui per le valutazioni idrauliche relative ambito specifico in esame, si è deciso di riferirsi esplicitamente ai risultati dello "studio ufficiale" prodotto dal Comune di Portoscuso.

È opportuno evidenziare che lo studio risulta pertinente sia configurazione idraulica del corso d'acqua antecedente ai lavori, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni morfologiche e/o dello stato dei luoghi tali da modificarne le condizioni di deflusso della corrente.

5.3 Studio Comune Portoscuso – Sintesi sulle elaborazioni

Per la descrizione delle metodologie delle elaborazioni idrologiche ed idrauliche utilizzate nello studio redatto dal Comune di Portoscuso si rimanda a quanto riportato nel par.4.4 del presente elaborato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 22 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

5.4 Assetto geometrico della modellazione idraulica

Per la modellazione del tronco d'alveo in esame nel presente elaborato, nell'ambito della modellazione idraulica condotto nello studio condotto del comune di Portoscuso sono state considerate una serie di sezioni trasversali le cui ubicazioni sono riportate nella figura seguente (estrapolata dalla Tav.PAI/Idro04 "Carta della pericolosità idraulica – particolari urbani).

Nello stralcio planimetrico (in scala 1:10.000) è stata inserita anche la dislocazione del metanodotto in progetto (tramite una linea in rosso).

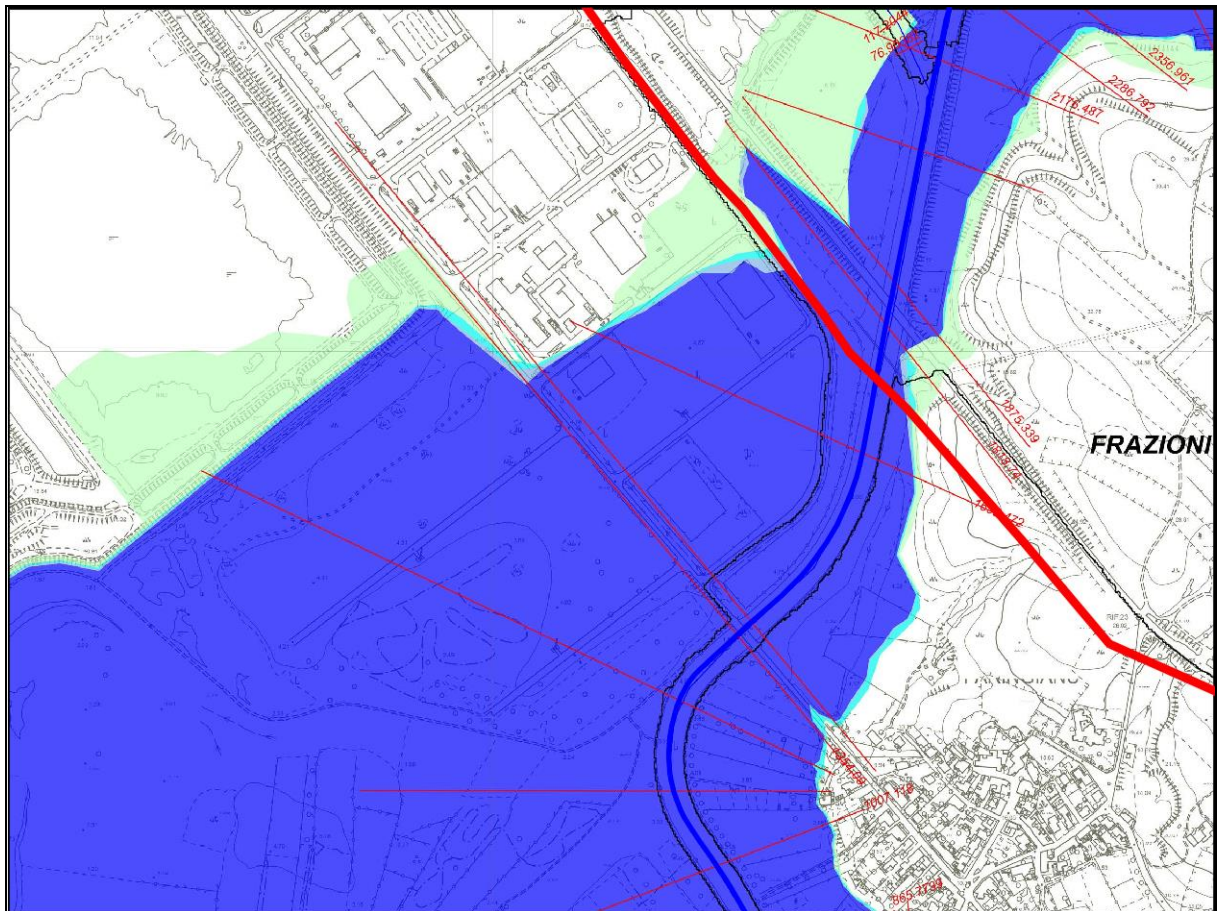


Fig.5.4/A: Modellazione geometrica dell'alveo nel tronco fluviale in esame

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'ambito di attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto ricade tra le River Station: RS1818.74 e RS1652.472.

5.5 Risultati della simulazione idraulica

I risultati della simulazione idraulica, intesi come delimitazione delle aree inondabili per le diverse piene analizzate, sono stati riportati direttamente nella Fig.5.4/A. Le stesse delimitazioni sono state recepite nel PAI-Sardegna, ai sensi sono state ai sensi dell'art.37 comma 3 delle Norme di Attuazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 23 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Qui di seguito, invece, si riporta una tabella riepilogativa delle simulazioni idrauliche (output tabellare del programma di calcolo) relativa ad un tronco d'alveo significativo a cavallo della sezione di attraversamento.

Ossia vengono prese in esame le sezioni ricadenti nel tratto fluviale che si sviluppa dalla RS2054.987 (sezione immediatamente a valle della confluenza del canale di guardia e dunque localizzata a monte della strada provinciale S.P.n.2) alla RS1370 (sezione del ponte della strada provinciale S.P.n.75bis), le quali risultano quelle idonee per rappresentare l'ambito fluviale in esame nel presente elaborato.

In particolare, nella tabella seguente sono riportate, per ciascuna sezione e per ciascuna portata considerata, la quota minima del fondo alveo, la quota del pelo libero, la velocità di deflusso in alveo e la superficie della sezione idrica di deflusso e l'ampiezza dell'area inondabile.

