

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 1 di 31	Rev. 0

Progetto:

RIFACIMENTO METANODOTTO SANSEPOLCRO – FOLIGNO
E OPERE CONNESSE

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

ATTRAVERSAMENTO TORRENTE RIO GRANDE
CON MICROTUNNEL

IN COMUNE DI PERUGIA (PG)



Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
0	Emissione	Polloni	Battisti	Luminari	30.09.2021

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 2 di 31	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	Generalità	3
1.2	Attraversamento T. Rio Grande	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	CARATTERISTICHE FISICHE DELL'AREA.....	9
3.1	Inquadramento geomorfologico e idrografico	9
3.2	Caratteristiche litostratigrafiche	13
4	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	15
4.1	Generalità	15
4.2	Caratteristiche idrologiche.....	16
4.3	Caratteristiche idrauliche	16
4.4	Ricostruzione dei livelli di piena locali	18
4.4.1	Generalità	18
4.4.2	Ricostruzione dei livelli di piena	18
4.4.3	Risultati della modellazione	19
4.4.4	Risultati delle verifiche di stabilità planimetrica e altimetrica.....	22
5	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO	24
5.1	Attraversamento T. Rio Grande con Microtunnel	24
5.2	Caratteristiche del MT in progetto	25
6	CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	26
6.1	Normativa di riferimento PAI/PGRAAC.....	26
6.2	Compatibilità idraulica.....	27
7	CONCLUSIONI.....	29
	ALLEGATI E ANNESSI	31
	ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI	31

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 3 di 31	Rev. 0

1 PREMESSA

1.1 Generalità

Il tracciato del *Metanodotto Sansepolcro - Foligno DN 400 (16") -DP 75 bar* si snoda per la stragrande maggioranza del suo sviluppo nella piana alluvionale del F. Tevere e lungo la Piana Umbra, intersecando più volte l'alveo del F. Tevere stesso e quello di parte dei suoi affluenti ed attraversando in più occasioni le fasce fluviali come definite nel *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)* della (ex) Autorità di Bacino del F. Tevere e con le aree a pericolosità idraulica cartografate nel *Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRAAC)* del Distretto idrografico dell'Appennino Centrale (v. Corografia, Fig. 1/A).

Nella *Relazione di compatibilità idraulica del tracciato* (v. LSC 130) sono stati trattati i seguenti aspetti:

- inquadramento territoriale delle aree percorse dal tracciato per quanto attiene gli aspetti morfologici, geologici, di uso del suolo;
- caratterizzazione del reticolo idrografico con l'elenco degli attraversamenti e dei tratti di corso interferiti dal tracciato oggetto della "fasciatura" PAI/mappatura di pericolosità PGRA;
- descrizione delle opere in progetto, sia per quanto attiene la struttura lineare del metanodotto che gli impianti puntuali lungo il suo sviluppo e in particolare le tecniche previste per l'attraversamento dei corsi d'acqua e per le eventuali opere di protezione e ripristino;
- valutazione delle generali condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nei tratti di attraversamento delle fasce fluviali PAI e a pericolosità idraulica PGRA.

In relazione agli attraversamenti dei corsi d'acqua del reticolo principale (F. Tevere e F. Chiascio) e del reticolo secondario (affluenti principali del F. Tevere) secondo la classificazione AdB Tevere interferenti con il tracciato sono stati eseguite specifiche valutazioni idrauliche a supporto della progettazione, sia per la definizione della geometria di attraversamento che della tecnica da impiegare per la loro realizzazione, e per il dimensionamento delle eventuali opere di protezione/ripristino. Per la maggior parte di tali attraversamenti, cioè quelli che interferiscono con aree di fasce fluviali PAI e di pericolosità PGRA, sono state eseguite relazioni di compatibilità e studi idrologici-idraulici.

Esse sono state predisposte in ossequio con quanto richiesto dalle *Norme Tecniche di Attuazione* del PAI dell'Autorità di Bacino del Tevere (ora Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale), all'art. 28 punto 2, secondo il quale opere di interesse pubblico non diversamente localizzabili sono consentite anche nelle fasce fluviali di maggior pericolosità a patto che esse *non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione della capacità d'invaso*.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ' REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 4 di 31	Rev. 0

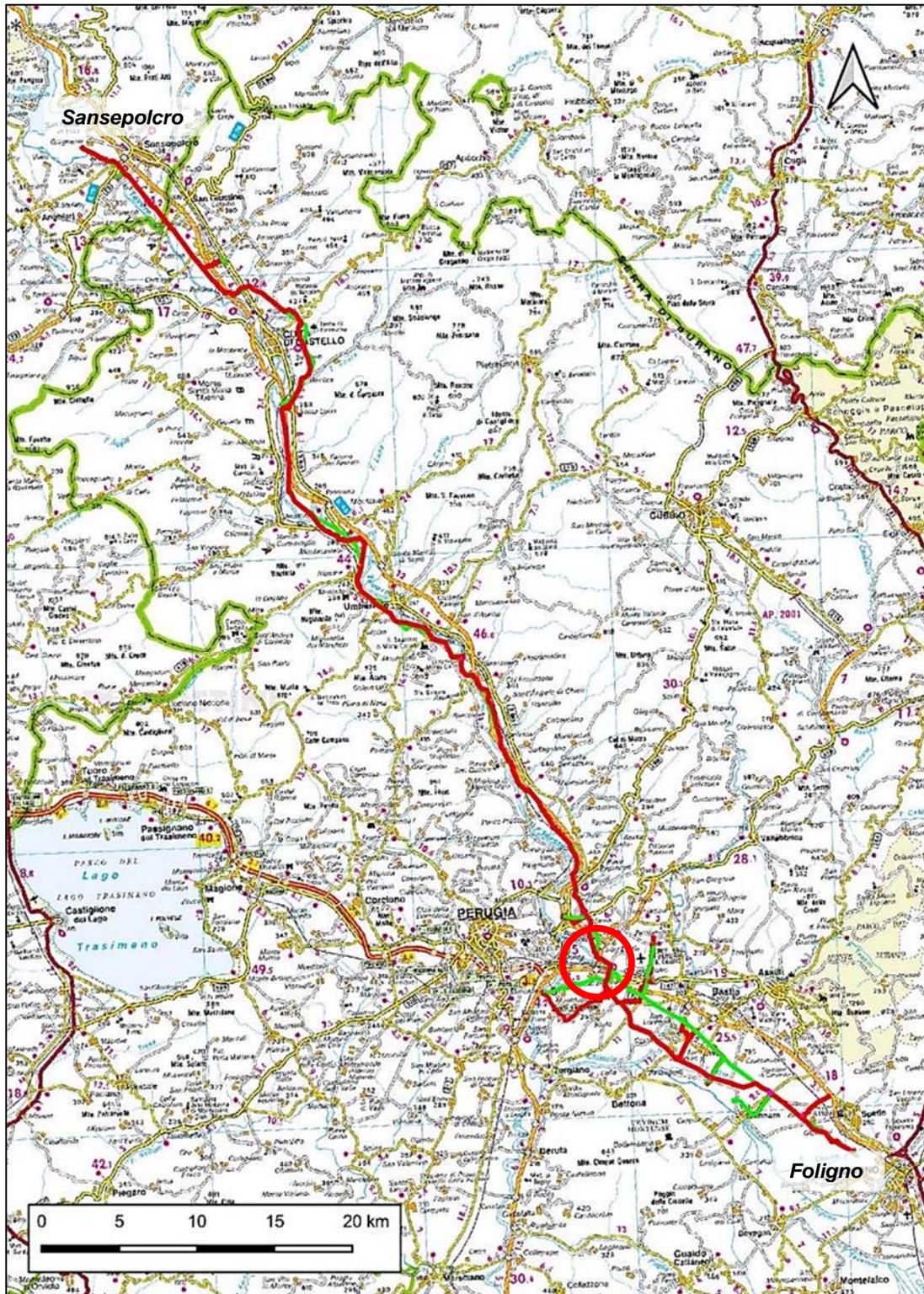


Figura 1/A - Corografia (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea verde metanodotti da dismettere, cerchio rosso attraversamento in oggetto)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 5 di 31	Rev. 0

1.2 Attraversamento T. Rio Grande

Il *Metanodotto Sansepolcro-Foligno DN 400 (16") – DP 75 bar* si sviluppa prevalentemente lungo il fondovalle del fiume Tevere e il tracciato attraversa più volte il suo corso e i relativi affluenti, tra i quali il T. Rio Grande in sinistra idrografica.

La presente relazione è relativa alla valutazione di compatibilità idraulica dell'attraversamento del T. Rio Grande, che ricade nel territorio del comune di Perugia (PG) alla progressiva PK 67+819. Il tratto di attraversamento interferisce con l'alveo del torrente e con le relative fasce fluviali così come definite dal *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)*. Lo stesso ambito territoriale ricade in area a pericolosità idraulica come mappato da parte del *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (PGRAAC)*.

