

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 1 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

METANODOTTO SESTINO – MINERBIO
DN 1200 (48"), DP75 bar

1° TRONCO: Sestino – Casteldelci

ATTRAVERSAMENTO TORRENTE TORBELLO
VALUTAZIONI IDROLOGICHE ED IDRAULICHE E
RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

0	Emissione	M.VITELLI	M. AGOSTINI	A. BRUNI G.BRIA	OTT. 2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 2 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040





INDICE

1	GENERALITÀ	5
1.1	Premessa	5
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	5
1.3	Disegno di attraversamento	6
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO FLUVIALE IN ESAME	9
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizione dell'ambito di attraversamento	11
3.3	Indagini di caratterizzazione stratigrafica	14
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	16
4.1	Generalità	16
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	16
4.3	Sezione di studio e parametri morfometrici del bacino	16
4.4	Studi di riferimento e risultati di interesse	18
4.4.1	<u>Premessa</u>	18
4.4.2	<u>Risultati delle elaborazioni</u>	18
4.5	Valutazione idrologiche specifiche	19
4.6	Portata di progetto	20
5	STUDIO IDRAULICO	21
5.1	Presupposti e limiti dello studio	21
5.2	Assetto geometrico e modellazione idraulica	22
5.2.1	<u>Assetto geometrico di modellazione</u>	22
5.2.2	<u>Dati di Input e condizioni al contorno</u>	23
5.3	Risultati della simulazione idraulica	24
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	29

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 3 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	30
6.1	Generalità	30
6.2	Criteri di calcolo	31
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi in alveo	33
6.4	Analisi dei risultati e considerazioni progettuali	34
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	35
7.1	Metodologia costruttiva: Microtunnel	35
7.2	Configurazioni geometriche di progetto	35
7.3	Descrizione della tecnica del microtunnelling	36
7.3.1	<u>Generalità</u>	36
7.3.2	<u>Requisiti generali del sistema costruttivo</u>	36
7.3.3	<u>Fasi Operative</u>	38
7.3.4	<u>Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo</u>	42
8	VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	44
8.1	Premessa	44
8.2	Quadro normativo di riferimento	44
8.2.1	<u>Criteri generali di progettazione del metanodotto</u>	44
8.2.2	<u>Strumenti di “Pianificazione territoriale”</u>	44
8.2.3	<u>Disposizioni e Misure di salvaguardia in ambiti a pericolosità idraulica</u>	45
8.3	Interferenze con aree censite a pericolosità idraulica	49
8.4	Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica	50
8.4.1	<u>Considerazioni di carattere generale</u>	50
8.4.2	<u>Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di attraversamento dell'alveo</u>	51
8.4.3	<u>Considerazioni specifiche inerenti al breve tratto di linea esterno alle trivellazioni</u>	52
8.5	Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica	52
9	CONCLUSIONI	54

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 4 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

APPENDICE 1: COLONNA STRATIGRAFICA DEL SONDAGGIO

56

ANNESSO – ELABORATO DI RIFERIMENTO:

- **Disegno di attraversamento: DIS. 10-LB-7B-81141**

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 5 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

La società Snam S.p.A., nell'ambito del progetto generale denominato “Linea Adriatica”, intende realizzare il “Metanodotto Sestino – Minerbio DN1200 (48”) DP 75bar”, che si sviluppa per una lunghezza di circa 140,7 km nei territori della Toscana e dell'Emilia Romagna.

In particolare, il tracciato di progetto del suddetto metanodotto (DN1200) attraversa l'alveo del torrente TORBELLO nel territorio comunale di Pennabilli (RN), in prossimità della località “Molino di Bascio”.

In corrispondenza del sopracitato ambito di attraversamento del corso d'acqua, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite a pericolosità idraulica nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia - Conca.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

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

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati 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, idrologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto, 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:

- Inquadramento territoriale dell'area di attraversamento, in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dalla interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione 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);
- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, 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;

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 6 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

- Valutazioni inerenti alle condizioni di compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle disposizioni normative per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti a 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. 10-LB-7B-81141**
Metanodotto Sestino – Minerbio, DN 1200 (48") DP 75 bar
1° Tronco Sestino – Casteldelci
2° Microtunnel “Molino di Bascio” – Attraversamento torrente Torbello

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

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48''), DP 75bar	Fg. 7 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto (DN1200) ricade nel territorio comunale di Pennabilli (RN), in prossimità della località "Molino di Bascio".

Dal punto di vista idrografico, l'ambito di attraversamento ricade nel tratto terminale dello sviluppo dell'asta fluviale del corso d'acqua, a poche centinaia di metri dalla foce nel torrente Marecchia.

Al fine di fornire un inquadramento territoriale generale dell'ambito di attraversamento, nella seguente figura (Fig.2.1/A) 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.

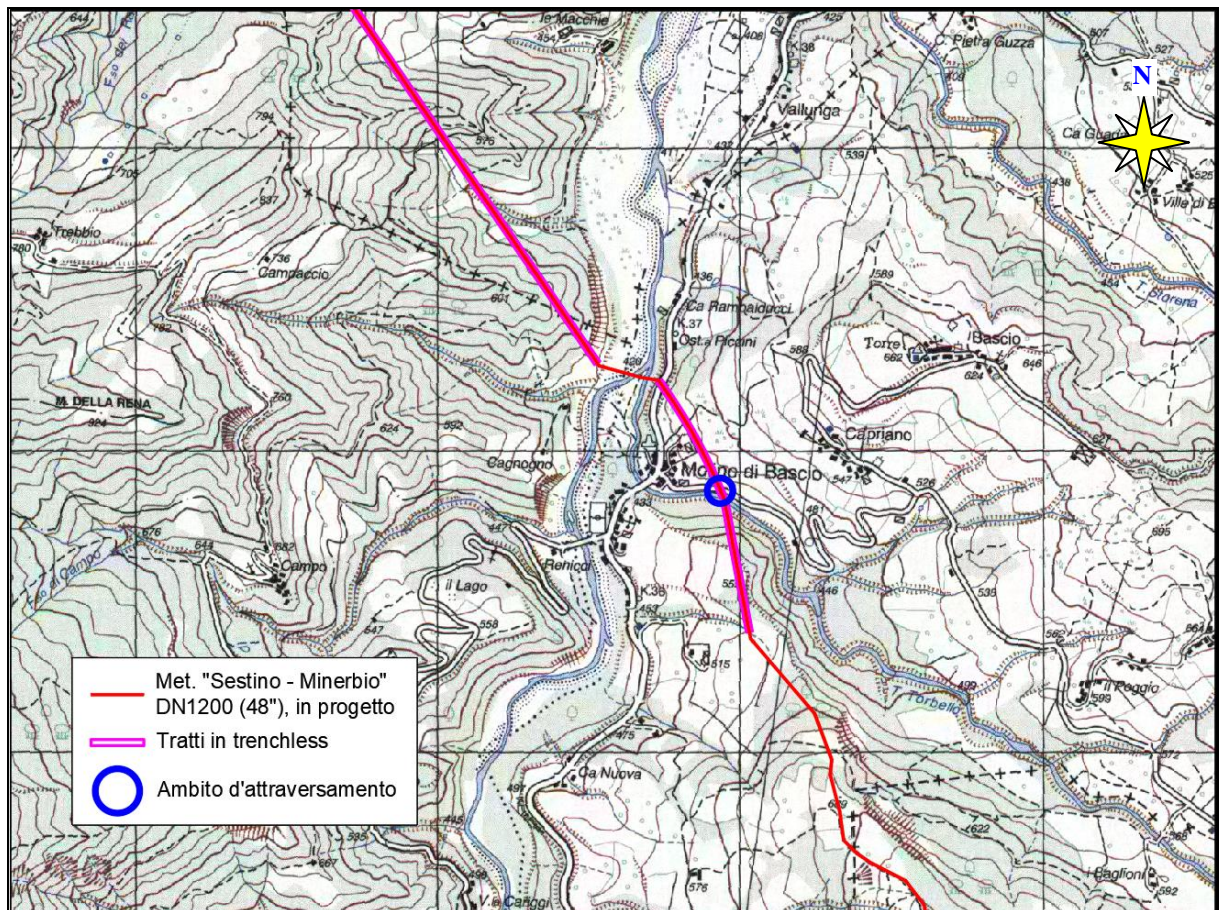


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000, con individuazione ambito di attraversamento

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		
Coordinate Piane: WGS84- Fuso 33 (EPSG 32633)	274855 m E	4849660 m N

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 8 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Nella figura seguente (Fig.2.1/B) è invece riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (dalle CTR in scala 1:10.000), nel quale sono riportate le medesime informazioni di cui allo stralcio precedente. Nella stessa figura sono inoltre schematicamente indicati (mediante delle sagome rettangolari in color magenta) i tratti di condotta con posa prevista in trivellazione.