Tab.5.5/A: Parametri di deflusso caratteristici nelle sezioni rappresentative dell'ambito in esame

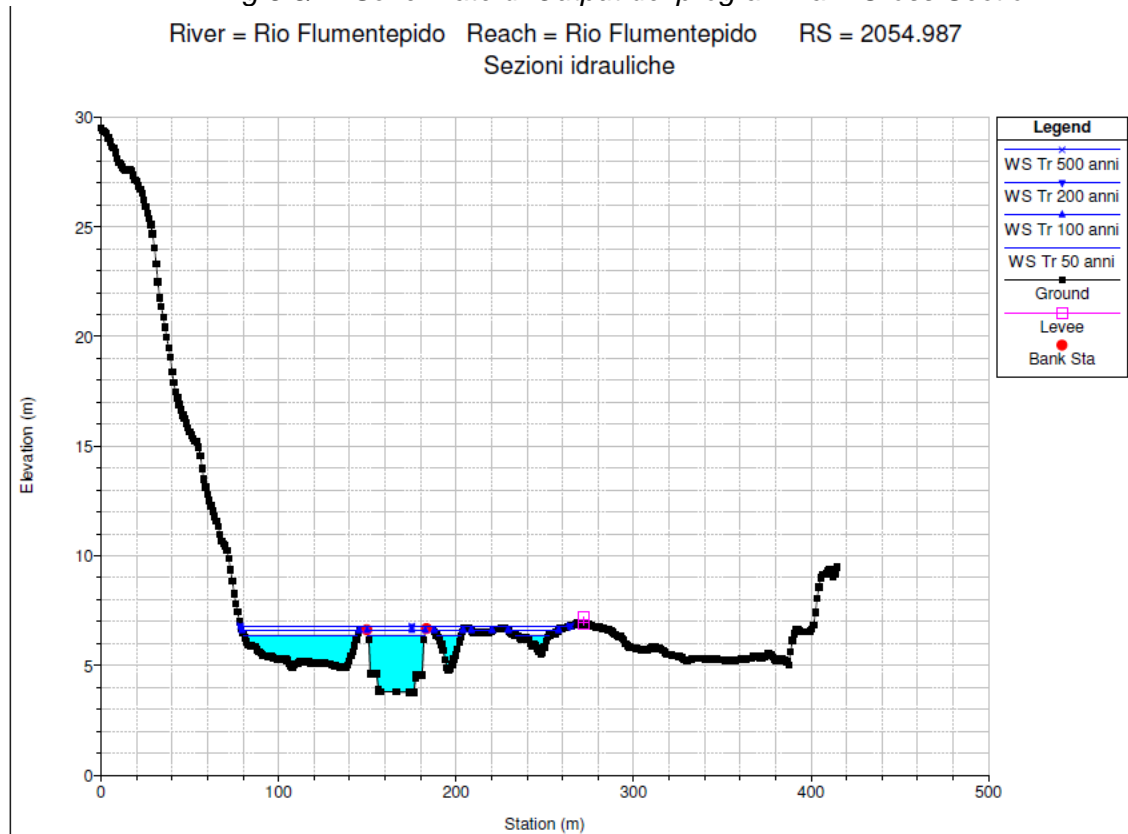
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Flumentepido	2054.987	Tr 50 anni	190.98	3.78	6.38	5.69	6.53	0.003672	1.97	157.97	128.94	0.42
Rio Flumentepido	2054.987	Tr 100 anni	227.61	3.78	6.59	5.84	6.75	0.003603	2.03	188.20	155.88	0.42
Rio Flumentepido	2054.987	Tr 200 anni	264.43	3.78	6.78	5.98	6.95	0.003644	2.12	221.09	185.41	0.43
Rio Flumentepido	2054.987	Tr 500 anni	313.21	3.78	6.80	6.14	7.02	0.004946	2.48	224.34	185.90	0.50
Rio Flumentepido	1875.339	Tr 50 anni	190.98	3.16	5.87	4.78	5.99	0.002426	1.68	169.11	145.44	0.35
Rio Flumentepido	1875.339	Tr 100 anni	227.61	3.16	6.08	4.98	6.21	0.002442	1.76	201.68	159.79	0.35
Rio Flumentepido	1875.339	Tr 200 anni	264.43	3.16	6.27	5.20	6.41	0.002458	1.84	232.89	174.37	0.36
Rio Flumentepido	1875.339	Tr 500 anni	313.21	3.16	6.56	5.46	6.61	0.001094	1.31	530.73	385.64	0.24
Rio Flumentepido	1850	Bridge										
Rio Flumentepido	1818.74	Tr 50 anni	190.98	2.96	5.62		5.67	0.002108	1.28	268.80	265.56	0.27
Rio Flumentepido	1818.74	Tr 100 anni	227.61	2.96	5.79		5.84	0.002113	1.32	314.72	280.59	0.27
Rio Flumentepido	1818.74	Tr 200 anni	264.43	2.96	5.91		5.97	0.002214	1.38	351.27	290.68	0.28
Rio Flumentepido	1818.74	Tr 500 anni	313.21	2.96	6.06		6.12	0.002392	1.47	393.01	305.11	0.29
Rio Flumentepido	1652.472	Tr 50 anni	190.98	2.36	4.91		5.10	0.006245	2.12	129.07	212.71	0.46
Rio Flumentepido	1652.472	Tr 100 anni	227.61	2.36	5.07	4.23	5.26	0.006396	2.22	174.65	368.13	0.47
Rio Flumentepido	1652.472	Tr 200 anni	264.43	2.36	5.22		5.40	0.005858	2.20	235.14	415.30	0.45
Rio Flumentepido	1652.472	Tr 500 anni	313.21	2.36	5.46		5.58	0.004553	1.97	336.90	439.77	0.40
Rio Flumentepido	1379.425	Tr 50 anni	190.98	1.34	4.57	3.27	4.59	0.000769	0.91	506.70	577.79	0.17
Rio Flumentepido	1379.425	Tr 100 anni	227.61	1.34	4.76	3.40	4.78	0.000696	0.90	619.10	591.97	0.17
Rio Flumentepido	1379.425	Tr 200 anni	264.43	1.34	4.96	3.45	4.97	0.000604	0.88	735.56	605.53	0.16
Rio Flumentepido	1379.425	Tr 500 anni	313.21	1.34	5.22	3.76	5.24	0.000511	0.85	899.70	628.65	0.14
Rio Flumentepido	1370	Bridge										