Nella presente relazione, finalizzata all'ottenimento dell'autorizzazione idraulica, si analizzano le condizioni di compatibilità idraulica del progetto in oggetto nell'ambito specifico di interferenza con le aree a pericolosità idraulica del corso d'acqua. Dai risultati delle verifiche idrauliche effettuate si mette in evidenza come l'attraversamento in progetto, del tutto interrato ad elevata profondità, non comporta modifiche alla geometria dell'alveo e non costituisce alcuna interferenza con il flusso idrico né tantomeno sottrazione della capacità d'invaso, risultando peraltro sicuro per la condotta nei confronti della dinamica fluviale.

Vengono di seguito illustrate le caratteristiche geomorfologiche del sito, la situazione litologica del sottosuolo, le caratteristiche idrauliche del flusso di piena e si argomenta in merito alla compatibilità dell'opera nei confronti della dinamica del corso d'acqua.

Le caratteristiche idrologiche-idrauliche del corso d'acqua per quanto attiene le portate di massima piena al colmo con i relativi livelli idrici e i parametri idraulici in corrispondenza del tratto di corso interessato dagli interventi sono riportate nello specifico studio in allegato (LSC 145/ALL. A) al quale si rimanda per eventuali approfondimenti.

La tipologia, la geometria e le modalità operative del progetto di attraversamento sono state scelte pertanto sulla base delle condizioni morfologiche del sito, delle caratteristiche litologiche del sottosuolo e delle valutazioni idrauliche emerse a seguito dello specifico studio, in modo da garantire da una parte la sicurezza del metanodotto per tutta la sua vita operativa nei confronti dei fenomeni idraulici attesi e della dinamica evolutiva del corso d'acqua, dall'altra la compatibilità della struttura in progetto nei confronti dell'aspetto idraulico e ambientale in genere.

Il presente elaborato, con riferimento alle fasi di studio condotte, si articola nei seguenti punti:

- localizzazione geografica dell'area di attraversamento e inquadramento territoriale, così da individuare in modo univoco il tratto di corso d'acqua interessato dall'interferenza con il tracciato del metanodotto;
- caratterizzazione fisica dell'area: geomorfologica, idrografica, litologica;
- valutazioni idrologiche con la stima della portata di massima piena al colmo utilizzata nello studio idraulico;
- risultati dello studio idraulico (riportati in allegato);
- descrizione della scelta progettuale per l'attraversamento in subalveo: tipologia, geometria, modalità operative;

	PROGETTISTA	 <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ	REGIONI TOSCANA E UMBRIA		LSC - 145
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse		Pagina 6 di 31 Rev. 0

- valutazione della compatibilità idraulica dell'intervento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione per la regolamentazione delle opere nelle aree censite a pericolosità idraulica ai sensi del PAI e del PGRAAC.

Il progetto di attraversamento, comprensivo di planimetria, profilo, caratteristiche geometriche e strutturali della condotta e caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e protezione è raffigurato nell'elaborato grafico allegato allo Studio di impatto ambientale (SIA):

- AT-20047L01-38 Attraversamento Torrente Rio Grande

al quale si rimanda per approfondimenti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 7 di 31	Rev. 0

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in cui si colloca l'intervento in oggetto è localizzata lungo il corso d'acqua del T. Rio Grande nella parte terminale del suo sviluppo, poco a valle della superstrada E45 Orte-Ravenna a circa 0.350 km dalla sua confluenza in Tevere. Ricade nel territorio del comune di Perugia, presso la località Bosco. Nello stralcio allegato in Fig. 2/A, tratto dalla base cartografica IGM a scala 1:100.000, si riporta la localizzazione del sito.

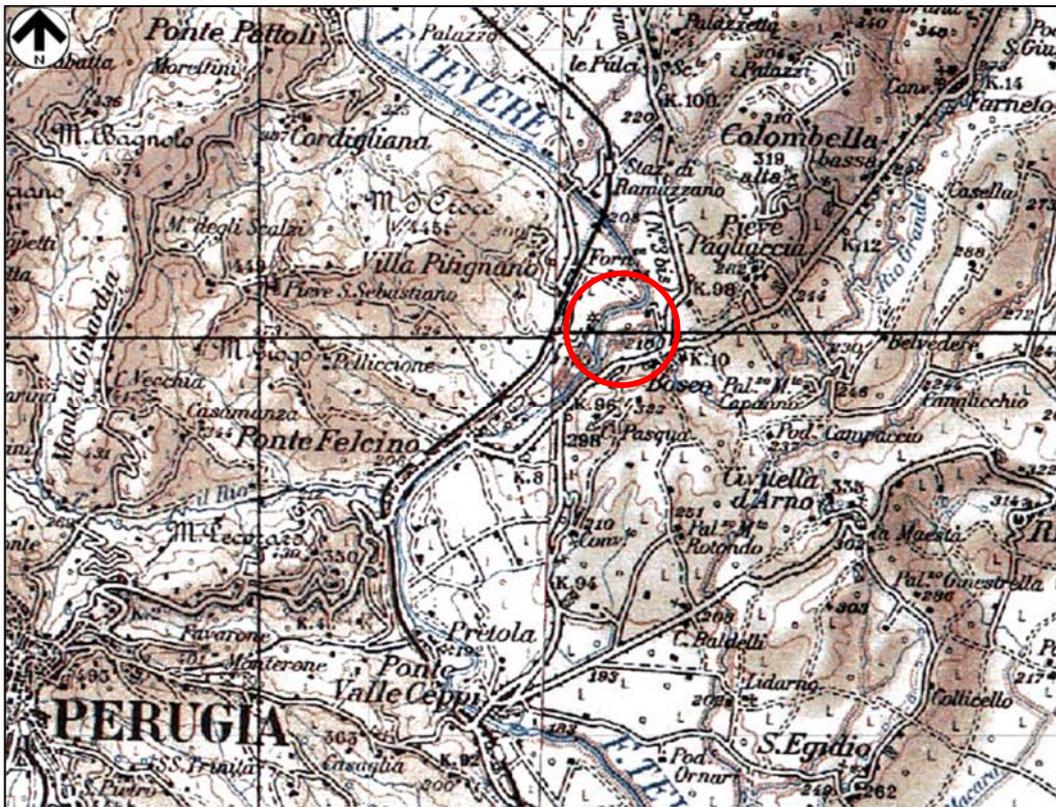


Figura 2/A – Inquadramento a scala 1:100.000 con indicata la posizione dell'attraversamento

A livello della cartografia CTR della regione Umbria, l'attraversamento si ubica nel foglio 311060, di cui si riporta il particolare con la localizzazione dell'opera in progetto (v. Fig. 2/B).

In tale immagine il tracciato in progetto è individuato dalla linea in colore rosso e l'area di attraversamento del corso d'acqua con microtunnel con rettangolo rosso tratteggiato. In Figura 2/C viene riportata anche la ubicazione su immagine aerea Google.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 8 di 31	Rev. 0