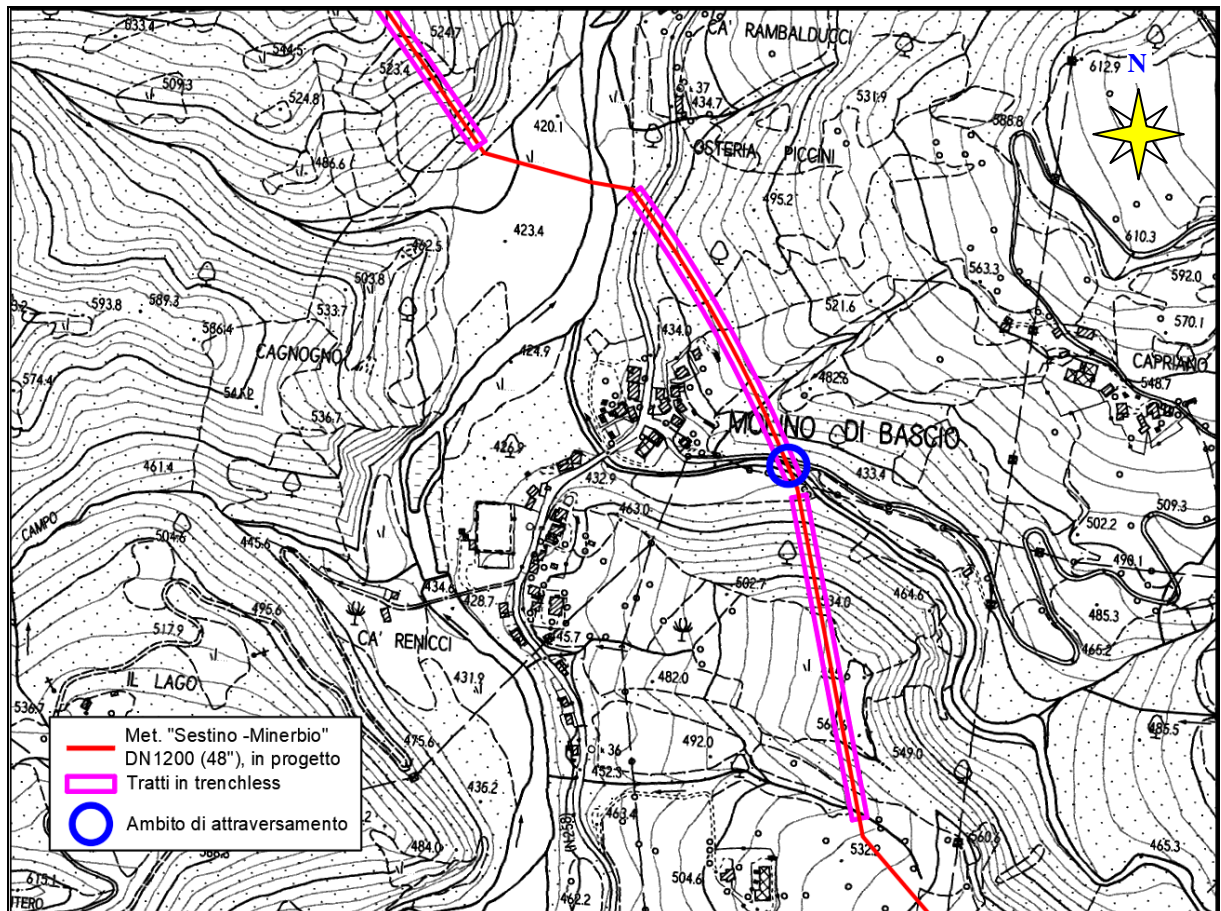


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'analisi della figura precedente, si rileva che l'attraversamento in esame dell'alveo del corso d'acqua verrà eseguito mediante una tecnologia trenchless (microtunnel).

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 9 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

3 ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO FLUVIALE IN ESAME

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

Il torrente Torbello è un corso d'acqua di media rilevanza dal punto di vista idraulico, affluente di destra nel tratto montano del fiume Marecchia, caratterizzato da un bacino complessivo chiuso alla foce di 18.6 km².

Il Torbello nasce in località “Poggio del Faggio”, dall'unione di alcuni piccoli fossetti che si sviluppano sulle pendici sud occidentali dei monti Sasso Simone e Simoncello.

Si sviluppa inizialmente in direzione ovest, poi nei pressi della località “Calucaccia”, riceve da sinistra il contributo del Fosso di San Gianni (tributario di sinistra ed unico affluente significativo) e cambia direzione, sviluppandosi verso nord-ovest, in una stretta valle delimitata dai 2 versanti laterali.

Quindi, dopo uno sviluppo complessivo dell'asta principale di circa 9 km e nei pressi della località “Molino di Bascio”, il torrente sfocia nel Marecchia.

Il torrente presenta un regime spiccatamente torrentizio con portate medie giornaliere massime nei periodi primaverili e tardo-autunnali; mentre nei mesi estivi (da luglio a settembre) le portate sono estremamente esigue (con periodi di siccità).

La modesta entità delle portate di magra è legata alla prevalenza dei deflussi superficiali o ipodermici rispetto a quelli profondi, per effetto della natura a matrice prevalentemente argillosa e, pertanto, scarsamente permeabile di una grossa parte dei suoli compresi nell'area montana e collinare.

Al fine di individuare e localizzare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto ed il corso d'acqua, nella figura seguente è riportata una corografia generale del bacino del torrente (su una base cartografica IGM al 25.000), dove sono riportate le seguenti informazioni:

- Il bacino complessivo del corso d'acqua è riportato in giallo;
- Il metanodotto in progetto è indicato tramite una linea in rosso;
- L'asta principale del corso d'acqua, nonché il reticolo significativo è riportato in blu;
- L'ambito di attraversamento del corso d'acqua è schematicamente indicato mediante un cerchio in magenta.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 10 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

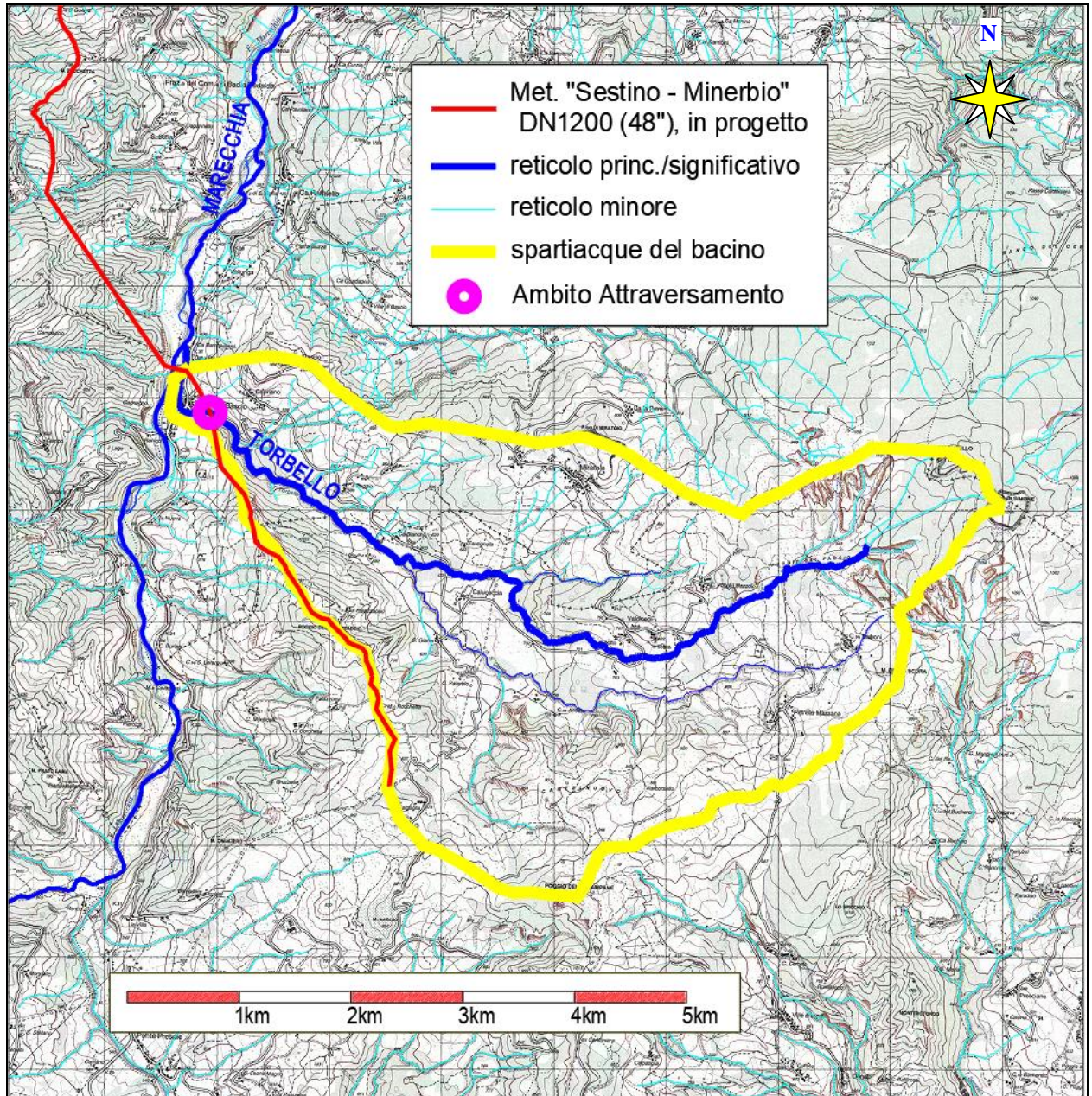


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito in esame

Dall'analisi della figura precedente (Fig.3.1/A), si rileva che l'ambito di attraversamento del torrente Torbello ricade nel tratto terminale dello sviluppo dell'asta fluviale del corso d'acqua, a poche centinaia di metri dalla foce nel torrente Marecchia.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 11 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

3.2 Descrizione dell'ambito di attraversamento

L'ambito di attraversamento del torrente Torbello ricade nei pressi della località “Molino di Bascio”, nel tratto terminale dello sviluppo dell’asta fluviale del corso d’acqua (a poche centinaia di metri dalla foce nel torrente Marecchia).

In prossimità dell’area di attraversamento, il corso d’acqua assume un andamento longitudinale moderatamente sinuoso, con una pendenza longitudinale di circa 1.5%.

In particolare, in corrispondenza del punto di attraversamento l’alveo presenta una larghezza al fondo di ampiezza di circa 7÷8m, con sponde mediamente acclivi che si elevano dal letto del torrente per circa 3m.

Il letto del corso d’acqua è costituito da ghiaie, ciottolame e piccoli blocchi lapidei di origine alluvionale, in una matrice sabbiosa.

Dal punto di vista vegetazionale si rileva la presenza, in entrambi i lati, di una rada vegetazione arbustiva ed arborea di tipo ripariale.

Inoltre, nell’ambito in esame e nel lato in destra idrografica s’individua la presenza della strada comunale “Bascio”.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame, qui di seguito si riporta una foto aerea (Fig.3.2/A), estrapolata da Google Earth, dove sono riportate le seguenti informazioni:

- il tracciato del metanodotto in progetto (tramite una linea in rosso);
- i tratti di condotta con posa in trenchless (con delle sagome rettangolari in magenta);
- l'area di attraversamento dell'alveo (mediante un cerchio in celeste).