Nella figura seguente si riportano le schermate di output relative alle varie sezioni idrauliche del tronco d'alveo rappresentativo per l'ambito di attraversamento fluviale in esame.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 24 di 42	Rev. 0

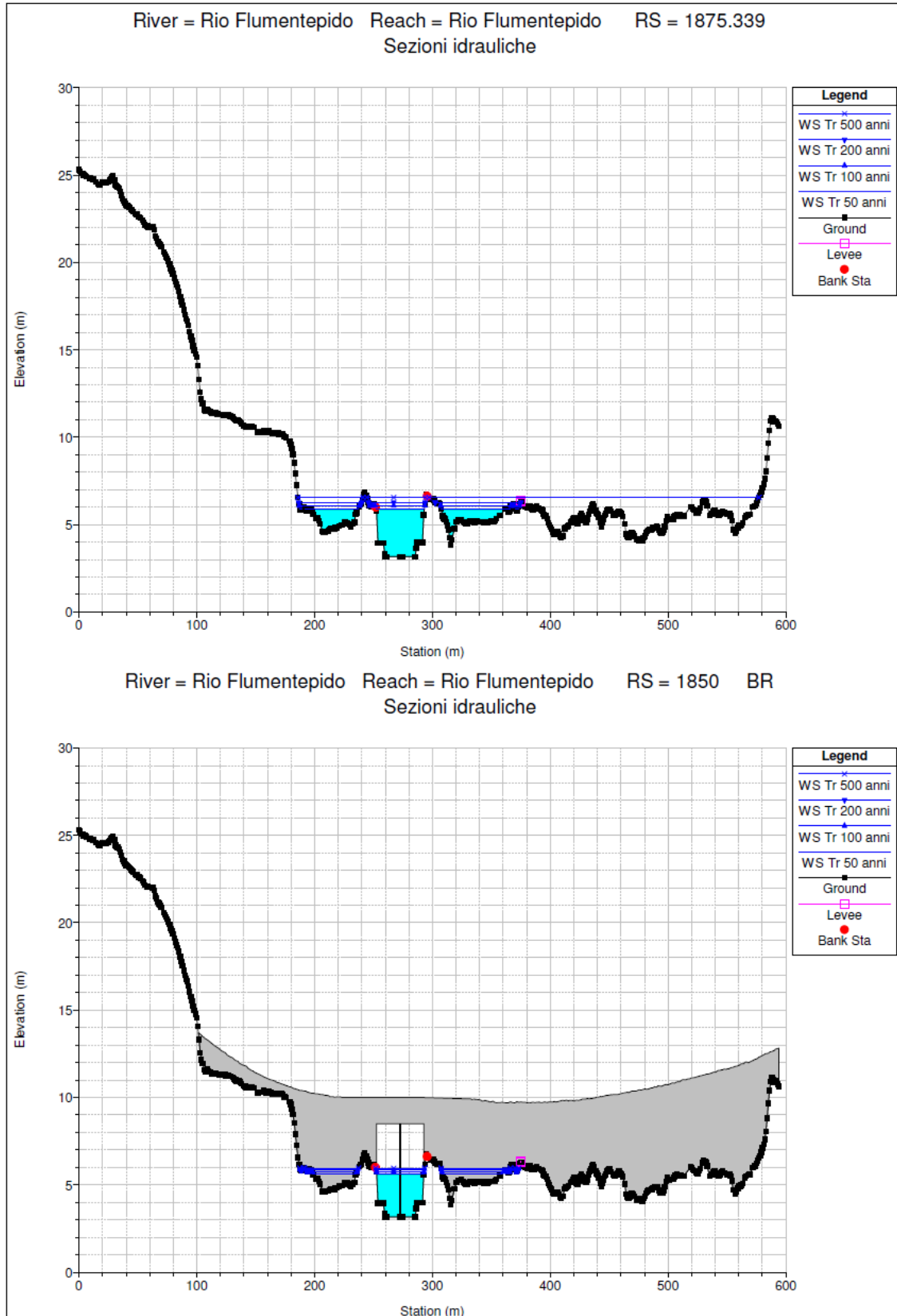
Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Fig.5.5/A: Schermate di Output del programma – Cross Section



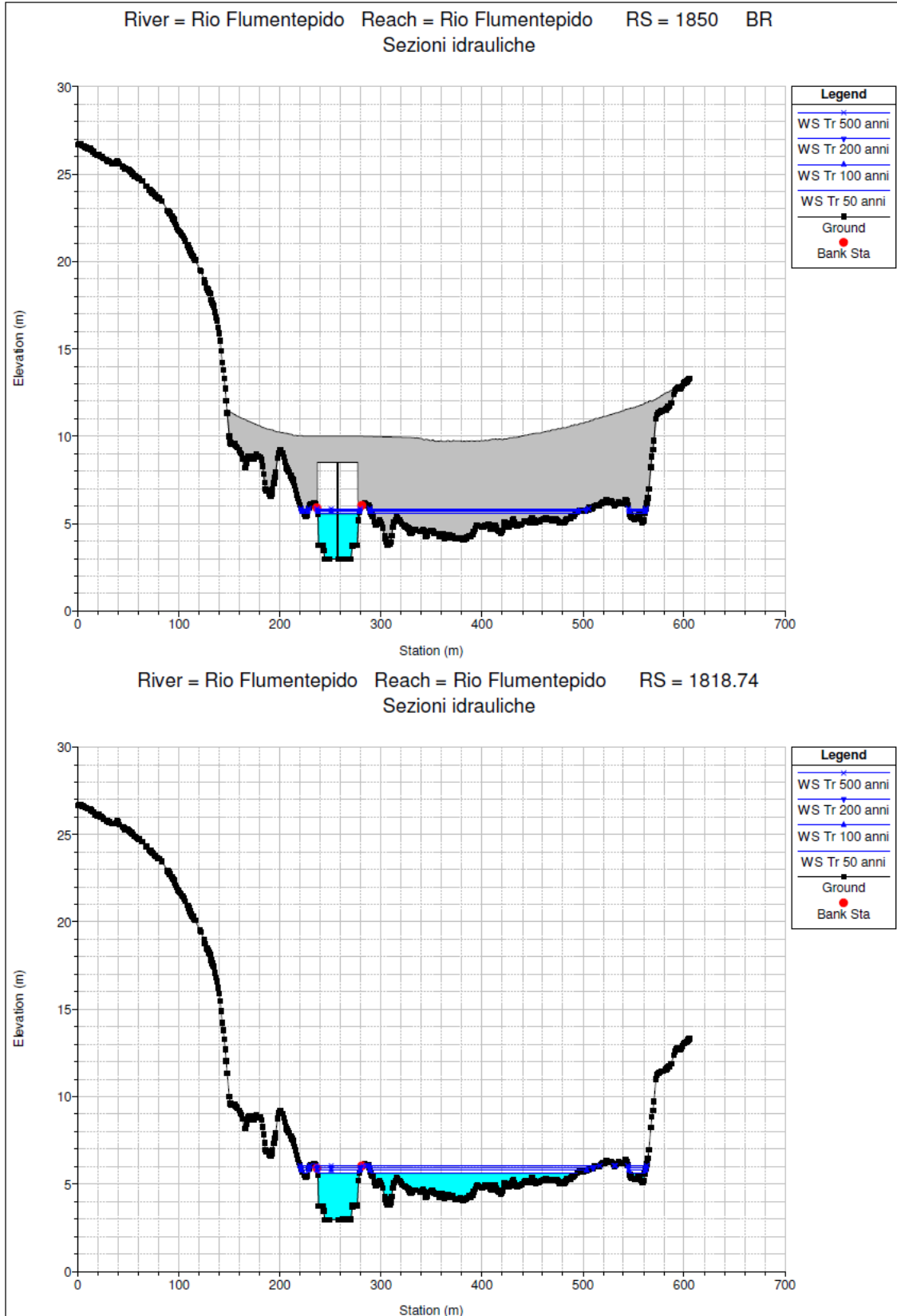
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 25 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040