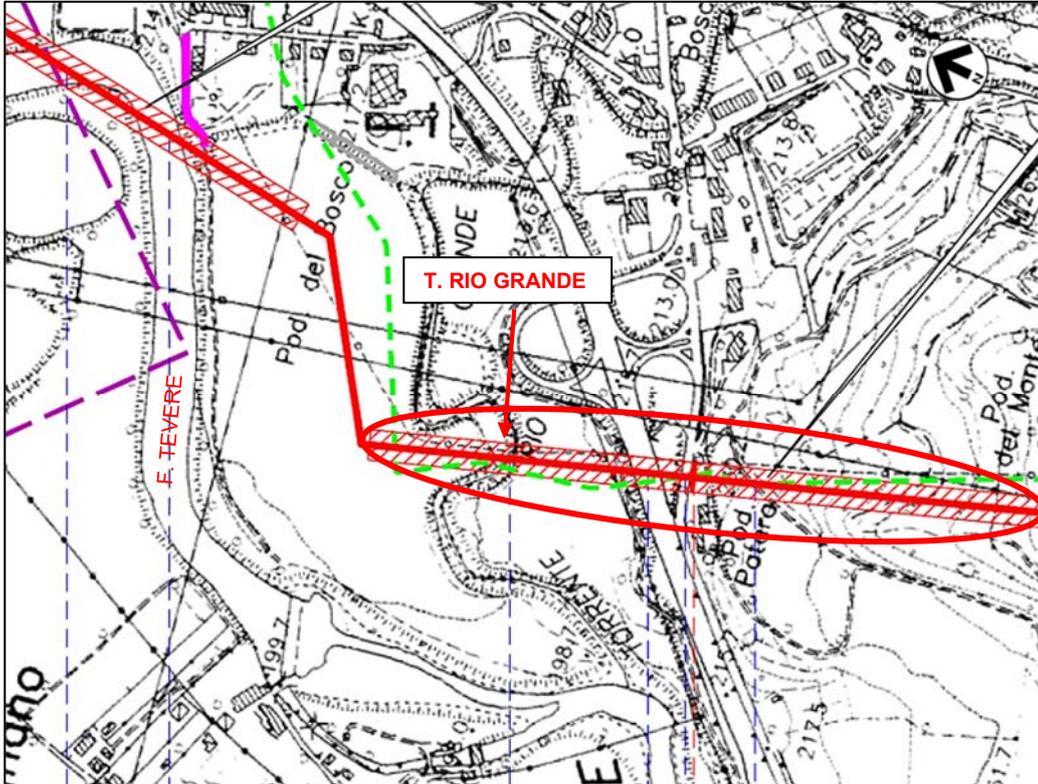


Figura 2/B – Stralcio CTR con localizzazione dell’attraversamento in microtunnel

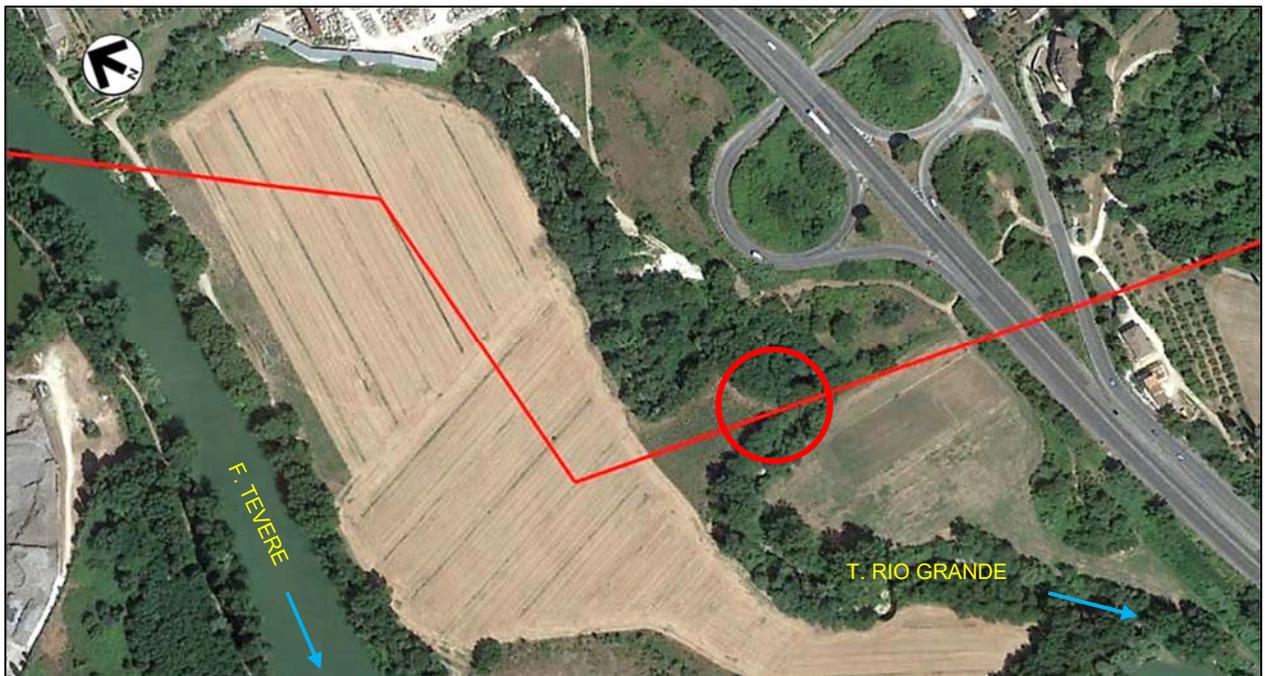


Figura 2/C – Immagine aerea con localizzazione della sezione di attraversamento (su base Google Earth)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 9 di 31	Rev. 0

3 CARATTERISTICHE FISICHE DELL'AREA

3.1 Inquadramento geomorfologico e idrografico

Il tracciato del metanodotto si sviluppa per quasi la totalità della sua lunghezza nel fondovalle dell'alto Tevere fino all'altezza di Perugia e quindi nel fondovalle umbro dei fiumi Chiascio e Topino.

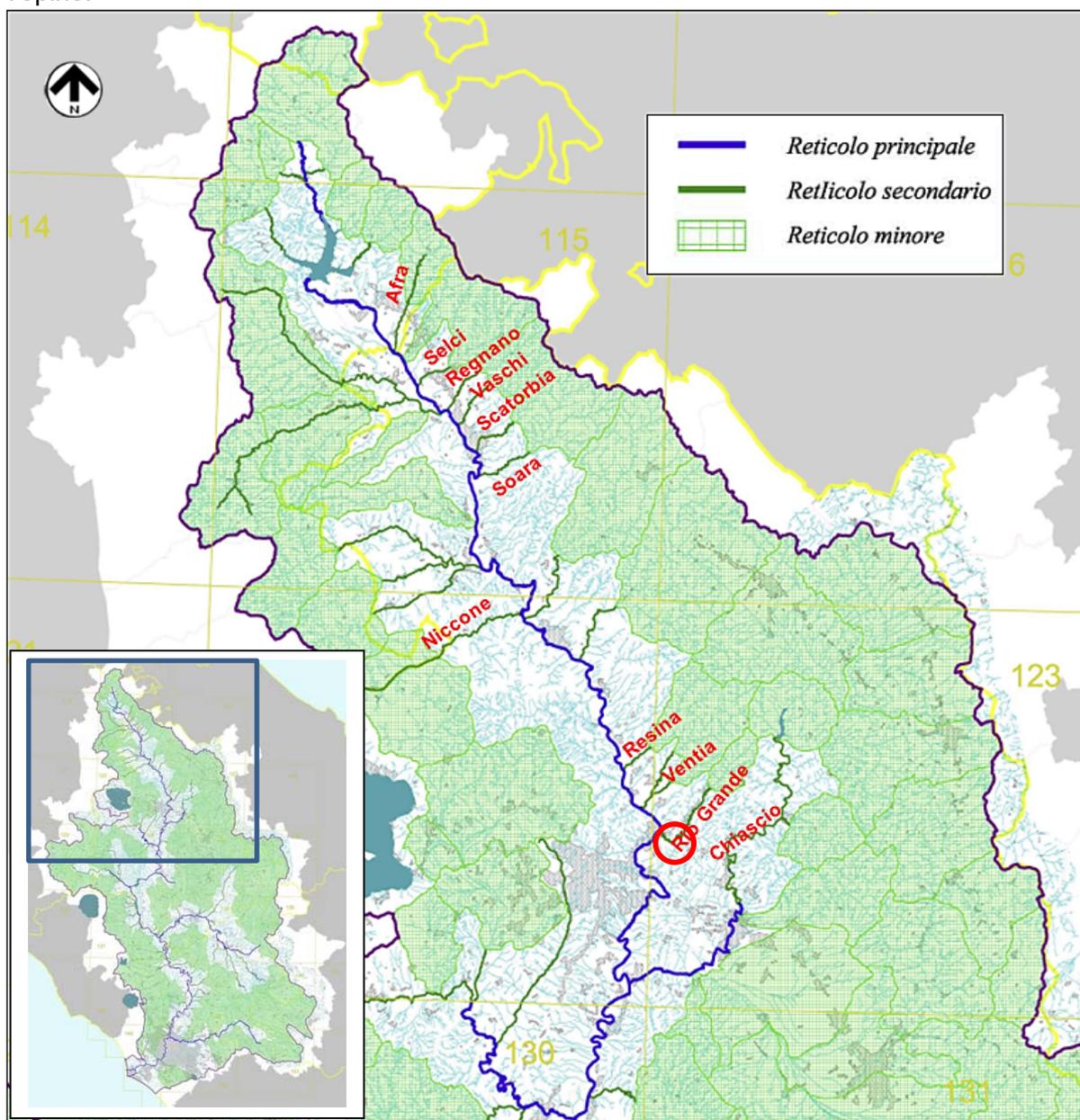


Figura 3.1/A – Bacino dell'Alto F. Tevere con localizzazione della sezione di attraversamento (cerchio rosso)

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 10 di 31	Rev. 0

Nel suo sviluppo nell'ambito del fondovalle tiberino, il tracciato incontra numerosi affluenti del Tevere, in zone prossime alla loro immissione in Tevere.

Tra questi corsi d'acqua in sinistra, nel territorio del comune di Perugia, interferisce con il torrente Rio Grande che viene attraversato dal gasdotto tra il ponte della Superstrada E45 e la sua confluenza in Tevere, ad una distanza di 350 m.

Il torrente Rio Grande, affluente di sinistra del F. Tevere in prossimità della località Bosco, ha una lunghezza dell'asta principale di circa 19.5 km ed una superficie del bacino idrografico di circa 28.7 km² (v. Fig. 3.1/B). Il bacino ha forma stretta ed allungata, con sviluppo in direzione NE.SW.