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 12 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

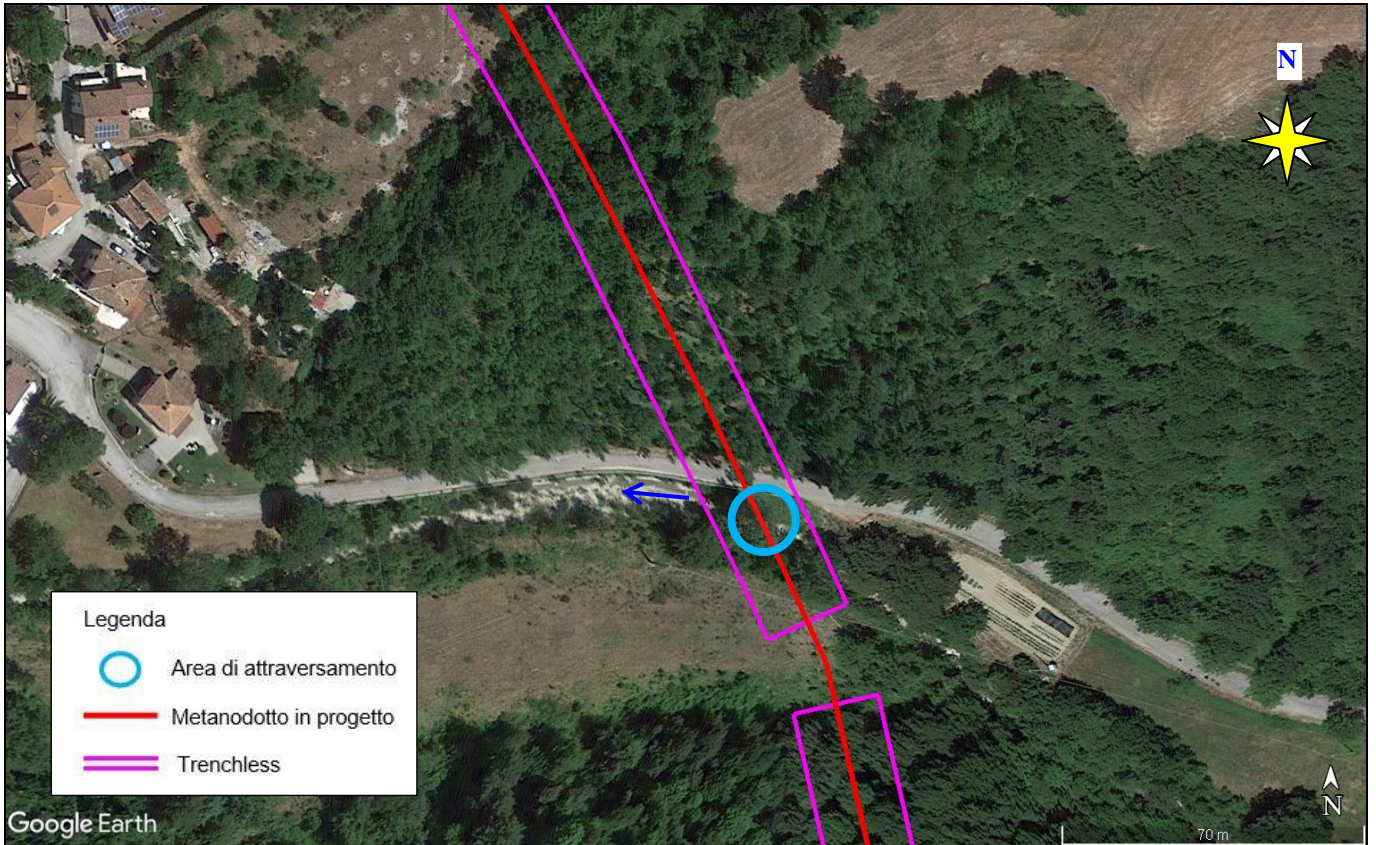


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento

Nella figura seguente (Fig.3.2B), inoltre, si riportano delle foto rappresentative dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 13 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040



Foto 1: Zona attraversamento torrente Torbello e Strada Comunale Bascio.



Foto 2: Zona attraversamento torrente Torbello – vista da destra idrografica

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 14 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040



Foto 3: Zona attraversamento torrente Torbello – vista da destra idrografica

Fig.3.2/B: Foto rappresentative dell'ambito d'attraversamento

3.3 Indagini di caratterizzazione stratigrafica

Per l'acquisizione degli elementi che hanno permesso di esprimere un giudizio sui terreni presenti lungo il tracciato del metanodotto in progetto, sono state eseguite (nel corso del tempo) varie campagne geognostiche.

In particolare, per la caratterizzazione litostratigrafica dell'ambito fluviale in esame nel presente elaborato, risulta interessante il sondaggio denominato S2, effettuato (nell'anno 2007) in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, sulla sponda destra del corso d'acqua. L'ubicazione planimetrica del sondaggio è riportata nel seguente stralcio planimetrico in scala 1:10.000.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 15 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

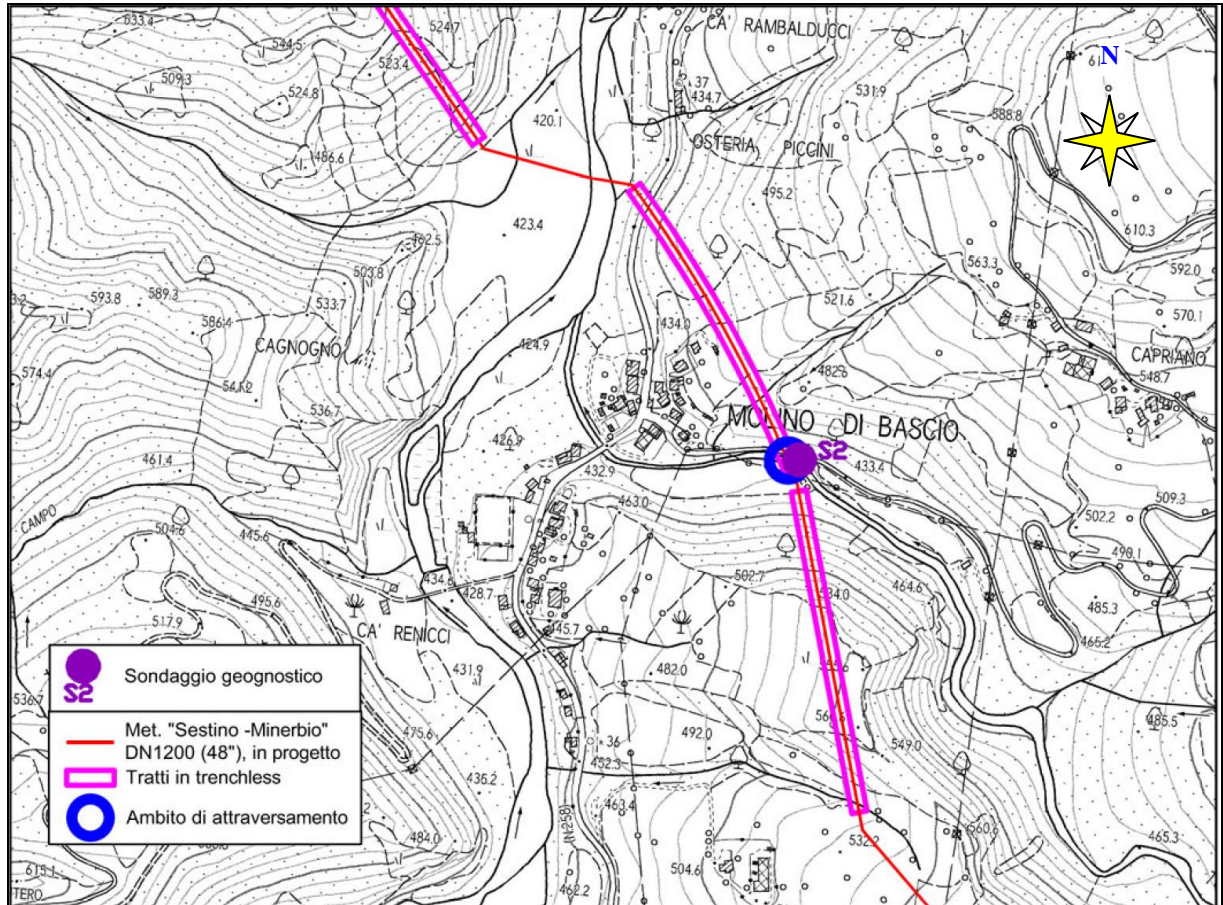


Fig.3.3/A: Planimetria in scala 1:10.000, con ubicazione del sondaggio di interesse

Per l'esame della colonna stratigrafica del sondaggio di riferimento, nonché delle foto delle cassette catalogatrici, si rimanda alla visione dell'Appendice 1.

Dall'analisi della stratigrafia del sondaggio, effettuato alla quota di circa 430,00 m s.l.m. (a circa 3m più in alto della quota di fondo alveo), emerge che al di sotto del terreno vegetale dello spessore di circa 0,85 m, si rinviene uno strato costituito da sabbie sciolte ghiaiose e a luoghi limose, fino a 4,60 m, intervallato tra 2,00 e 2,60 m, da uno strato di limo sabbioso poco consistente. Proseguendo, da 4,60 fino a 5,50 m si ha il livello di siltite alterata dal grigio al grigio chiaro; quindi fino a fondo foro, si ha la stessa siltite marnosa poco fratturata, compatta, con livelli arenacei centimetrici.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 16 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

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, localizzati 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.

In ultimo si pone in evidenza, che frequentemente sono disponibili degli “studi ufficiali”, adottati e/o approvati dalle Autorità competenti. In tali casi è opportuno riferirsi principalmente ai risultati di detti studi.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

Il torrente Torbello rappresenta un corso d'acqua il cui bacino è ricadente nella parte alta del bacino del Marecchia. In detto ambito e per dei corsi d'acqua prossimi a quello in esame, sono stati sviluppati degli “studi ufficiali” commissionati ed editi da parte dall'ex Autorità Interregionale di Bacino Marecchia – Conca.

Pertanto nel caso in esame ci si riferisce espressamente ai risultati degli “studi ufficiali” disponibili, utilizzando direttamente i dati di portata relativi ai corsi d'acqua localizzati nelle immediate vicinanze a quello in esame (estrapolati dagli studi dell'Autorità di Bacino) e, quindi, adottando il metodo della “similitudine idrologica” per effettuare le valutazioni specifiche.

4.3 Sezione di studio e parametri morfometrici del bacino

Poiché l'ambito di attraversamento del Torbello da parte del metanodotto in progetto è localizzato in prossimità della foce nel Marecchia, si assume come sezione idrologica di studio proprio quella di foce del corso d'acqua.