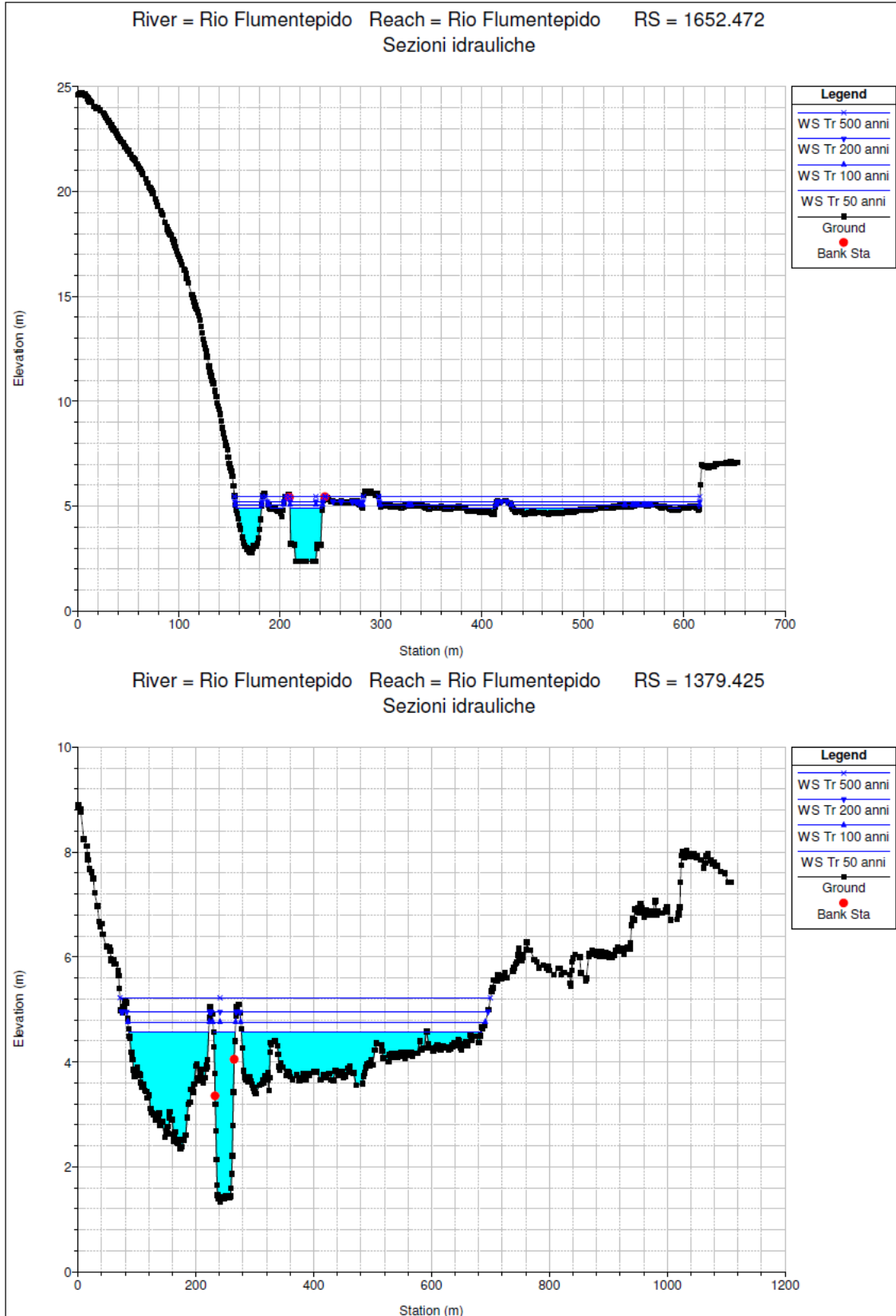
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 26 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040