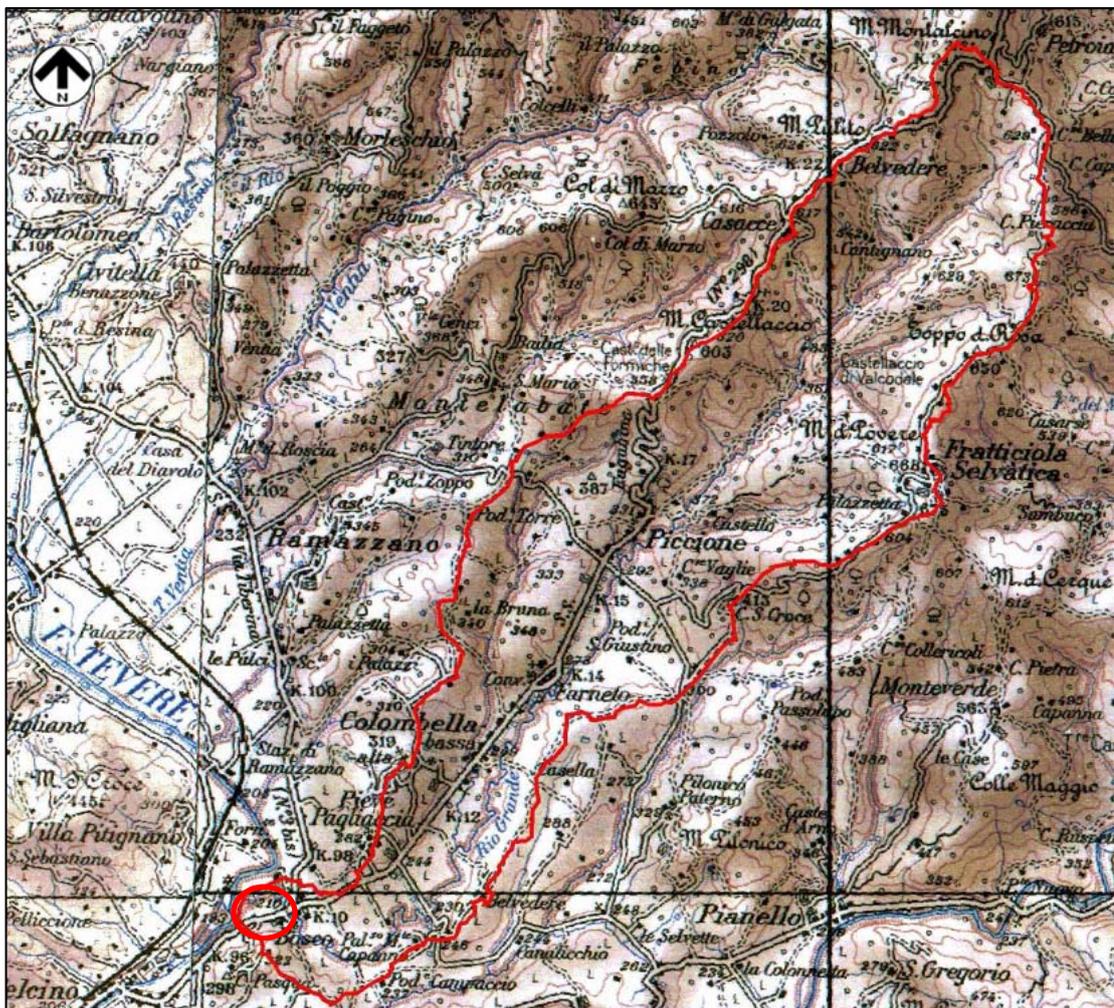


Figura 3.1/B – Bacino del T. Rio Grande con localizzato il punto di attraversamento

Il Rio Grande nasce sul monte Montalcino a quota 716 m; ha due affluenti principali in sinistra, il fosso Valcodale e il torrente Rio Dinano e più a valle in destra il torrente Rio Rustiano, che risulta essere il tributario principale. Il Rio Grande lambisce gli abitati di Piccione, Farneto, Colombella e infine di Bosco. Dopo aver attraversato la S.S. Tiberina Nord e la superstrada E45 si immette in sinistra Tevere ad una quota di 192 m.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 11 di 31	Rev. 0

Il rio ha un andamento molto sinuoso, soprattutto a valle di Piccione, dove esce dalla valle collinare per percorrere il fondovalle tiberino. Anche nel tratto a valle della E45 dove si colloca l'attraversamento in oggetto, il corso è caratterizzato da strette anse, con curve quasi a gomito e a meandro.

La sezione di attraversamento si presenta incisa nella piana alluvionale tiberina di circa 3 m, limitata in sinistra dalla scarpata alta circa 10 m costituita dalle alluvioni terrazzate. Stante la natura incoerente dei terreni presenti, l'alveo può essere soggetto ad instabilità planimetrica con accentuazione e spostamento verso valle delle anse più strette, processo questo attenuato dalla presenza della copertura vegetale delle sponde. Anche l'esame della cartografia e delle immagini aeree disponibili evidenziano traccia di un diverso andamento planimetrico del corso a monte del meandro in cui si colloca l'attraversamento in esame.

La figura 3.1/C rappresenta una vista 3D del bacino del T. Rio Grande dai rilievi appenninici fino alla sua confluenza in Tevere, mentre la figura 3.1/D mostra il particolare della zona di meandro in cui si posiziona l'attraversamento.

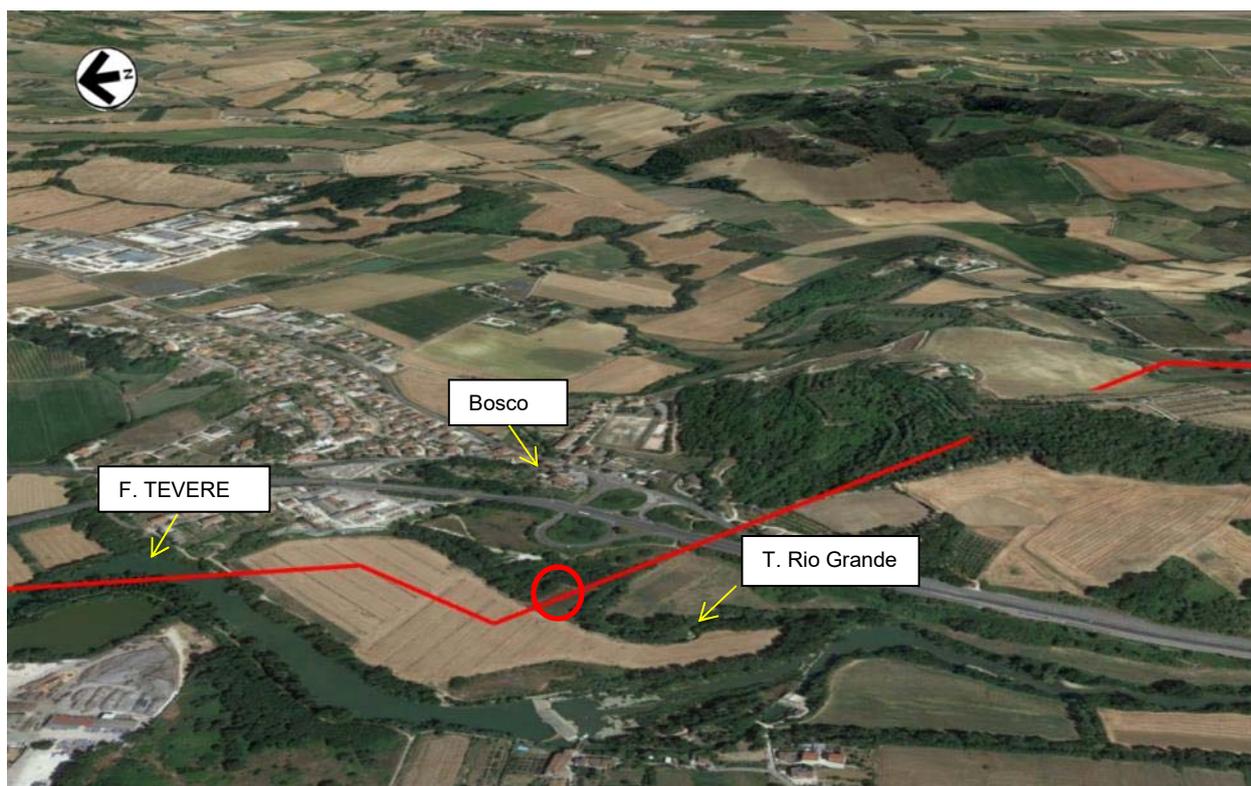


Figura 3.1/C – Vista aerea 3D Google del corso del Rio Grande

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 12 di 31	Rev. 0



Figura 3.1/D – Immagine aerea della sezione di attraversamento

Il letto è costituito da materiale alluvionale di dimensioni ciottolose-ghiaiose con matrice sabbiosa (v. Fig. 3.1/E). Il corso è limitato in destra da sponda di altezza circa 3 m, e in sinistra da sponda alta 8-10 m. Una folta copertura arborea e arbustiva riveste le sponde.