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), con indicazione delle aste fluviali dei corsi d'acqua principali e/o significativi (in blu) e del

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 17 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

reticolo idrografico minore (in celeste). Nella stessa figura il tracciato del metanodotto in progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

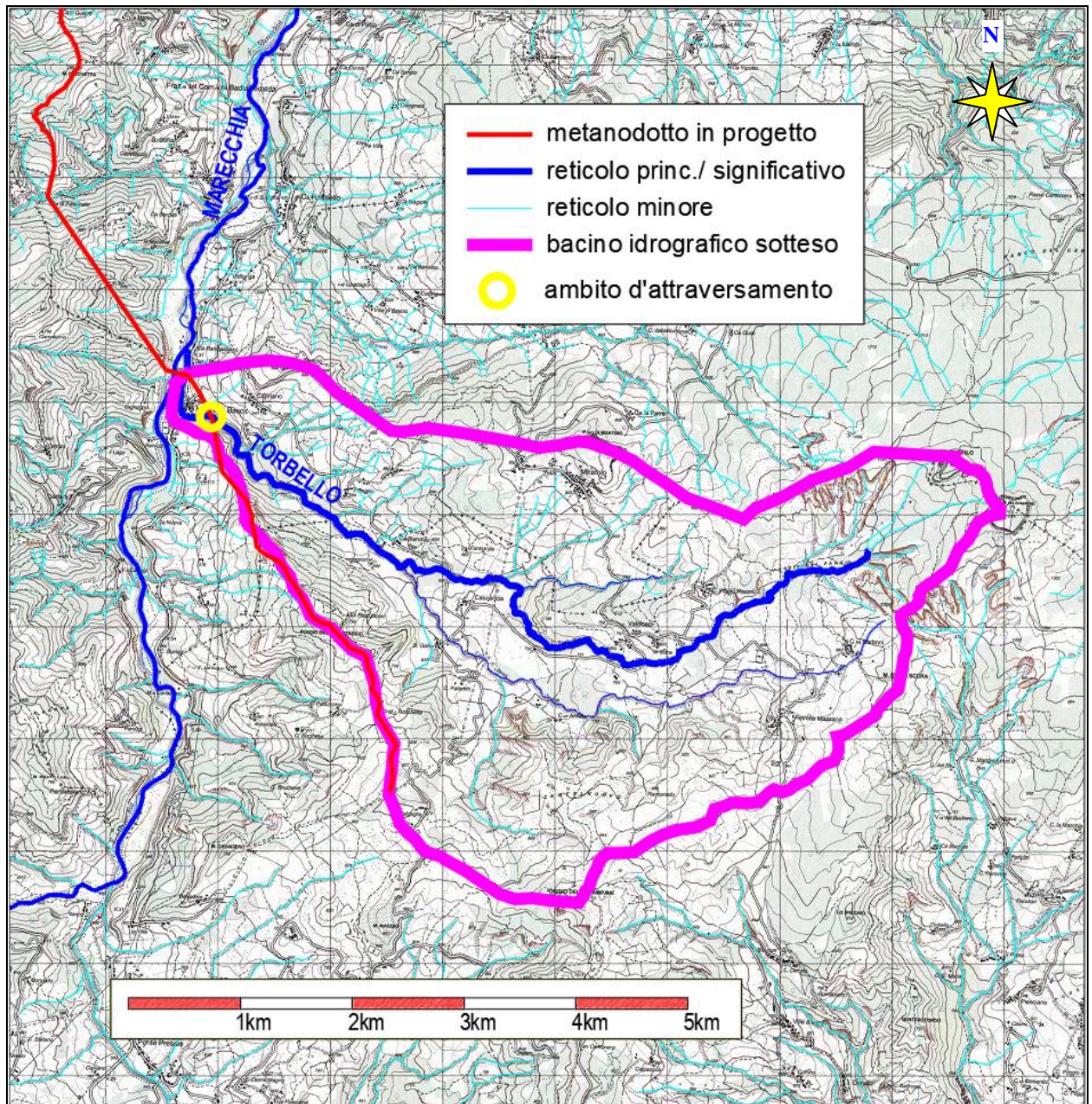




Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 18 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Nella tabella seguente si riportano alcuni dei parametri caratteristici del bacino sotteso dalla sezione di studio (valutati tramite un'analisi morfometrica del bacino).

Tab.4.3/A: Parametri di caratterizzazione del bacino

Corso d'acqua	Sez. di studio	Superficie Bacino (kmq)	Lunghezza asta principale (km)	Altitudine max del Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Torrente Torbello	Sezione di foce	18.6	9	1220	425

4.4 Studi di riferimento e risultati di interesse

4.4.1 Premessa

Facendo seguito a quanto evidenziato in precedenza, per le valutazioni idrologiche nell'ambito specifico in esame ci si riferisce al criterio della similitudine idrologica in considerazione dei dati di altri corsi d'acqua idrologicamente simili, di cui si dispongono delle valutazioni idrologiche derivanti da "studi ufficiali" commissionati ed editi dall'ex Autorità Interregionale di Bacino Marecchia – Conca.

Con particolare riferimento ci si riferisce al torrente Senatello, il quale presenta delle caratteristiche idrografiche, idrologiche, morfologiche simili al Torbello. Nonché i bacini dei due corsi d'acqua sono localizzati nelle immediate vicinanze tra di loro.

In tal senso si pone in evidenza, che relativamente al Senatello le valutazioni idrologiche da parte dell'Autorità di Bacino sono state eseguite in considerazione dei risultati degli elaborati qui di seguito citati:

- Documento C337-02-00101 (Anno 2008): "Analisi Idrologica Torrenti Mazzocco, Senatello e San Marino";
- Documento C337-02-00202 (anno 2008): "Analisi idraulica / Fiume Marecchia (da confluenza T. Senatello a Ponte Maria Maddalena), torrenti Mazzocco, Senatello e San Marino"

I suddetti elaborati sono scaricabili in rete dal link:

https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/strumenti-e-dati/copy_of_autorita-bacino-marecchia-conca/studi-specifici-bacino-idrografico

4.4.2 Risultati delle elaborazioni

Dall'esame degli elaborati tecnici precedentemente citati, s'inviduano le informazioni idrologiche riportate nella tabella seguente.

Tab.4.4/A: Torrente Senatello -portate di piena in alcune sezioni rappresentative

Sezione idrologica	Sup. Bacino (kmq)	Portata TR50 (mc/s)	Portata TR200 (mc/s)	Portata TR500 (mc/s)
Senatello - Sottobacino 1 (di monte)	13.8	109	133	149
Senatello - Sez.95	37.5	198	241	270
Senatello - Complessivo (foce)	49	251	307	344

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 19 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

4.5 Valutazione idrologiche specifiche

Per la valutazione delle portate al colmo di piena nel torrente Torbello ci si riferisce ai risultati disponibili sul Senatello e ci si avvale del metodo della "similitudine idrologica", ossia che consente la valutazione delle stesse in funzione della superficie del bacino. In tal senso qui di seguito è riportato un grafico in Excel per la valutazione delle curve di interpolazione delle portate al colmo di piena in funzione della superficie del bacino (partendo dai valori relativi sezioni idrologiche citate nella Tab.4.4/A). Dette curve sono riportate in forma parametrica, in considerazione dei tempi di ritorno riferiti a 50, 200 e 500 anni.

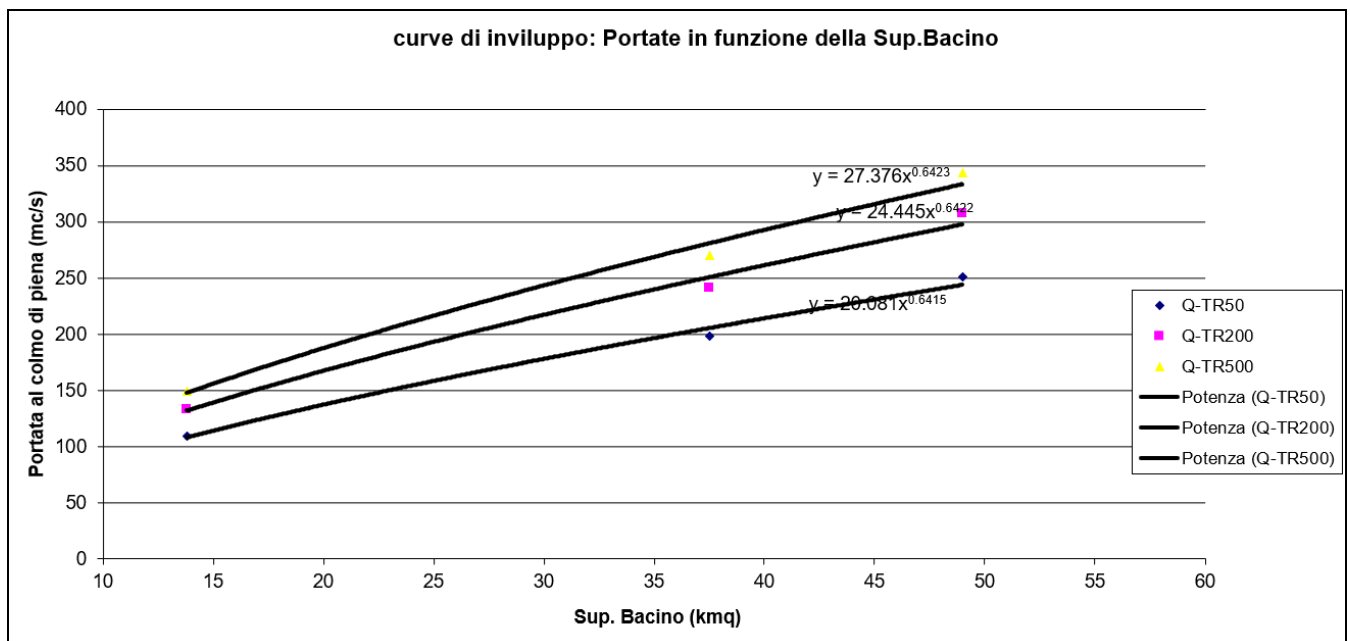


Fig.4.5/A: Curve di interpolazione della portata al colmo di piena in funzione della superf. del bacino

Dall'analisi della figura precedente si rileva che sono state individuate le seguenti 3 "curve di interpolazione" delle portate "Q" in funzione della superficie del bacino "S":

- $T_R = 50 \text{ anni} \rightarrow Q_{50} = 27.376 \times S^{0.6423}$;
- $T_R = 200 \text{ anni} \rightarrow Q_{200} = 24.45 \times S^{0.6422}$;
- $T_R = 500 \text{ anni} \rightarrow Q_{500} = 20.081 \times S^{0.6415}$;

Pertanto, utilizzando gli algoritmi delle curve di interpolazione sopra riportate ed in considerazione della superficie del bacino sotteso nella nostra sezione di studio (cfr.Tab.4.3/A), è stato possibile valutare le portate nella sezione in esame nel presente elaborato. I risultati sono riportati nella tabella seguente:

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 20 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Tab.4.5/A: Sez. Studio - Portate al colmo di piena

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Torrente Torbello / Sez. di studio	18.6	131	160	179

4.6 Portata di progetto

Conformemente a quanto previsto in normativa, si adotta come portata di progetto per la sezione di studio in esame quella associata ad un tempo di ritorno (T_R) pari a 200 anni.

In riferimento a quanto riportato nella Tab.4.5/A, nella tabella seguente si riepiloga dunque la portata di progetto, la quale verrà presa in considerazione per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente.