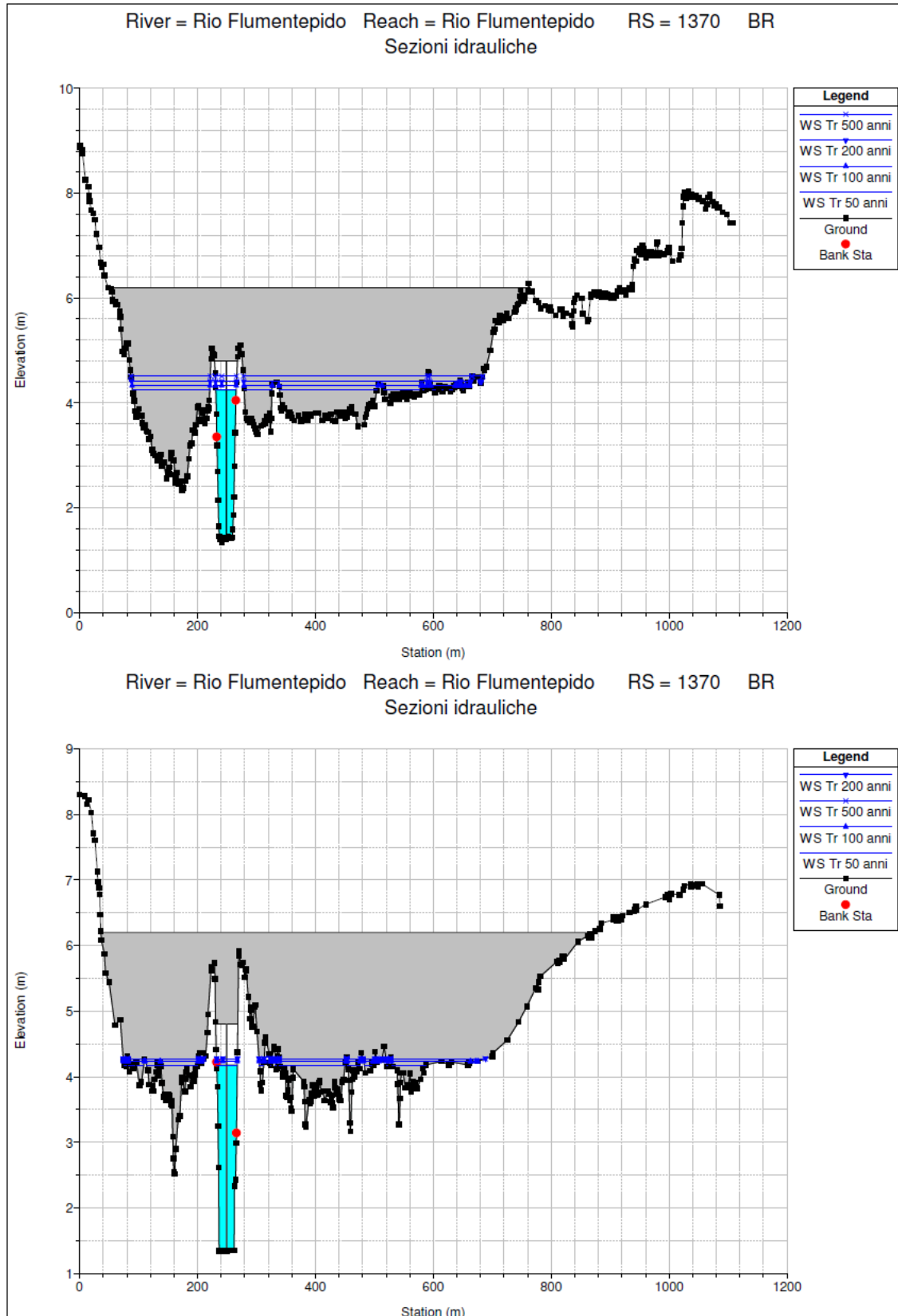
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 27 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 28 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 29 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

6.1 Generalità

Nel caso specifico, poiché l'alveo del corso d'acqua nel tratto in esame risulta completamente presidiato da un rivestimento in c.a., la valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo perde completamente di significato.

Pertanto non risulta necessario effettuare tale valutazione, in quando gli scalzamenti attesi in alveo sono da ritenere nulli.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 30 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

La definizione del progetto dell'attraversamento in esame è stata effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, condotte nell'ambito specifico d'intervento.

In particolare, in considerazione delle caratteristiche del corso d'acqua e dei risultati delle valutazioni conseguiti, sono state definite le scelte progettuali inerenti ai punti qui di seguito elencati:

- la metodologia costruttiva per la realizzazione dell'opera;
- la geometria di posa "in subalveo", con particolare riferimento alla profondità di posa;
- le caratteristiche dimensionali e tipologiche delle opere di difesa idraulica.

7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

La scelta del sistema di posa in subalveo della condotta, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di significativa importanza, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia nella fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta in progetto quanto per la configurazione d'alveo del corso d'acqua (fondo, sponde ed eventuali manufatti esistenti).

Nello specifico, l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto".

Infatti, in attraversamenti come quello in esame, che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde quali argini, strade, ferrovie e sottoservizi significativi), la posa di una condotta mediante scavi e successivi rinterri è il sistema più frequentemente utilizzato. Ciò in considerazione della sua versatilità costruttiva, della semplicità nell'organizzazione delle fasi di lavoro e della possibilità di adattare la geometria della condotta a quella della sezione di attraversamento. Inoltre, ostacoli incontrati nelle fasi di scavo, o variazioni di progetto in corso d'opera, generalmente non sono tali da inficiarne la fattibilità o la corretta esecuzione.

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

- nello scavo di una trincea lungo il profilo d'attraversamento fino al raggiungimento delle quote di posa;
- nel successivo alloggiamento della colonna di condotta (precedentemente preassemblata fuori dall'ambito fluviale) nel fondo-scavo;
- infine nel rinterro degli scavi, con il medesimo materiale di scavo (precedentemente accantonato), per il ripristino morfologico dell'area, ivi comprese la realizzazione e/o ripristino di eventuali opere di protezione idraulica.

In relazione alle specifiche caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, al periodo climatico di esecuzione, ai volumi di deflusso attesi nel corso delle operazioni esecutive ed alla durata delle stesse, la sequenza operativa dei lavori può essere articolata con uno dei seguenti modi:

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 31 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di “secca” o di magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;

- lavori per “fasi chiuse”; tale procedura prevede che si completi ogni fase prima dell’inizio della successiva; eseguendo in progressione scavo, posa della condotta e rinterri; questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è necessario garantire lo smaltimento di un’eventuale portata non trascurabile, che dovesse manifestarsi durante la costruzione.

Preliminarmente alla fase di scavo verranno in generale realizzati dei by-pass, costituiti tomboni e/o da argini, ture ecc., per consentire il normale deflusso delle acque.

Per i corsi d’acqua ampi e/o con deflusso significativo di acqua, i lavori verranno eseguiti per tratti successivi. In questo caso anche gli interventi temporanei di deviazione del flusso verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli.

Al termine dei lavori tutte le eventuali opere di deviazione e di regimentazione temporanea del deflusso idraulico verranno rimosse e verrà integralmente ripristinata la configurazione dell’alveo preesistente.