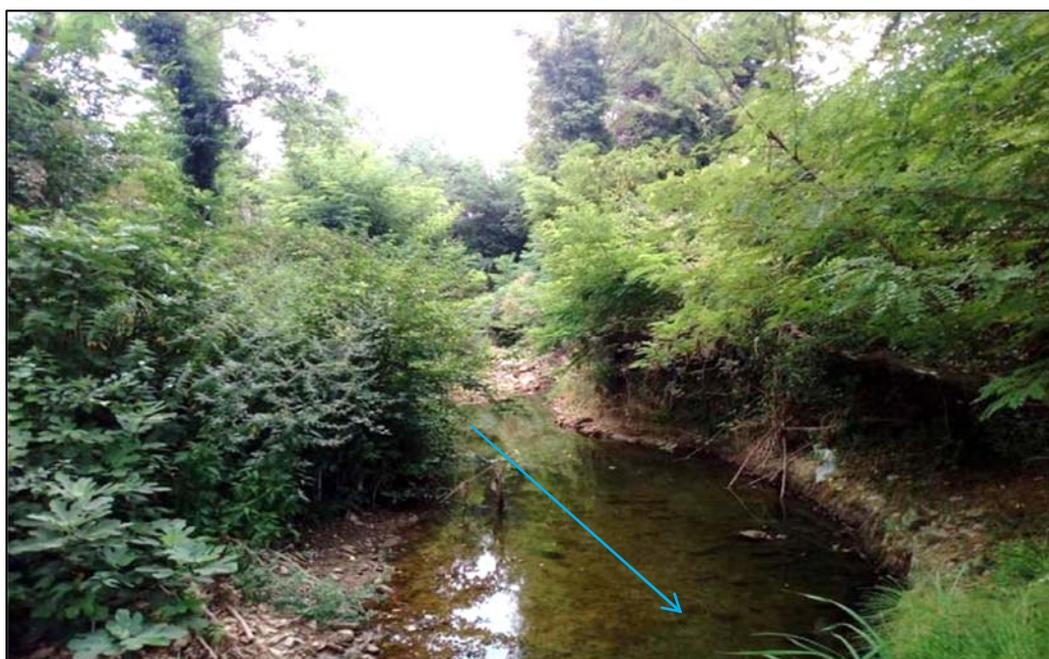


Figura 3.1/E – Immagine del torrente nella zona di attraversamento

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 13 di 31	Rev. 0

Le caratteristiche morfometriche del torrente Rio Grande sono sintetizzate nella seguente tabella (v. Tab. 3.1/A).

Area (km ²)	Lunghezza asta (km)	Quota massima (m)	Quota confluenza (m)	Quota sezione (m)	Quota media (m)	Pendenza media (%)
28.7	19.5	716	192	196	350	2.7

Tavola 3.1/A – Caratteristiche morfometriche del corso d'acqua

3.2 Caratteristiche litostratigrafiche

Il bacino del Rio Grande è litologicamente costituito nella parte alta da roccia arenacea marnosa, nella parte centrale da depositi lacustri sabbiosi-argillosi e nella porzione bassa da depositi alluvionali. Il torrente, nella zona di fondovalle interessata dall'attraversamento, scorre al limite tra i terreni alluvionali recenti della piana e le alluvioni terrazzate in sinistra Tevere.

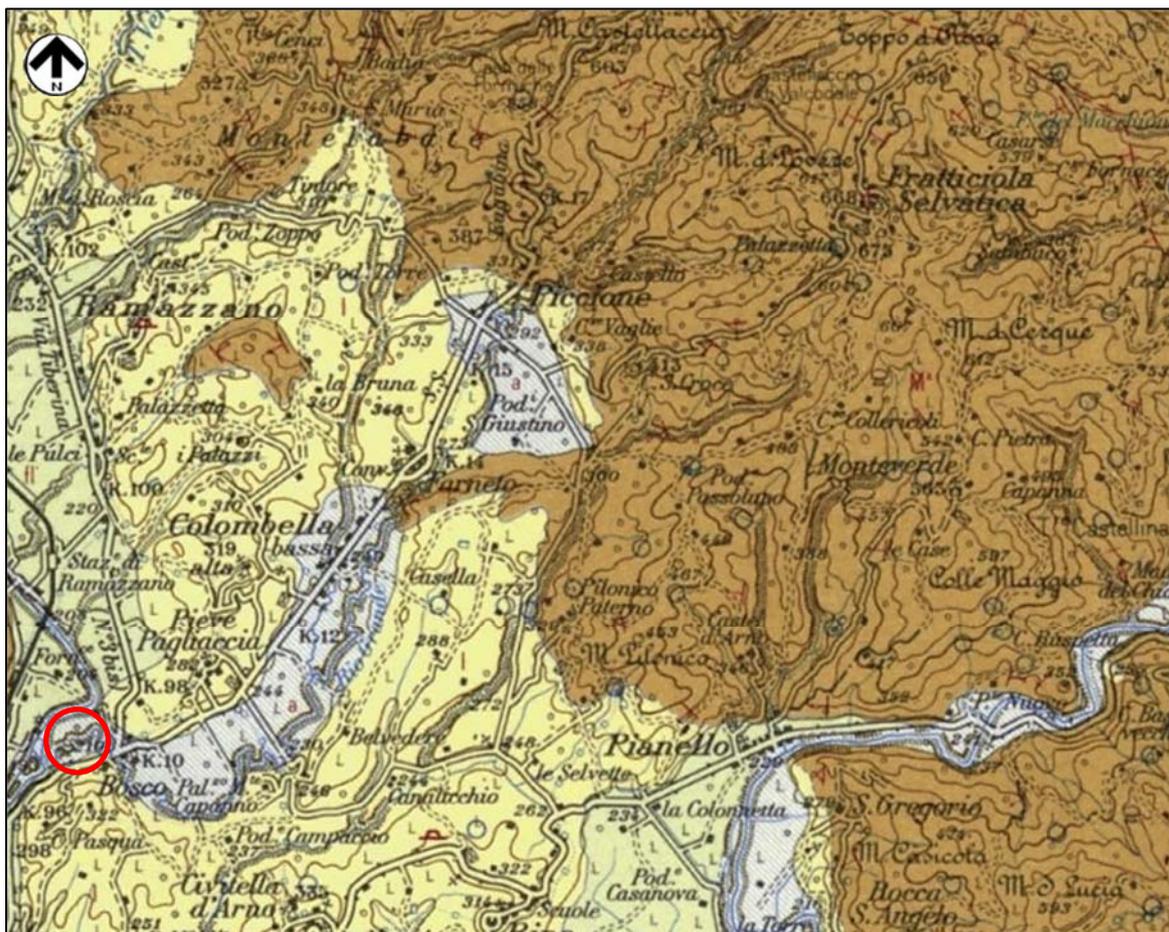


Figura 3.2/A – Stralcio della Carta Geologica d'Italia Fg. 123 Assisi

Al fine di definire con precisione i terreni è stata intrapresa una campagna geognostica consistente in un sondaggio geognostico a carotaggio continuo ubicato in sponda destra come

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 14 di 31	Rev. 0

mostrato in Fig. 3.2/B (denominato S43).

Le indagini hanno evidenziato che i terreni presenti sono di origine alluvionale-lacustre, di tipo argilloso con inclusi ghiaiosi-ciottolosi.

Di seguito si riportano le sintesi delle stratigrafie, che figurano in dettaglio nel Report Indagini geognostiche e geofisiche (LSC-118, Annesso 1).

n.	Litologia S43	Profondità (m)
1	Ghiaia con ciottoli in matrice argillosa	0.0-1.2
2	Argilla deb. Sabbiosa con ciottoli	1.2-9.0
3	Argilla limosa-sabbiosa con ciottoli e ghiaia	9.0-15.0