Tab.4.6/A: Portata di progetto

Corso d'acqua	Sezione Idrologica	Sup. Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s×kmq)
Torrente Torbello	Sezione di foce	18.6	160	8.60

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 21 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

5 STUDIO IDRAULICO

5.1 Presupposti e limiti dello studio

Nel presente capitolo sono descritte le procedure ed i risultati delle elaborazioni condotte per la verifica delle condizioni idrauliche del deflusso di piena del corso d'acqua nel tronco oggetto dell'intervento. In particolare, nello specifico si è deciso di svolgere l'analisi idraulica, attraverso una *modellazione in moto permanente* in un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo dell'ambito di attraversamento della condotta in progetto.

In generale le finalità ultime degli studi idraulici sono rappresentate dalla valutazione dei battenti idraulici 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, lo studio è incentrato principalmente all'individuazione dei parametri idraulici di deflusso in alveo necessari per la valutazione delle erosioni al fondo 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.

Come esposto nel capitolo precedente, le valutazioni idrauliche sono effettuate sulla base dell'evento di piena corrispondente al tempo di ritorno $T_R = 200$ anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%). Tale valore è utilizzato per la stima degli eventuali fenomeni erosivi, che devono dimostrarsi limitati entro condizioni compatibili per assicurare la sussistenza di condizioni di stabilità per la condotta e l'assenza di eventuali interferenze tra questa ed i fenomeni associati al deflusso di piena.

Lo schema utilizzato nello studio per la determinazione dei profili idrici è quello di moto permanente monodimensionale (deflusso costante e geometria variabile), con corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture), variazioni di forma dell'alveo e di pendenza longitudinale del fondo compatibili con il modello. I limiti dello studio sono quelli intrinseci del modello di calcolo e che le valutazioni idrauliche sono condotte comunque in riferimento ad un tratto limitato del corso d'acqua.

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS (vers.6.2) e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

Infine, si ritiene opportuno evidenziare che lo studio risulta pertinente sia all'attuale configurazione idraulica del corso d'acqua (*ante-operam*), che a quella di fine lavori (*post-operam*). Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto (infrastruttura lineare interrata) non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni tali da modificarne le condizioni attuali di deflusso della corrente.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 22 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

5.2 Assetto geometrico e modellazione idraulica

5.2.1 Assetto geometrico di modellazione

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco fluviale idraulicamente significativo a cavallo della sezione di attraversamento del metanodotto, per uno sviluppo complessivo di circa 300 m.

I dati geometrici di base derivano dai DTM (con risoluzione 1x1) ricavati tramite volo Lidar (appositamente eseguito per la progettazione del metanodotto in esame), che hanno consentito la definizione delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle golene lungo lo sviluppo del tronco d'alveo oggetto di analisi. Detto volo è stato eseguito nel Settembre 2022, in condizioni di assenza pressoché totale di acqua nel corso d'acqua e pertanto nella situazione ottimale per la corretta individuazione della configurazione d'alveo.

In aggiunta si pone in evidenza che, nel Giugno 2023 (dopo che si sono verificati gli eventi di piena del Maggio 2023 sui corsi d'acqua Romagnoli), è stato eseguito un ulteriore volo Lidar lungo il tracciato del metanodotto (per i primi 50 km di sviluppo). Dall'analisi di raffronto tra i risultati nei termini morfologici tra i 2 voli Lidar si è avuto modo di riscontare che nell'ambito fluviale in esame non si sono verificate delle evoluzioni significative. Inoltre il volo più recente (quello del 2023), essendo stato eseguito in presenza significativa di acqua in alveo, è stato ritenuto meno indicato per rappresentare adeguatamente la configurazione d'alveo.

Entrando nello specifico, nella figura seguente si riporta una planimetria con il Modello Digitale del Terreno, nella quale l'asta del corso d'acqua considerata nella modellazione idraulica è indicata in colore blu, mentre le sezioni trasversali sono riportate in colore magenta.

La RS307 coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; invece, la sezione RS18 rappresenta quella di valle.

L'ambito di attraversamento ricade poco a valle della River Station RS149.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 23 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

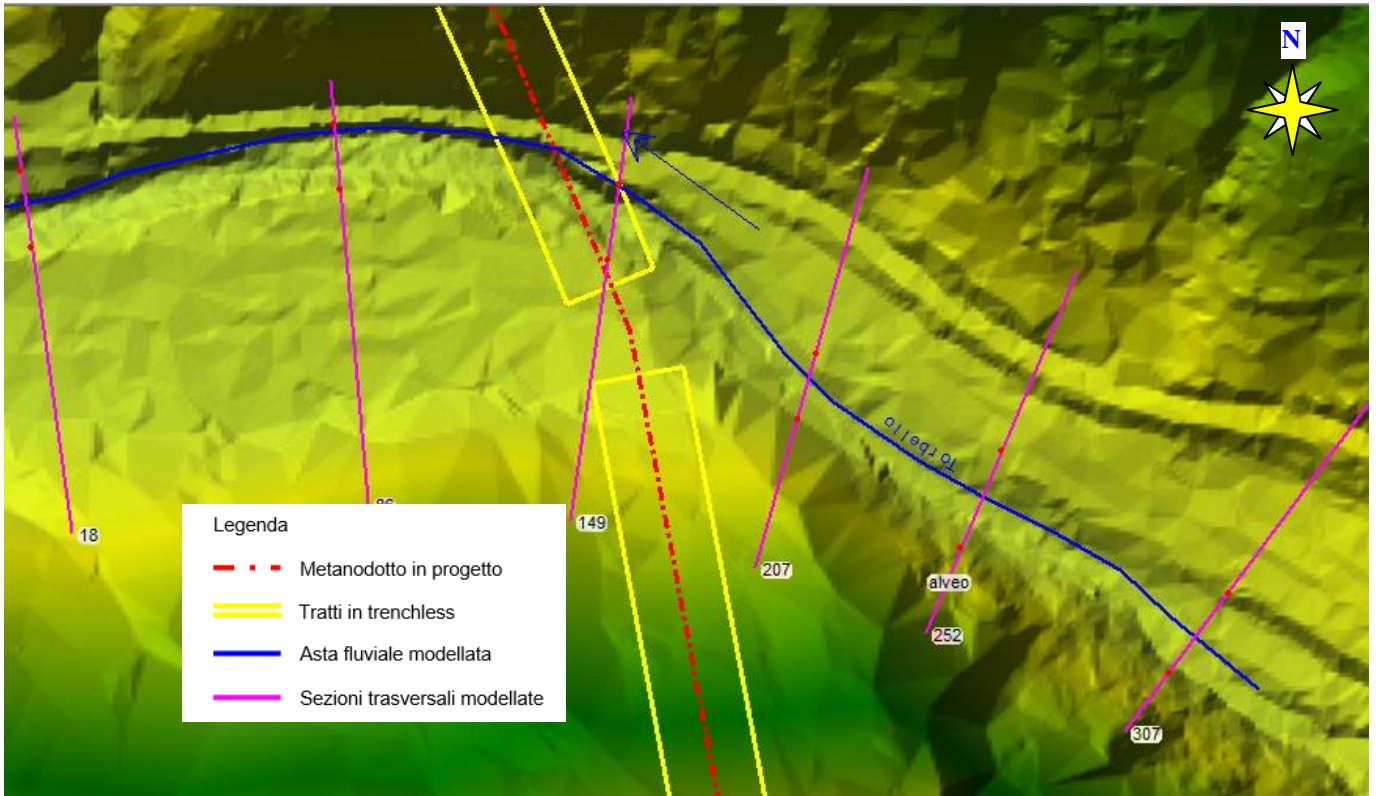


Fig.5.2/A: Schermata del DTM, con tronco d'alveo analizzato e sezioni di input nella modellazione

5.2.2 Dati di Input e condizioni al contorno

Le elaborazioni sono state effettuate considerando l'evento di piena associato ad un tempo di ritorno di 200 anni, per il quale (in riferimento alle valutazioni idrologiche di cui al capitolo precedente) è stata valutata una portata al colmo di piena Q pari a:



- $Q_{200}=160 \text{ m}^3/\text{s}$

Il valore di portata è stato mantenuto costante per tutto il tronco d'alveo in esame nella modellazione idraulica. Inoltre la portata è stata mantenuta costante nel tempo, in conformità ad una delle ipotesi del moto permanente.

Le condizioni al contorno imposte alle estremità del tronco d'alveo oggetto di studio sono costituite da un flusso in moto uniforme "normal depth" a monte ed a valle, in considerazione delle pendenze al fondo individuate per i tratti immediatamente esterni all'estremità del tronco.

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza di Manning "n", individuati in relazione alle caratteristiche peculiari rilevate nell'ambito fluviale in esame (corso d'acqua naturale, con presenza in alveo di ciottolame e blocchi lapidei). Ossia:

- 0,035 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,055 per le aree di deflusso oltre i limiti d'alveo (LOB, ROB).

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 24 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

5.3 Risultati della simulazione idraulica

Nella tabella seguente si riporta il prospetto riepilogativo dei risultati conseguiti nell'elaborazione idraulica, relativamente alle varie sezioni di calcolo considerate nella modellazione idraulica.

Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa di Output

River Station	Q Total (m3/s)	Q Chan (m3/s)	Min Ch Elev (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)	Top Width Act Chl (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chnl (N/m2)	Froude Chl
307	160	160.00	430.13	432.49	432.7	433.64	0.0160	4.76	33.65	21.07	21.04	1.6	236.84	1.20
252	160	159.82	429.09	431.96	431.97	432.87	0.0104	4.23	38.13	23.34	20.43	1.85	178.79	0.99
207	160	140.14	428.68	431.23	431.51	432.34	0.0127	4.95	41.81	36.38	14.50	1.95	237.51	1.13
149	160	159.91	427.03	430.11	430.43	431.49	0.0156	5.22	30.82	17.22	15.76	1.94	270.25	1.19
86	160	139.62	426.68	430.04	430.1	430.69	0.0061	3.8	59.63	60.29	13.85	2.65	133.34	0.75
18	160	159.14	425.51	428.53	429.03	429.96	0.0171	5.32	31.07	28.71	16.60	1.8	284.91	1.27

Nella tabella di “output”, i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

River Station:	Numero identificativo della sezione;
Q Total:	Portata complessiva defluente nell'intera sezione trasversale;
Q Chan:	Portata defluente nel canale principale (alveo attivo)
Min. Ch Elev:	Quota minima di fondo alveo;
W.S. Elev:	Quota del pelo libero;
Crit W.S:	Quota critica del pelo libero (corrispondente al punto di minimo assoluto della curva dell'energia);
E.G. Elev:	Quota della linea dell'energia per il profilo liquido calcolato;
E.G. Slope:	Pendenza della linea dell'energia;
Vel Chnl:	Velocità media nel canale principale (alveo attivo);
Flow Area:	Area della sezione liquida effettiva;
Top Width:	Larghezza superiore della sezione liquida complessiva;
Top Width Act Chl:	Larghezza superiore della sezione liquida in alveo, senza includere eventuali flussi inefficaci;
Hydr Depth C:	Altezza liquida media nel canale principale (alveo attivo);
Shear Chnl:	Tensione di attrito nel canale principale (alveo attivo);
Froude Chnl:	Numero di Froude nel canale principale (alveo attivo);

Nella figura seguente si riporta uno stralcio del Modello Digitale del Terreno, sul quale sono riportate le aree inondabili individuate nella modellazione idraulica.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 25 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

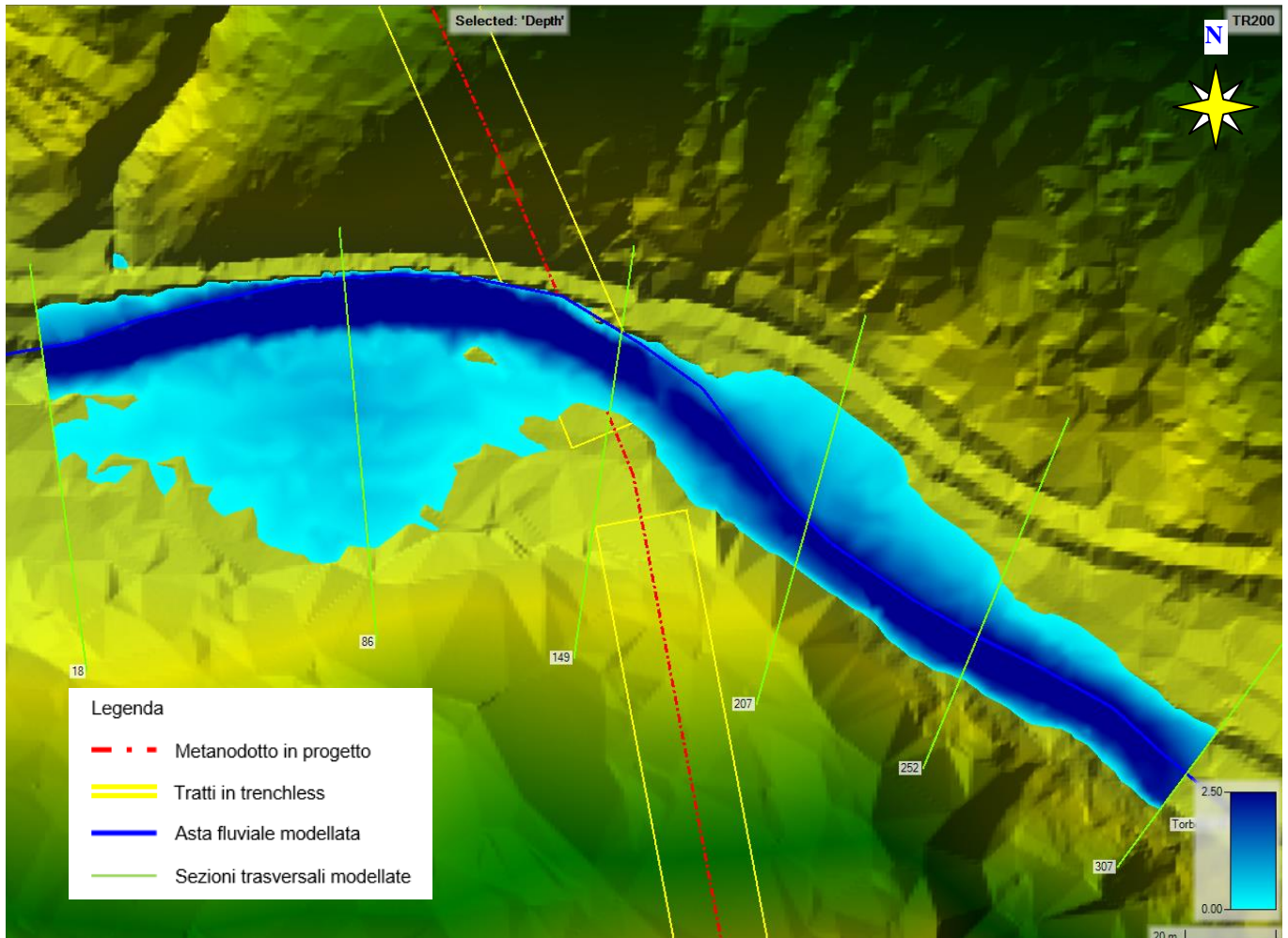


Fig.5.3/A: DTM, con individuazione delle aree inondabili (profondità in m)

Qui di seguito si riporta il profilo longitudinale lungo l'asta del tronco d'alveo considerato.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 26 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

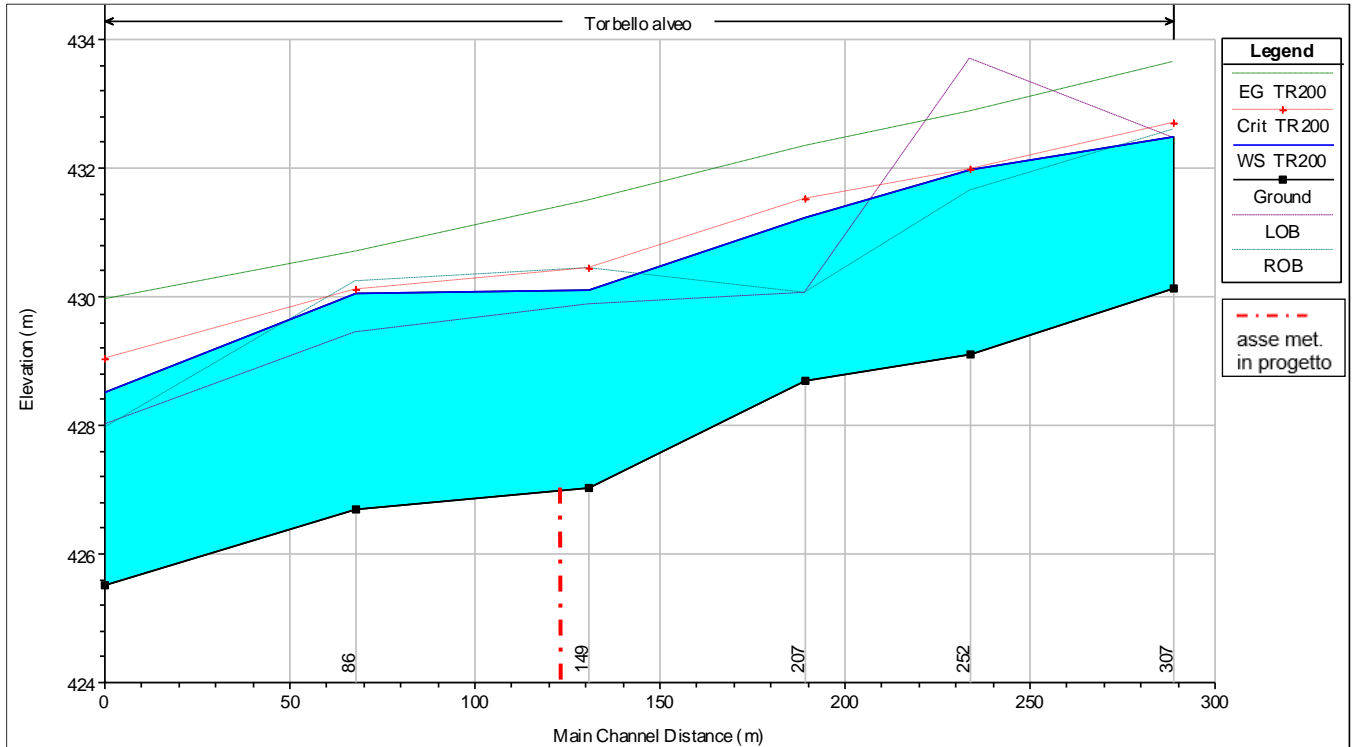
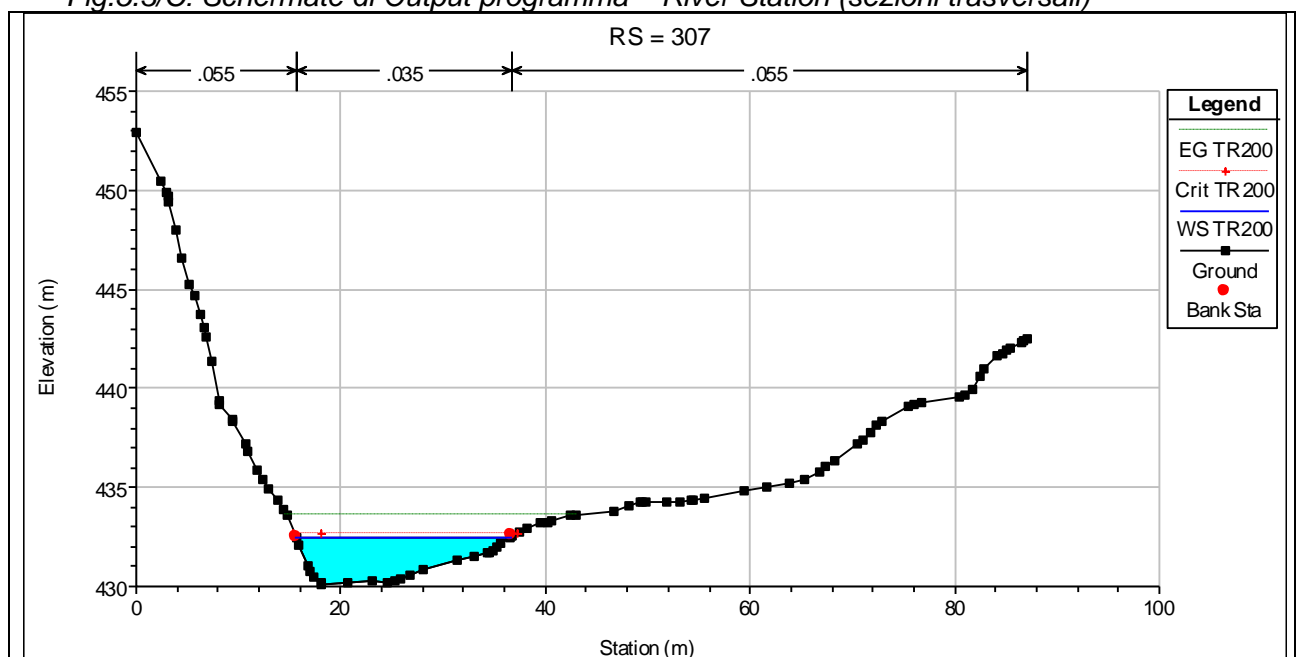