Si precisa inoltre che durante le fasi operative i mezzi ed il personale presenti in alveo saranno quelli strettamente necessari per l’esecuzione dei lavori, con deposito dei materiali e delle attrezzature fuori dall’ambito fluviale. Ciò con lo scopo di agevolare il rapido allontanamento dei mezzi e del personale dall’ambito fluviale in caso di manifestazione di un evento di piena significativo. In ogni caso le procedure di sicurezza connesse a sistemi di preallertamento e alle disposizioni operative in caso di manifestazione di eventi di piena verranno stabilite nel PSC.

I tempi operativi saranno quelli strettamente necessari per lo svolgimento dei lavori, individuando il periodo d’intervento in considerazione delle peculiarità idrologiche stagionali del corso d’acqua.

Si pone in evidenza, infine, che al completamento dei lavori necessari per dare l’opera finita, si ristabilirà l’originale conformazione plano-altimetrica delle aree interessate, senza alcuna modificazione della configurazione d’alveo del corso d’acqua. In tal modo, l’intervento in progetto non apporterà alterazioni alle condizioni morfologiche ed idrauliche esistenti del corso d’acqua. Considerata inoltre la natura dei lavori, non si prevede alcuna variazione delle condizioni di scabrezza dei terreni e pertanto non si darà luogo ad alcuna alterazione della capacità di laminazione naturale dell’alveo e della portata naturalmente rilasciata a valle: l’opera risulta ininfluenza sulle condizioni di smaltimento delle portate del corso d’acqua.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 32 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati conseguiti negli studi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3m (riferita alla generatrice superiore del tubo, nei confronti della quota minima dell'alveo).

Detta profondità di posa della condotta, unitamente alle tipologie di opere di presidio d'alveo previste, assicurano la sicurezza dell'infrastruttura lineare per tutto il periodo d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

Opere di ripristino

Nel caso in esame per la posa della condotta risulta necessario prevedere la demolizione del rivestimento in c.a. esistente del corso d'acqua, per una fascia strettamente necessaria.

Alla luce di quanto evidenziato, le opere di difesa idraulica previste nell'ambito consistono nel:

- Rifacimento del rivestimento d'alveo in c.a., con medesime caratteristiche tipologiche e dimensionali di quello esistente prima dei lavori;

Detti interventi assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso (presidio idraulico nei confronti dei potenziali fenomeni erosivi in concomitanza ad eventi di piena).

I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area interessata dai lavori. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e l'eventuale messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

Si precisa tuttavia che, per un esame di dettaglio della configurazione tipologica e dimensionale delle opere in progetto e del profilo geometrico della condotta in subalveo, si rimanda alla visione del disegno di attraversamento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 33 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

8 VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Premessa

8.1.1 Normativa di riferimento

Per la progettazione dell'opera e per le analisi di compatibilità si è fatto riferimento agli strumenti normativi e documenti tecnici qui di seguito elencati:

Criteri generali di progettazione del metanodotto

DM 17 aprile 2008 del Ministero dello Sviluppo Economico - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.

Pianificazione territoriale di settore

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Unico Regionale - Sardegna, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge 180/1998, approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.07.2006. Norme di attuazione testo coordinato "Giugno 2020";

Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), redatto in recepimento della direttiva 2007/60/CE e del relativo D.Lgs. 23/02/2010 n. 49, predisposto, revisionato e aggiornato dall'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016;

Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) - adottato in via definitiva dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013;

Pianificazione territoriale di competenza comunale

Comune di Portoscuso - "Studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) di Portoscuso ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione (N.d.A.) del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologica (P.A.I.)" approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna n. 5 del 17 maggio 2016;

8.1.2 Norme di Attuazione PAI-PGRA (testo coordinato) – Sintesi dei contenuti

Nell'art.1 (Finalità e contenuti del PAI), comma 3 delle N.d.A. sono elencate le finalità del PAI nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana.

L'art.2, comma 2, lettera c. cita: il PAI disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A.

Nell'ambito dell'art.8, comma 2, vengono disciplinate le modalità di esecuzione degli studi a livello comunale per l'adeguamento dei piani urbanistici comunali relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico. Detti studi vengono successivamente recepite nel PAI, con le procedure delle varianti (ai sensi dell'art.37 delle N.d.A.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 34 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Nell'articolo 21 vengono stabiliti gli: Indirizzi per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture.

In particolare, nel comma 2 si cita: Per le opere di attraversamento trasversale di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali di cui al precedente comma:

- a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;
- b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;
- c. prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme e il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;

L'art.23, comma 6 cita: Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto:

- a. se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;
- b. subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dai rispettivi articoli prima del provvedimento di approvazione del progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9.

Il comma 9 dell'art.23 riporta: Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:

- a. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;
- c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
- d. non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;
- e. limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;
- g. salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;
- h. non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;
- i. adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;
- l. non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 35 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

- n. garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- o. garantire coerenza con i piani di protezione civile.

Nell'art.24 vengono stabiliti i criteri per la redazione degli studi di compatibilità idraulica. In particolare, il comma 5 cita: Lo studio di compatibilità idraulica è predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato E alle presenti norme.

Nell'art.27 si riporta la "Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)". In particolare, nel comma 3 lettera g. si cita:

In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- g le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;

Negli articoli 28, 29 e 30 vengono disciplinate rispettivamente: le aree di pericolosità idraulica elevata (Hi3), le aree di pericolosità idraulica media (Hi2), aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1). Ovviamente, man mano che si scende con il livello di pericolosità, la disciplina prescrittiva diviene meno restrittiva.

Infine, nel titolo V vengono riportate le Norme in materia di coordinamento tra Il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 36 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

8.2 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del corso d'acqua (indicato con un cerchio in giallo) e più in generale con le aree censite a pericolosità idraulica (riportate mediante campiture semi-trasparenti di varia colorazione).