Tabella 3.2/A – Schematizzazione stratigrafica derivata dai sondaggi

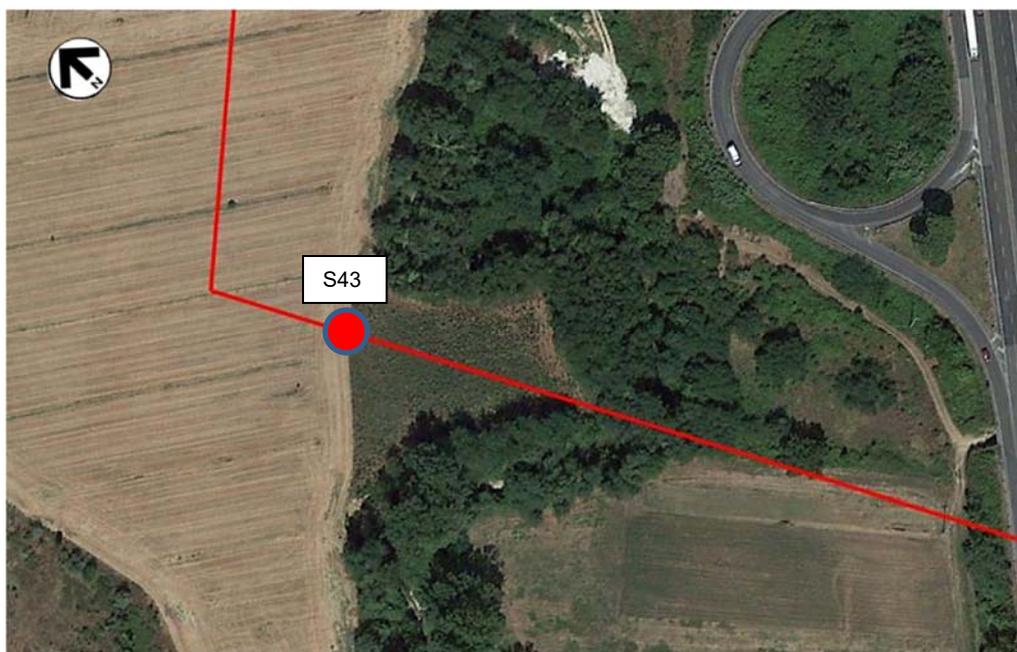


Figura 3.2/B – Localizzazione dei sondaggi eseguiti

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 15 di 31	Rev. 0

4 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

4.1 Generalità

L'Autorità di Bacino del F. Tevere, nell'ambito della redazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Tevere ha definito le fasce di assetto A, B, C interessate da fenomeni di dinamica idraulica e di esondazione e riconducibili a tre scenari definiti dalla Direttiva come evento frequente, medio e raro rispettivamente.

Il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, nell'ambito del Piano di Gestione Rischio Alluvioni PGRAAC (Adottato nel Comitato Istituzionale integrato il 17 Dicembre 2015 e Approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 3 Marzo 2016) ha provveduto successivamente a redigere la mappatura di pericolosità per diversi livelli di severità:

P1 – bassa probabilità: alluvioni rare di estrema intensità, con tempo di ritorno fino a 500 anni

P2 – media probabilità: alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni

P3 – elevata probabilità: alluvioni frequenti con tempi di ritorno tra 20 e 50 anni.

Tale mappatura di pericolosità si rifà essenzialmente alla perimetrazione in fasce fluviali del PAI e nei suoi aggiornamenti. In particolare per quanto riguarda il tratto fluviale in esame del T. Rio Grande le elaborazioni idrologiche e idrauliche sono state sviluppate da CNR-IRPI di Perugia¹.

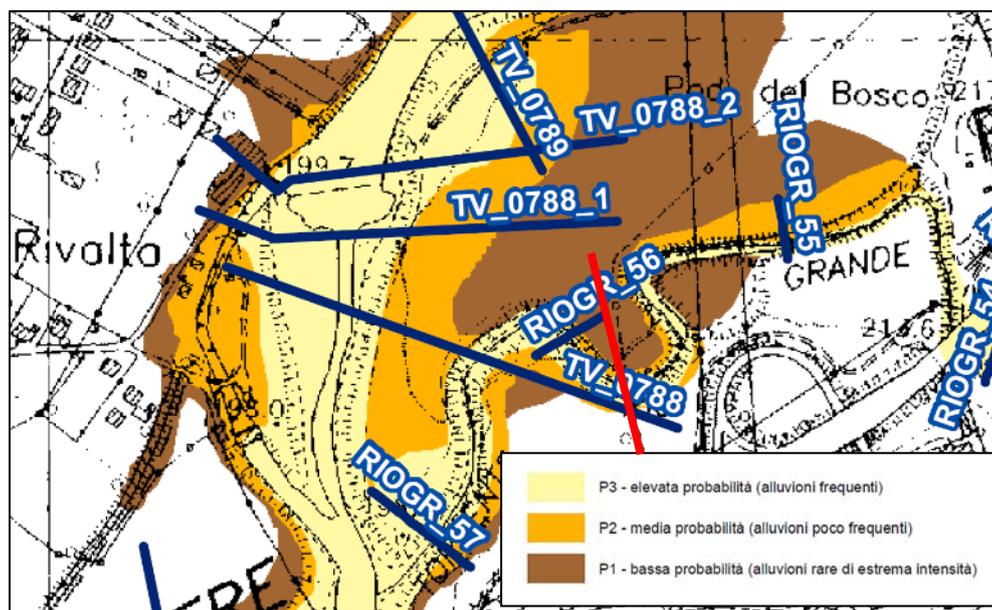


Figura 4/A – Situazione di pericolosità da alluvione nel tratto di attraversamento con localizzazione delle sezioni di studio CNR-IRPI (da mappe di pericolosità PGRAAC, linea rossa: attraversamento metanodotto)

¹ “Redazione Mappe delle Aree Allagabili finalizzata all'individuazione del rischio idraulico nel reticolo minore del Fiume Tevere, Torrente Ventia”

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 16 di 31	Rev. 0

Secondo la perimetrazione della pericolosità PGRAAC l'alveo del Rio Grande ricade in area a pericolosità P3 (elevata probabilità, alluvioni frequenti) e marginalmente a pericolosità P2 (media probabilità, alluvioni poco frequenti); la parte di piana in destra ricade in zona P1 (bassa probabilità) per possibile esondazione del Tevere.

4.2 Caratteristiche idrologiche

Per la stima delle caratteristiche idrologiche del torrente, si fa riferimento allo studio effettuato nell'ambito PAI da parte del CNR IRPI di Perugia ² mediante modellistica idrologica con stima della portata di massima piena al colmo in funzione del tempo di ritorno tramite un modello afflussi-deflussi semi-distribuito a scala di evento.

Lo studio idrologico ha portato alla definizione degli idrogrammi di piena in funzione del tempo di ritorno per varie sezioni, e ai valori di portata per diversi tempi di ritorno, calcolati con più metodologie, come riportato nella tabella seguente (v. Tab. 4.2/A)

Tempo di ritorno (anni)	Q _p Ghirardelli-Giandotti (m ³ s ⁻¹)	Q _p Modello semi-distribuito (m ³ s ⁻¹)
Sezione F (28.74 km ²)		
50	59	85
100	76	109
200	94	134
500	120	170

Tabella 4.2/A – Confronto dei valori di portata di massima piena alla sezione di chiusura per diversi tempi di ritorno

4.3 Caratteristiche idrauliche

Dalla modellazione CNR-IRPI, il Rio Grande in occasione di piene duecentennali (in concomitanza con piene Tr= 100 anni del Tevere) esonda in destra nelle sezioni a monte della sezione in studio, mentre - nel tratto di meandro in cui si colloca l'attraversamento - il torrente non ha superamento delle sponde (v. Fig. 4.3/A).

Nella figura seguente, tratta dallo studio CNR-IRPI, si riporta l'involuppo dei livelli idrici della piena di periodo di ritorno 200 anni e la geometria dell'alveo. La sezione di attraversamento alla progressiva 10.8 km circa.

Ne consegue che l'esondazione nelle sezioni di monte determina una laminazione delle portate che scendono da valori di 155 m³/s a 114 m³/s circa (v. Fig. 4.3/B).

Nella stessa figura si può osservare come nel tratto tra le sezioni 55 e 56 i livelli idrici duecentennali non superano le quote spondali.

² "Redazione Mappe delle Aree Allagabili finalizzata all'individuazione del rischio idraulico nel reticolo minore del Fiume Tevere, Torrente Rio Grande"