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale

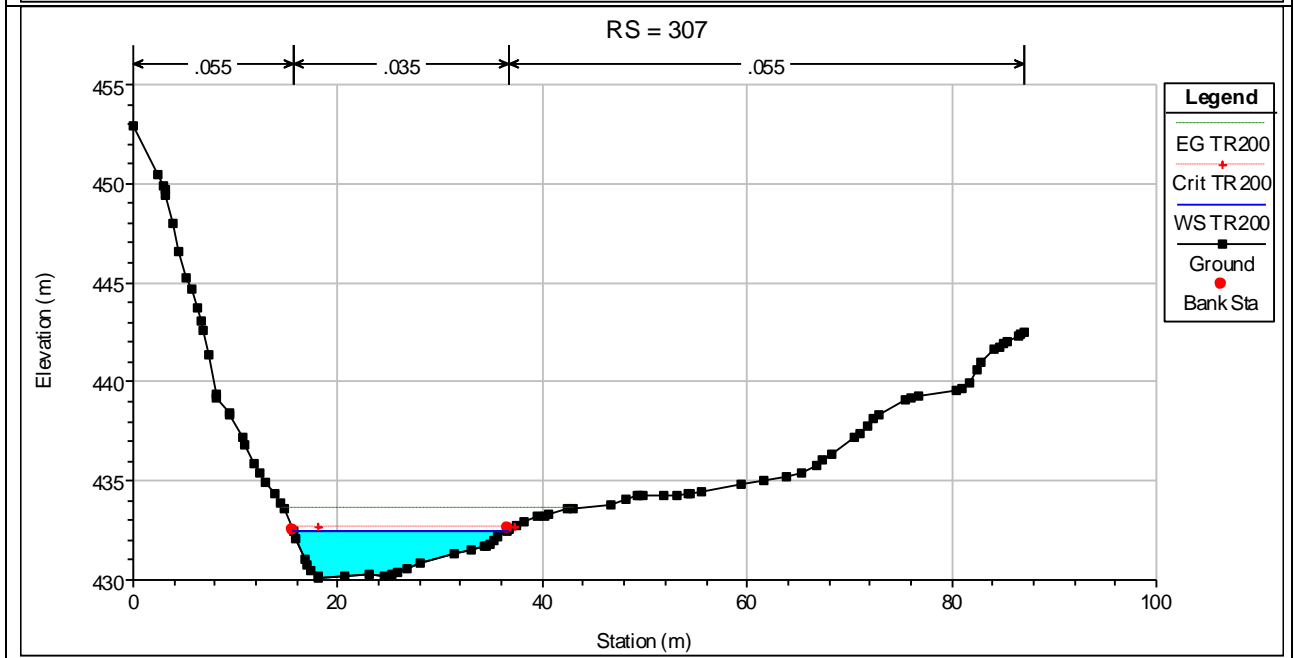
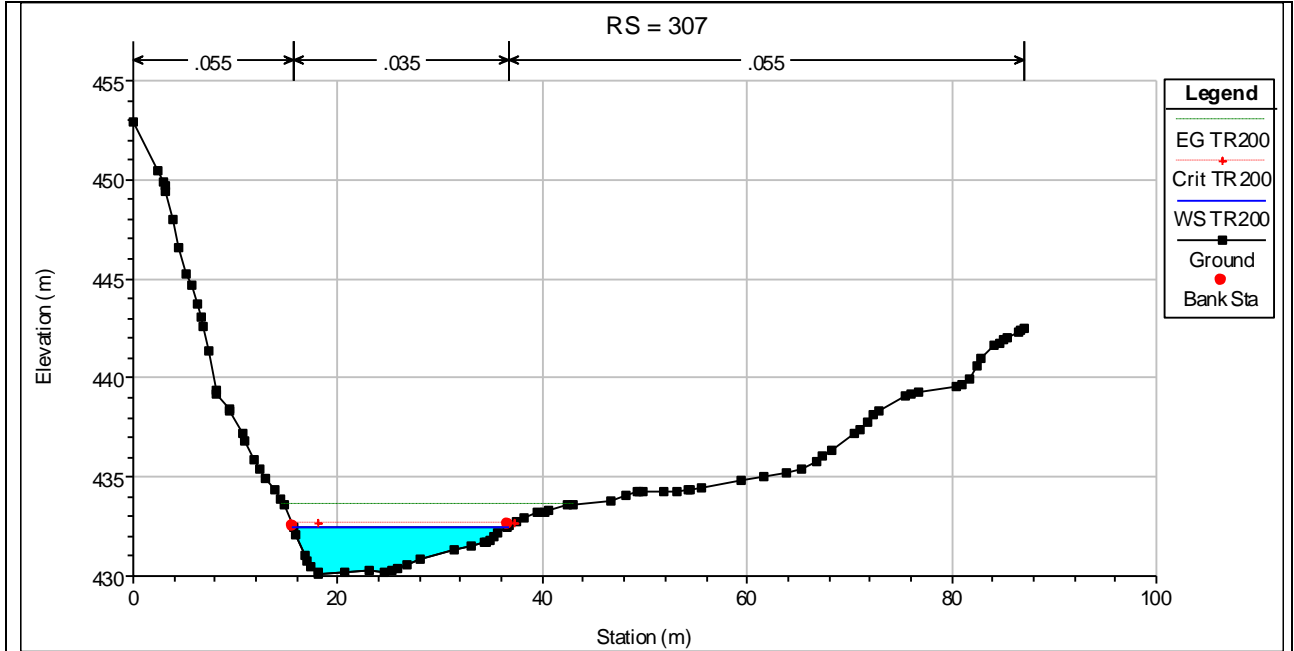
Infine nella figura seguente si riportano le schermate di output delle varie sezioni di calcolo (River Station) considerate nelle elaborazioni idrauliche (partendo dalla sezione di monte e procedendo sino a quella di valle).


Fig.5.3/C: Schermate di Output programma – River Station (sezioni trasversali)



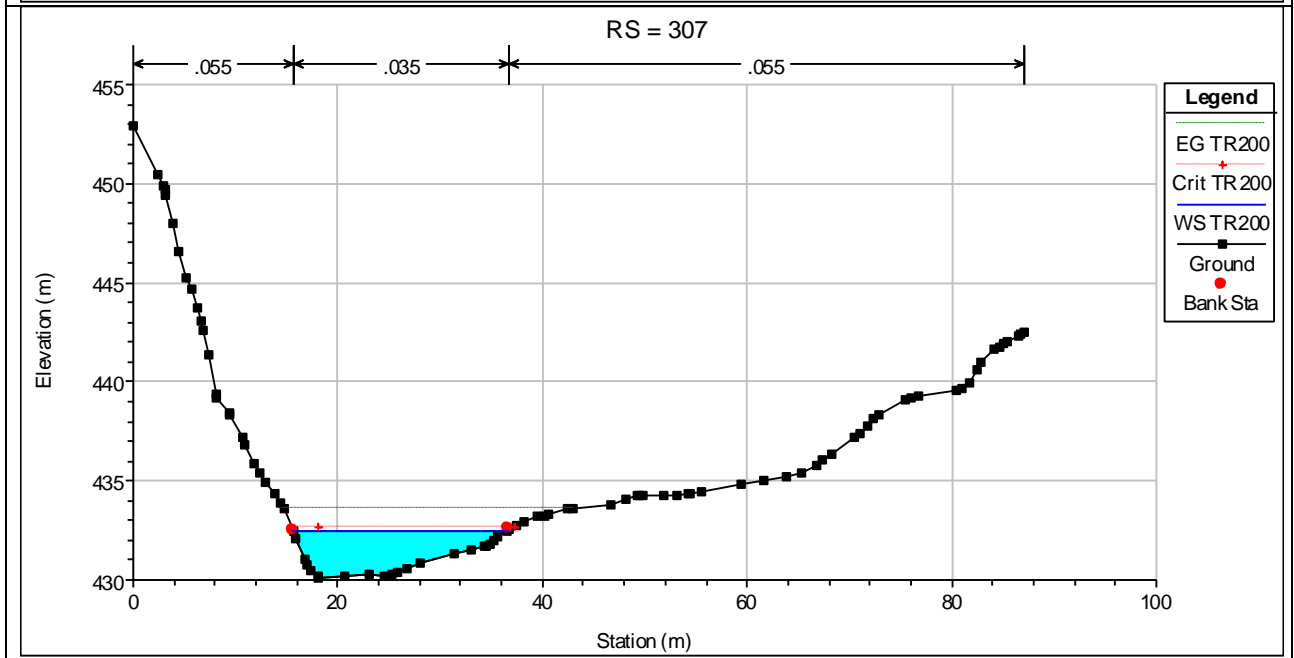
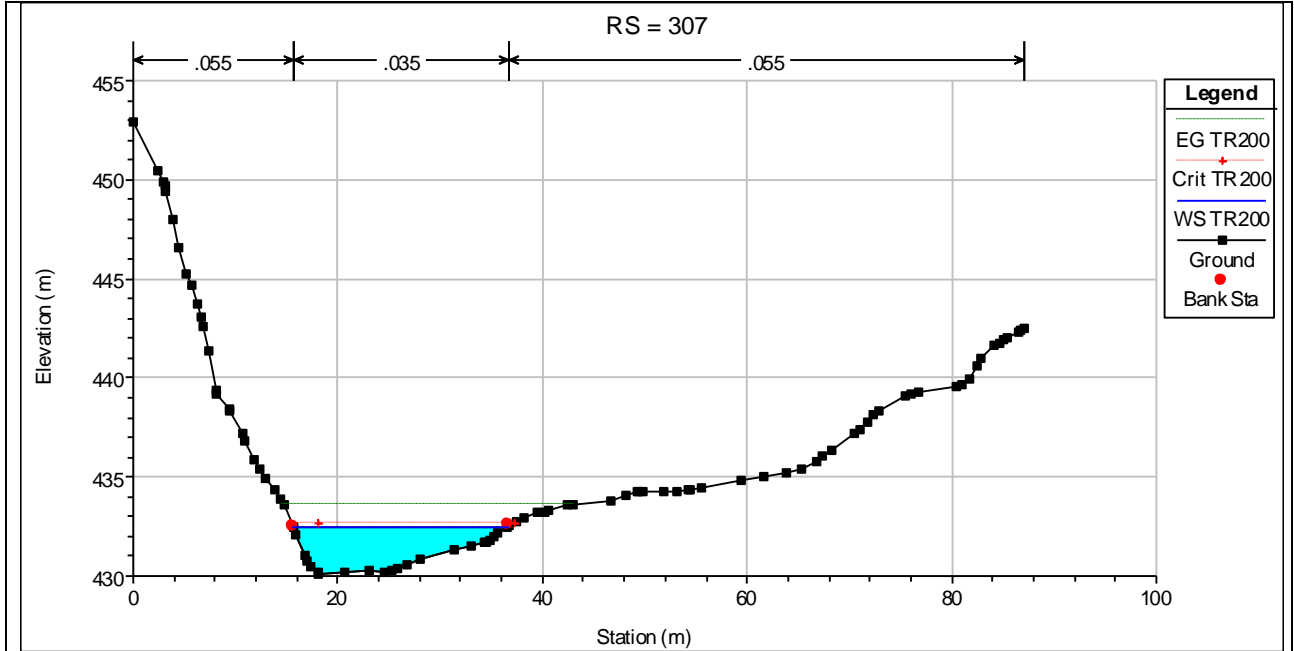
	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO - MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 27 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040