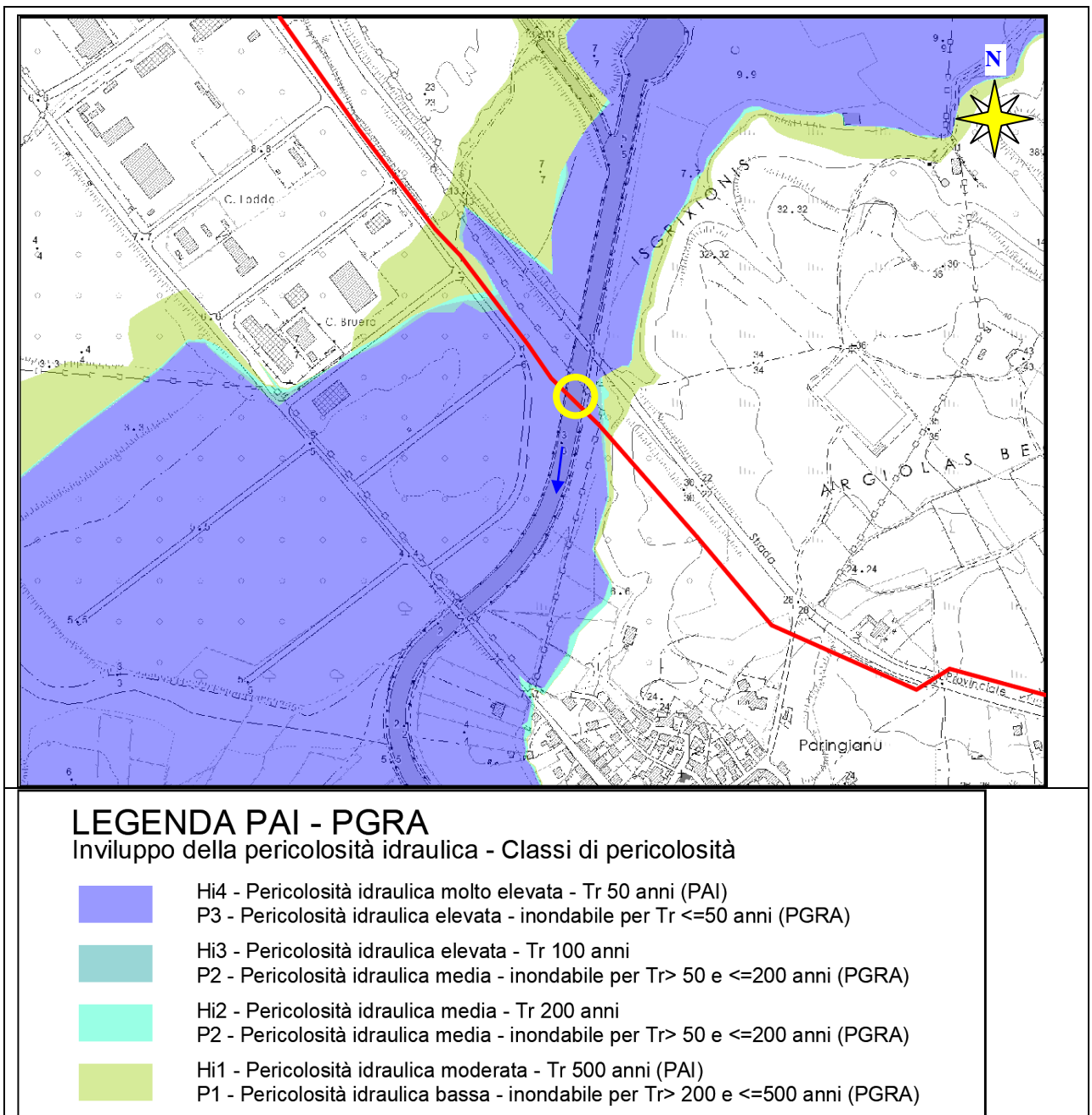


Fig.8.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree inondabili del corso d'acqua

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 37 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il tracciato del metanodotto in progetto in corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (indicato schematicamente mediante un cerchio in giallo) ricade in un ambito censito a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4).

Fuori dall'alveo del corso d'acqua (dove la condotta verrà comunque posizionata mediante la tradizionale tecnica degli "scavi a cielo aperto"), il tracciato del metanodotto continua a svilupparsi (sia in sinistra, che in destra idrografica) per tratti di lunghezza significativa entro delle porzioni di territorio potenzialmente inondabili, censite progressivamente da pericolosità molto elevata (Hi4) a moderata (Hi1).

8.3 Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica

8.3.1 Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del PAI, risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con aree censite di pericolosità idraulica.

Pertanto, si pone in evidenza che le interferenze in esame consistono nell'attraversamento dell'alveo e delle pertinenze di un corso d'acqua da parte di una condotta in sotterraneo, con coperture di ricoprimento superiori a 1m. Pertanto, ai sensi dell'art.21, comma 2, lettera c e dell'art.27, lettera g delle N.d.A. del PAI, nello specifico non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica.

Ciò nonostante, si è ritenuto comunque di sviluppare il presente elaborato con lo scopo di illustrare agli enti competenti gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di un metanodotto, dunque di un'opera completamente interrata che, essendo costituito da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o allagamento dell'area.

Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto, anche in occasione delle piene eccezionali del corso d'acqua, non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene e/o riduzione della capacità di invaso.

La costruzione della infrastruttura lineare, inoltre, non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo, né azioni di esproprio; ma unicamente una servitù di una stretta fascia a cavallo dell'asse della tubazione, lasciando dunque inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo dei fondi.

Pertanto, in ragione di quanto esposto, si ritiene che la costruzione dell'opera non determini alcun mutamento significativo sulle condizioni idrologiche ed idrauliche nell'ambito fluviale interessato dall'attraversamento.

Infine, in considerazione della tipologia di opera (tubazione interrata) non si prevede alcun incremento del carico insediativo nell'area di intervento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 38 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

8.3.2 Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di attraversamento dell'alveo

Entrando in maggior dettaglio in merito agli aspetti connessi alla specifica interferenza idraulica in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua, dove la posa della condotta è prevista mediante "scavi a cielo aperto", si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (che nello specifico consistono nella ricostituzione del rivestimento d'alveo esistente in c.a.) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;
- La configurazione geometrica della condotta nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

In ragione delle scelte progettuali e del sistema d'attraversamento, si possono dunque esprimere le seguenti considerazioni inerenti alle interferenze con la dinamica fluviale del corso d'acqua:

1. *Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena*
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'involuppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*
La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esonazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*
L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione d'opere di ripristino le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.
4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*
Gli interventi previsti non costituiscono elementi d'interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale), in quanto le opere sono finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo ed al presidio idraulico nei confronti di potenziali fenomeni erosivi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 39 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Le caratteristiche tipologiche delle opere previste si inseriscono perfettamente nel contesto naturale esistente.

5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
 Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera "irreversibile" l'attuale assetto paesaggistico. Condizioni d'impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

8.3.3 Considerazioni specifiche inerenti ai tratti di percorrenza di linea delle aree inondabili

Infine relativamente ai tratti del tracciato ricadenti esternamente dall'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno di aree censite di pericolosità idraulica (dove il metanodotto verrà posizionato mediante scavi a cielo aperto) si evidenzia quanto segue.