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 17 di 31	Rev. 0

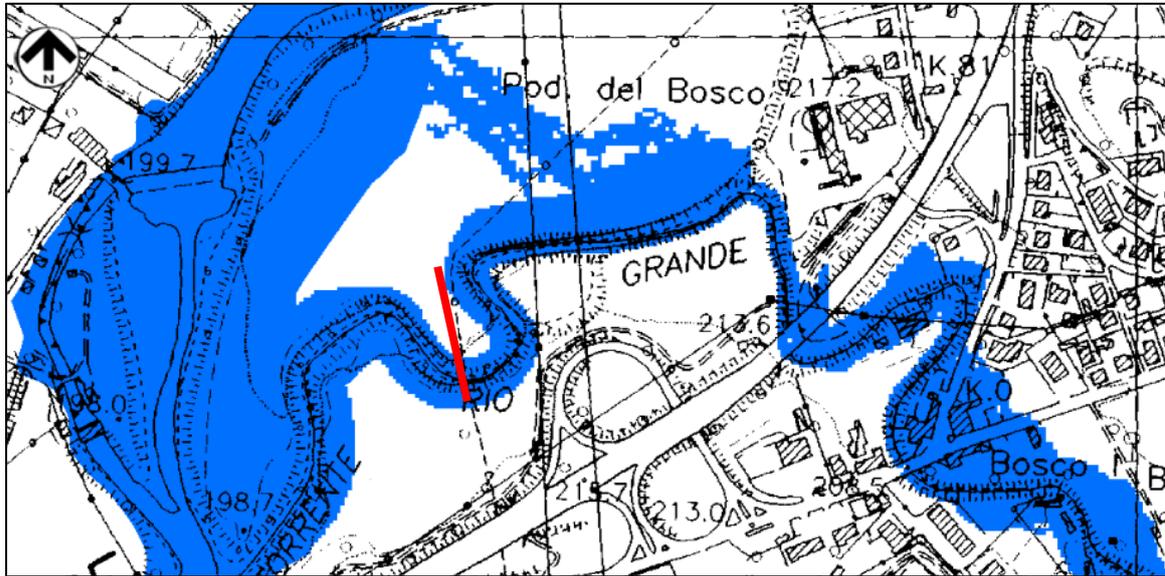


Figura 4.3/A – Aree allagabili da parte del Rio Grande per $Tr=200$ anni

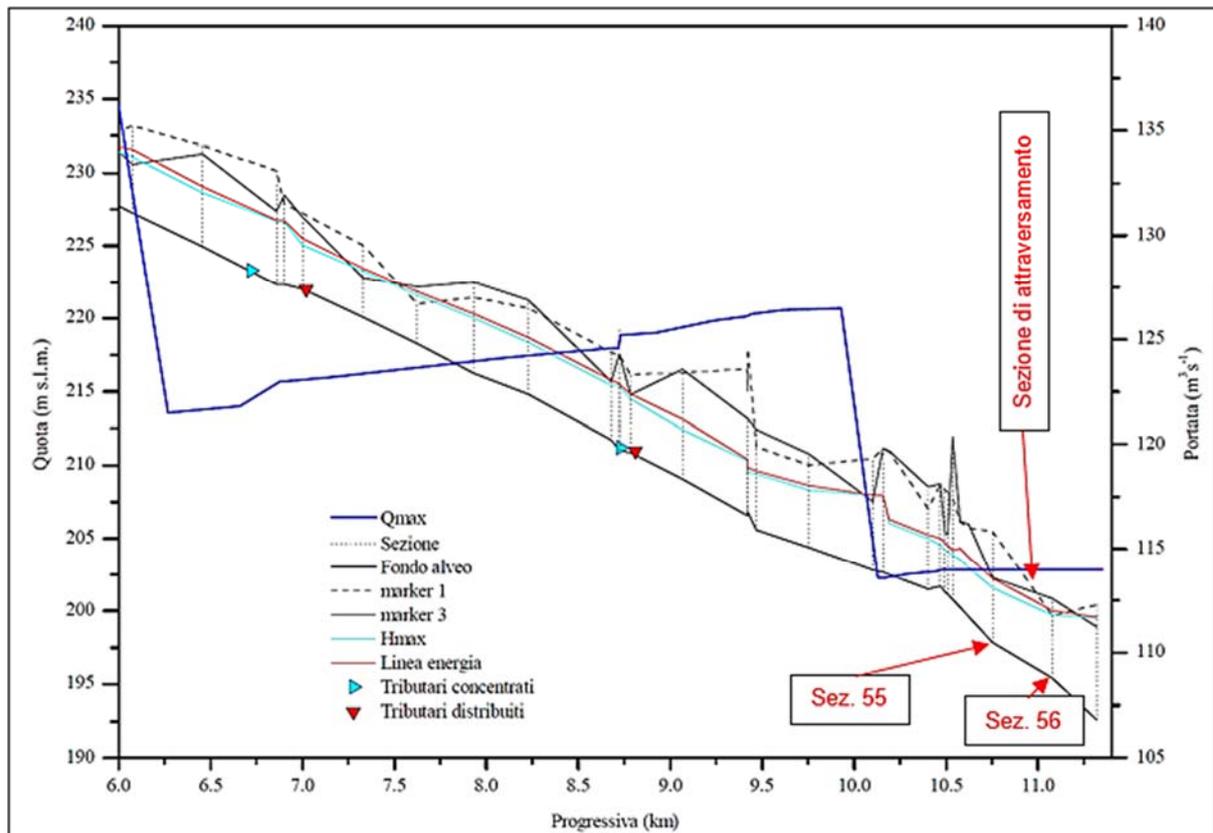


Figura 4.3/B – Involuppo dei massimi livelli calcolati per l'evento di piena con tempo di ritorno 200 anni. E' riportata anche la geometria dell'alveo (da Studio CNR-IRPI).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 18 di 31	Rev. 0

4.4 Ricostruzione dei livelli di piena locali

4.4.1 Generalità

Al fine di verificare i livelli idrici e la velocità della corrente proprio in corrispondenza della sezione di attraversamento subalveo da parte del metanodotto, è stata effettuata una modellazione locale per integrazione e confronto con lo studio idraulico CNR-IRPI sopracitato. La modellazione a moto permanente, eseguita per una portata di progetto $Tr=200$ anni, utilizzando il codice HEC-RAS è estesa a monte e a valle per una sufficiente lunghezza per caratterizzare la sezione in esame. I risultati ottenuti hanno evidenziato i parametri idraulici di battente, velocità ecc., input necessario per la progettazione sia delle opere di ripristino e protezione, qualora necessarie, che per la definizione della profondità di posa della condotta.

Lo studio idrologico-idraulico è riportato nella relazione COMIS NR/20047-LSC 145/ALL. A, qui riportato in Allegato.

4.4.2 Ricostruzione dei livelli di piena

Per la modellazione sono state usate 6 sezioni topografiche, delle quali 5 rilevate allo scopo e 1 desunta dalla modellazione CNR-IRPI, la cui ubicazione è riportata nella planimetria di Fig. 4.4.2/A. In tal modo si è aggiornata e integrata la morfologia del tratto di corso nell'intorno della sezione di attraversamento.

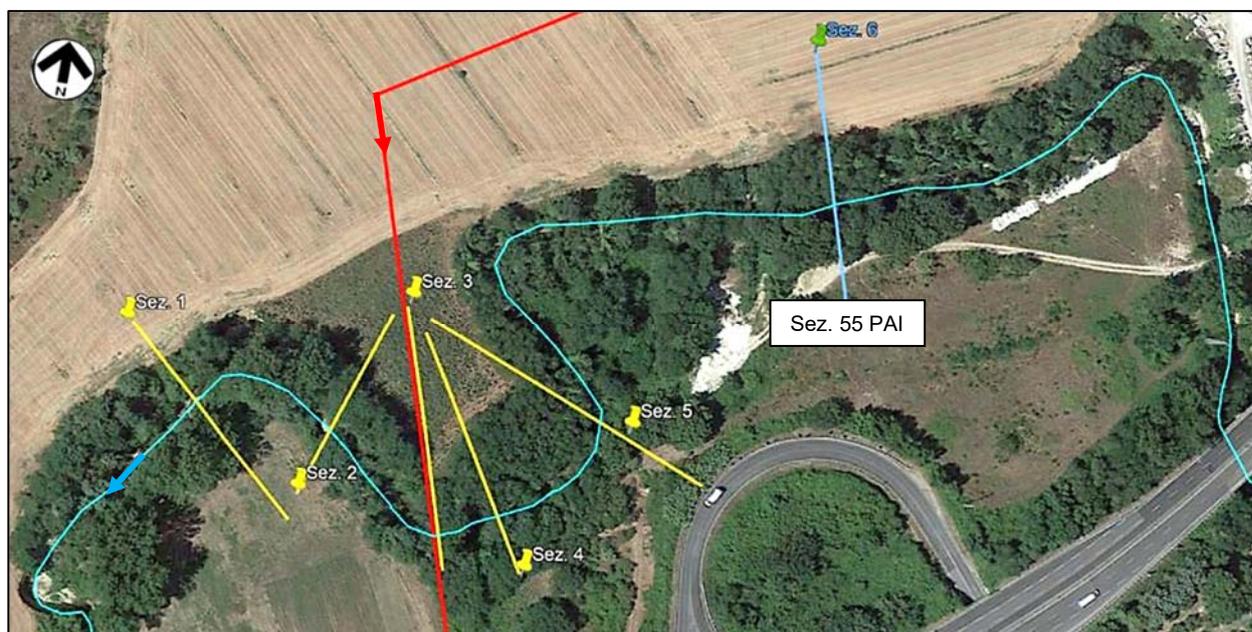


Figura 4.4.2/A – Stralcio della mappa con riportate le sezioni di modellazione idraulica locale
(in rosso tracciato metanodotto, in giallo sezioni rilevate, in azzurro sezione PAI)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 19 di 31	Rev. 0

4.4.3 Risultati della modellazione

La modellazione è stata eseguita con i valori di portata di massima piena al colmo per un evento duecentennale (tempo di ritorno prescritto da AdB Tevere), nella sezione di attraversamento laminata dalle esondazioni in destra nel tratto poco a monte ($Q = 114 \text{ m}^3/\text{s}$), come valutato dallo studio CNR-IRPI per il tratto in oggetto.

Le verifiche hanno evidenziato che i relativi flussi idrici sono contenuti nelle sezioni di deflusso, senza determinare esondazione né in sinistra né in destra.

Tale risultato converge con la modellazione PAI che per questo tratto non evidenzia superamento delle sponde.

I risultati della modellazione locale nel tratto a cavallo dell'attraversamento sono riportati nell'allegato Studio Idrologico-Idraulico, dove figurano il profilo idrico, le sezioni indicanti i livelli raggiunti dalle portate di piena di progetto nonché le tabelle di dettaglio con i vari parametri idraulici per le singole sezioni esaminate.

I valori dei principali parametri vengono riassunti nella tabella di seguito riportata (v. Tab. 4.4.3/A) e il profilo longitudinale viene raffigurato in

Sezione	Portata	Quota fondo	Livelli idrici	Battenti idrici	Vel. golena sin	Vel. canale	Vel. golena dx	n. Froude
	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	-
6	114	197.84	201.28	3.44	-	4.15	-	1.01
5	114	196.54	200.37	3.83	-	2.44	-	0.47
4	114	196.40	200.04	3.64	-	2.79	-	0.61
3	114	196.08	199.42	3.34	-	3.96	-	0.86
2	114	195.38	198.63	3.25	-	4.28	-	0.88
1	114	194.43	198.28	3.85	-	2.69	-	0.57

**Tabella 4.4.3/A – Parametri idraulici risultati dalla modellazione $T_r=200$ Anni
(in grassetto la sezione d'attraversamento del metanodotto)**

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 20 di 31	Rev. 0

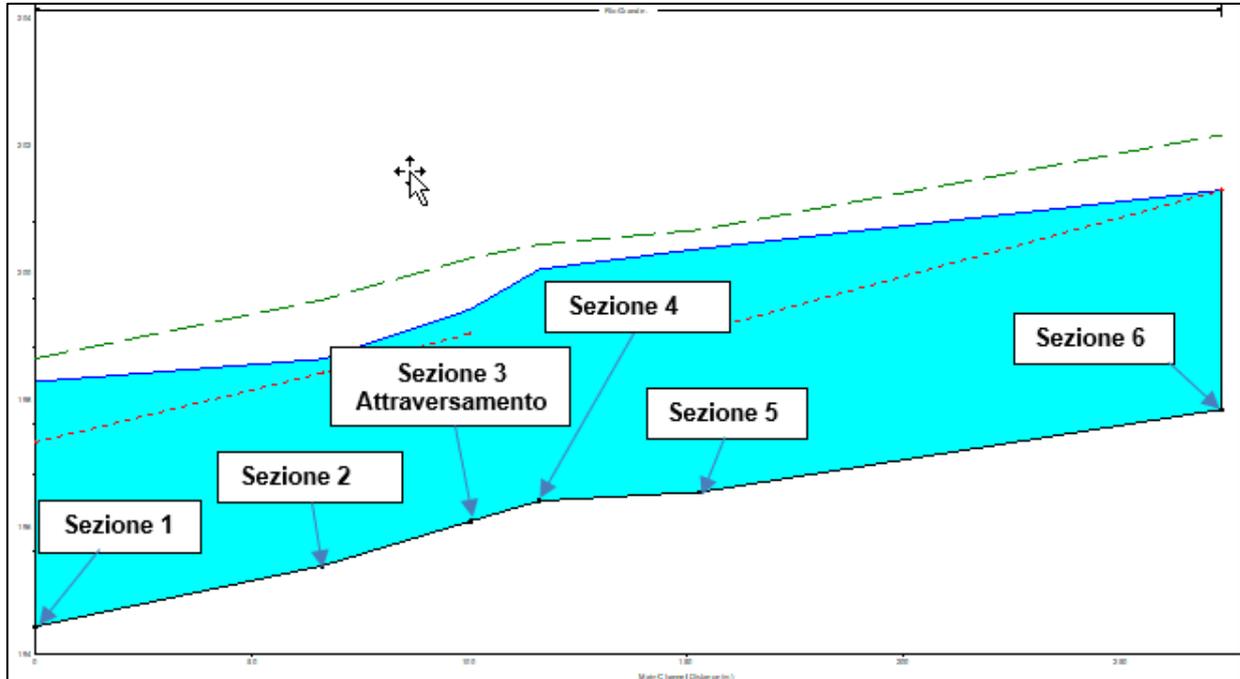


Figura 4.4.3/A.

In sintesi, in relazione al tratto di interesse per i lavori in oggetto, si può osservare quanto segue:

- per tutto il tratto modellato, in caso di piena duecentennale, le sezioni sono in grado di smaltire le portate idrologiche attese per il tempo di ritorno di 200 anni, laminate dalle esondazioni a monte
- a parte la sezione di chiusura a monte, per il tratto in esame la corrente è di tipo lento;
- nella sezione di attraversamento il battente idrico risulta essere di 3.34 m con una velocità in canale di 3.96 m/s;
- mediamente nel canale si hanno tiranti idrici compresi tra 3.25 e 3.85 m con velocità di 2.44 e 4.28 m/s.

Sezione	Portata	Quota fondo	Livelli idrici	Battenti idrici	Vel. golena sin	Vel. canale	Vel. golena dx	n. Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	-
6	114	197.84	201.28	3.44	-	4.15	-	1.01
5	114	196.54	200.37	3.83	-	2.44	-	0.47
4	114	196.40	200.04	3.64	-	2.79	-	0.61
3	114	196.08	199.42	3.34	-	3.96	-	0.86
2	114	195.38	198.63	3.25	-	4.28	-	0.88
1	114	194.43	198.28	3.85	-	2.69	-	0.57

Tabella 4.4.3/A – Parametri idraulici risultati dalla modellazione Tr=200 Anni
(in grassetto la sezione d'attraversamento del metanodotto)

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 145	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 21 di 31	Rev. 0

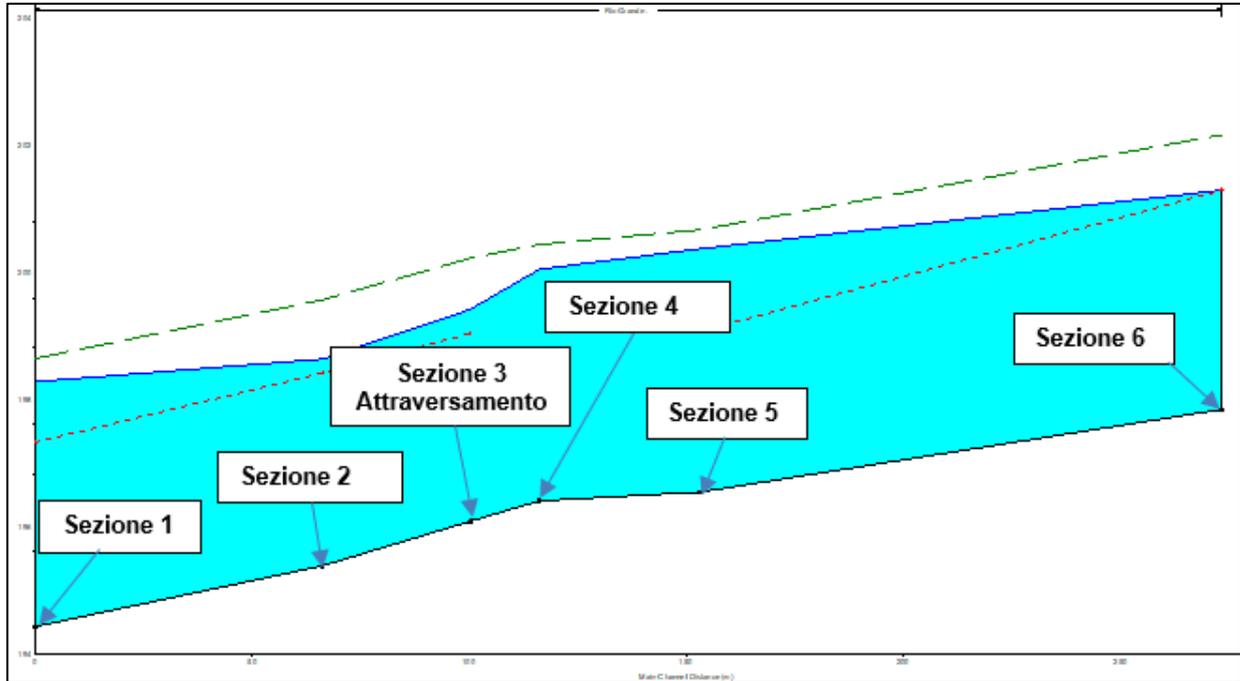


Figura 4.2.3/A – Profilo longitudinale con livello idrico duecentennale