Queste interferenze riguardano delle porzioni di territorio che rappresentano delle aree di laminazione del corso d'acqua in occasione di piene eccezionali ed in quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

A tal proposito si mette in evidenza che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata ed essendo costituito da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o di allagamento dell'area.

L'intervento prevede il completo interrimento della tubazione (alla profondità di almeno 1,5 m nei confronti del piano campagna, salvo eventuali tratti a copertura ulteriormente maggiorata) e l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate dai lavori.

In detti ambiti non sono previste modifiche circa lo stato dei luoghi, trasformazioni del territorio e/o cambiamenti di destinazione d'uso dei fondi. Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori ed eventuali sfiati in corrispondenza degli attraversamenti stradali e pertanto non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene del corso d'acqua e/o riduzione della capacità di invaso, né tantomeno alterazioni all'eventuale deflusso in occasione delle piene eccezionali.

8.4 **Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica**

Alla luce di quanto evidenziato si ritiene che, in riferimento alle specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e alle scelte progettuali effettuate nell'ambito in esame (metodologie costruttive e configurazione geometrica della condotta), l'intervento in progetto:

- non introduca alcun elemento di ostacolo al libero deflusso e dunque non determini alcuna alterazione del regime attuale di deflusso delle acque;
- non determini l'inserimento di elementi di riduzione della capacità di laminazione e di invaso in corrispondenza delle aree potenzialmente inondabili dalle piene del corso d'acqua;
- non comporti l'alterazione delle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 40 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

- non implichi alcuna forma di trasformazione dello stato dei luoghi del territorio e non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo;
- non determini alcun incremento dei livelli di pericolosità;
- non determini alcun aggravio delle condizioni di rischio nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno provochi degli aggravamenti delle condizioni di rischio per le aree esterne a quella d'intervento;
- non introduca elementi di impedimento per l'eventuale realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio nell'ambito fluviale in esame.

In conclusione, si ritiene che l'opera in progetto sia stata progettata nell'ambito in esame in maniera congruente con i requisiti, le disposizioni e le finalità stabilite nelle Norme di Attuazione del PAI e pertanto **COMPATIBILE** con il contesto idraulico dell'ambito d'intervento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 41 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

9 CONCLUSIONI

ENURA, nell'ambito del progetto generale "Virtual Pipeline Sardegna - Rete Energetica di Portovesme", intende realizzare un metanodotto denominato "Collegamento FRSU Portovesme", DN 650 (26") - DP 75bar, il quale interseca l'alveo del Rio Flumentepido di Portoscuso (CI), in prossimità della località Paringianu.

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per l'attraversamento in esame (metodologia costruttiva, profilo di posa in subalveo della condotta, eventuali opere di ripristino) sono state eseguite specifiche valutazioni di tipo geomorfologico, idrologico ed idraulico.

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento mediante "scavi a cielo aperto", con posizionamento della condotta in progetto con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

In aggiunta sono state previste delle opere di protezione idraulica dell'alveo (ricostituzione del rivestimento d'alveo in c.a. preesistente), con lo scopo di ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori. Gli interventi di progetto assicurano dunque il ripristino della configurazione d'alveo preesistente e garantiscono inoltre le adeguate condizioni di sicurezza della condotta, per tutto il periodo di esercizio. Le opere previste, essendo di ripristino della configurazione attuale, non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua e non determinano delle variazioni all'assetto plano-altimetrico preesistente del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale).

Nelle analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree perimetrare nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Unico Regionale – Sardegna, si è rilevato che in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua il tracciato del metanodotto interferisce con delle aree censite di pericolosità idraulica, ai sensi del PAI.

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento in progetto non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi, non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo e pertanto non introduce alterazioni al regime attuale di deflusso delle acque e/o riduzioni delle capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua.

Pertanto si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti allo specifico attraversamento possano essere ritenute COMPATIBILI con le disposizioni contenute nelle Norme di Attuazione del PAI.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/E19001	UNITA'
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-CIV-E-00010	
	PROGETTO VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA – RETE ENERGETICA DI PORTOVESME	Fg. 42 di 42	Rev. 0

Rif. TPIDL: 201969C-200-RT-3220-0040

Appendice 1: Colonne Stratigrafiche dei sondaggi



SONDAGGIO S4P Redattore Geol. Francesco Farfoglio	OGGETTO: VIRTUAL PIPELINE SARDEGNA - RETE ENERGETICA TRATTO SUD "Collegamento FSRU Portovesme DN650 (26") DP 75 bar"	Ordine n°: IP1342 Quota Bocca Foro s.l.m.: 8 m (*)	Scala 1:75 Pag. 1/1
Operatore Sig. Giuseppe Fangano	Profondità raggiunta 15,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica	Inizio/Fine Esecuzione 12/03/2021 - 12/03/2021
		Tipo Sonda MUSTANG A-66	Coordinate X: 39.180912° N Y: 8.425904° E

Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Quota falda acquifera	S.P.T.	Prelievo Campioni	Carotera Carotiere	Pocket Penetrometer Kg/cm²	Scissometro Tascabile N/cm²	Strum. Geotecniche
1		Suolo agrario costituito da sabbia debolmente limosa di colore bruno.	0.70									
2		Sabbia limosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro, verso il basso di colorazione grigio-biancastra, presenza di clasti eterometrici ed eterogenei a spigoli vivi.										
3												
4			4.20									
5		Limo argilloso sabbioso di colore bruno, mediamente consistente, con all'interno sporadici elementi litici biancastr, sub-arrottonati, di dimensioni da millimetrici a centimetrici.										
6												
7												
8			8.00									
9		Sabbia limosa di colore grigio-beige, a grana media, da sciolta a poco addensata.										
10		Argilla limosa di colore grigio scuro, a media consistenza.										
11												
12			12.20									
13		Limo argilloso sabbioso di colore bruno, mediamente consistente, con all'interno sporadici elementi litici biancastr, sub-arrottonati, di dimensioni da millimetrici a centimetrici.										
14		Da m 12.30 a m 12.60 livello di ghiaie e ciottoli, sub-arrottonati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche.										
15			15.00									

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, **Cassette catalogatrici N° 3**, Redattore
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Corona: W-Widia, D-Diamantata Campioni: CI (indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CL (litoide) - CA (ambientale)
 (*) quota rilevata da Google Earth