	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 28 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040



	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 29 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

5.4 Analisi dei risultati conseguiti

Nella Tab.5.3/A (nel paragrafo precedente) è stato riportato il prospetto riepilogativo dei risultati conseguiti nelle varie sezioni di calcolo considerate nella modellazione idraulica. Inoltre, sempre nel paragrafo 5.3, sono state riportate le schermate di output del programma ritenute maggiormente rappresentative per illustrare i risultati delle elaborazioni.

Pertanto, dall'esame dei risultati della simulazione idraulica, si rileva che in gran parte del tronco idraulico le inondazioni, in occasione dell'evento di piena di progetto (portata duecentennale), rimangono confinate nell'intorno dell'alveo ordinario (individuabile planimetricamente nella Fig.5.3/A con la colorazione "blu intenso"). Esclusivamente nel tratto terminale s'individuano delle più ampie fasce inondabili nel lato in sinistra idrografica.

Le velocità di deflusso in alveo della corrente, a causa della pendenza significativa del fondo (di oltre 1,5%) assumono in generale dei valori molto elevati (intorno ai 5 m/s).

Per le valutazioni dei fenomeni erosivi in alveo, in considerazione dei parametri di deflusso relativi alla piena di progetto, si rimanda a quanto riportato nel capitolo seguente.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 30 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

6.1 Generalità

Nel corso degli eventi di piena, il fondo degli alvei subisce modifiche morfologiche, in molti casi anche di notevole entità, innescate da cause che possono essere definite “intrinseche” (dovute cioè a fenomeni naturali quali confluenze, curve, ostacoli naturali ecc.) o “indotte” (legate ad alterazioni di origine antropica diretta o indiretta, quali opere in alveo, escavazioni, ecc.). La valutazione di tali fenomeni riveste notevole importanza ai fini del dimensionamento degli interventi in alveo.

Allo stato attuale delle conoscenze tecniche, la valutazione dell’entità degli approfondimenti, dei fenomeni di escavazione e di trasporto localizzato, nella maggioranza dei casi, dipende da un puntuale riscontro sul campo, atto a valutare lo stato generale dell’alveo. La stima del valore atteso per tali fenomeni rimane, nella maggioranza dei casi, un’attività dipendente in massima parte dall’esperienza e dalla sensibilità del progettista, il quale deve avvalersi in misura preponderante degli esiti di appositi sopralluoghi per valutare lo stato generale dell’alveo. Le analisi di natura sperimentale disponibili, pur fornendo utili indicazioni circa l’entità dei fenomeni, risultano spesso legate alle particolari condizioni al contorno poste a base delle indagini, ed ai modelli rappresentativi utilizzati.

Il lavoro di ricerca ha prodotto negli ultimi cinquanta anni una serie di risultati, che forniscono utili indicazioni circa l’entità dei fenomeni di escavazione e trasporto localizzato solo in alcuni casi tipici. Va sottolineato che tali risultati sono in generale caratterizzati dai seguenti limiti principali:

- la quasi totalità dei dati utilizzati per la definizione delle metodologie di valutazione delle escavazioni proviene da prove effettuate in laboratorio, su modelli in scala ridotta e su terreni di fondo alveo a granulometria maggiormente omogenea di quanto effettivamente riscontrabile in natura;
- ogni formula determinata per via sperimentale è strettamente legata a casi particolari di escavazione in alveo e risulta difficilmente estrapolabile a casi dissimili da quelli direttamente analizzati in campo o in laboratorio;
- non si dispone di analisi effettuate su ripristini di scavo e su rivestimenti eseguiti in opera, che si differenzino dalle condizioni teoriche di depositi aventi una granulometria ordinaria;
- le sperimentazioni sono in massima parte riferite a condizioni che prevedono una portata di base sostanzialmente costante e non tengono conto di fenomeni di estrema variabilità che caratterizzano gli eventi di piena in alvei a regime torrentizio;
- gli studi sono condotti essenzialmente per alvei di pianura di grandi dimensioni.

Le considerazioni sopra riportate devono condurre pertanto ad un atteggiamento di estrema cautela nell’uso delle relazioni utilizzate per il calcolo degli approfondimenti, avendo cura di utilizzare ciascuna di esse per casi simili a quelli per cui sono state ricavate ed associando comunque alle valutazioni condotte su scala locale (buche, approfondimenti localizzati) considerazioni ed analisi sulla dinamica d’alveo generale nella zona di interesse (presenza o meno di trasporto solido, variazioni storiche della planimetria d’alveo, granulometria dei sedimenti ed indagine geotecnica sui litotipi presenti nei primi metri del fondo, ecc.).

Nel seguito si descrivono quindi le espressioni generali che si ritengono utilizzabili nel caso in oggetto, per la valutazione dei fenomeni erosivi in alveo, al fine di quantificare il

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 31 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

valore che un eventuale approfondimento potrebbe raggiungere rispetto alla quota media iniziale del fondo, interessando quindi la quota di collocazione della condotta.

6.2 Criteri di calcolo

Approfondimenti localizzati

Per quanto attiene alla formazione locale di buche ed approfondimenti, le posizioni e le caratteristiche di queste erosioni sono talvolta abbastanza prevedibili, come ad esempio nel punto di gorgo dei meandri o in corrispondenza di manufatti, ed a volte del tutto imprevedibili, specialmente in alvei a fondo mobile, cioè costituiti da un materiale di fondo essenzialmente granulare.

Infatti, in tali alvei, anche in assenza di manufatti, sul fondo possono crearsi buche di notevole profondità; le condizioni necessarie per lo sviluppo del fenomeno sembrano individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella presenza di irregolarità geometriche dell'alveo, che innescano il fenomeno stesso.

Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota iniziale del fondo alveo durante la manifestazione di piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh¹ è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici ed è quella maggiormente impiegata (con risultati soddisfacenti) per gli attraversamenti in subalveo di corsi d'acqua da parte delle condotte (soprattutto nel campo dei metanodotti).

In ragione di quanto detto, per la valutazione degli approfondimenti localizzati in alveo rispetto alla quota iniziale del fondo si ricorre alla citata formula di Schoklitsh:

$$S = 0.378 \cdot H^{1/2} \cdot q^{0.35} + 2.15 \cdot a$$

dove:

- **S** è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- **H** = $h_0 + v^2/2g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **h₀** = il livello medio del battente idrico in alveo;
- **q** = Q_{Max}/L è la portata specifica media in alveo, per unità di larghezza L;
- **a** è dato dal dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca;

Il valore di **a** viene assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base della pendenza locale del fondo alveo in corrispondenza della massima incisione, moltiplicata per una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena considerata.

Arature di fondo

Per quanto attiene al fenomeno di scavo temporaneo durante le piene o "aratura di fondo", esso raggiunge valori modesti, se inteso come generale abbassamento del fondo alveo, mentre può assumere valori consistenti, localmente, se inteso come migrazione trasversale o longitudinale dei materiali incoerenti.

¹ Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 32 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Nel primo caso si tratta della formazione di canali effimeri di fondo alveo sotto l'azione di vene particolarmente veloci.

Nel secondo caso, tali approfondimenti possono derivare, durante il deflusso di massima piena, dalla formazione di dune disposte trasversalmente alla corrente fluida, che comportano un temporaneo abbassamento della quota d'alveo, in corrispondenza del cavo tra le dune stesse.

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate² da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia³, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

Per quanto riguarda il fenomeno di scavo temporaneo durante le piene, come detto, non disponendo allo stato di algoritmi opportunamente tarati, atti a determinare la potenziale entità del fenomeno in relazione alle specificità del sito in studio, ci si basa sulle considerazioni empiriche proposte in letteratura tecnica, secondo le quali un valore del tutto cautelativo della profondità di tali potenziali escavazioni del fondo (**Z**) è stimabile, in corrispondenza di una assegnata sezione, al massimo in ragione del 50% del battente idrometrico medio di piena in alveo (**h_o**), ovvero:

$$Z = 0,5 \cdot h_o$$

Diametro limite dei clasti trasportabili

In merito al problema della determinazione del diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena, si ricorre alla formula di Shields, che, per i casi di regime turbolento ($Re^* > 1000$), diviene

$$\delta = \frac{\tau_o}{[0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w)]}$$

dove

- δ è il diametro delle particelle;
- τ_o è la tensione tangenziale in alveo;
- γ_s è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m³);
- γ_w è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

² Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

³ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 33 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Considerazioni sui metodi di calcolo impiegati

In Italia, negli ultimi 50÷60 anni circa, per la progettazione di attraversamenti in subalveo dei metanodotti (e/o di percorrenze in alveo), l'applicazione dei metodi sopracitati (che si completano con la valutazione dell'erosione massima in alveo, in considerazione del valore maggiore tra gli approfondimenti localizzati e le arature di fondo individuati nel tronco fluviale in esame) risultano quelli maggiormente impiegati, anche in considerazione di una vastissima casistica di situazioni litologiche e morfologiche nei contesti fluviali d'intervento.

Sulla base delle esperienze acquisite, ossia sulla base dei riscontri conseguiti nel tempo, i risultati sono assolutamente positivi. Infatti, dall'analisi storica, problematiche di erosioni in alveo che hanno determinato la scopertura di condotte si sono verificate solo in rarissimi casi correlabili a situazioni estremamente particolari e non previste in fase di progetto, ossia per il crollo di briglie localizzate poco a valle degli attraversamenti, oppure per effetto di azioni antropiche in alveo (ad esempio per estrazioni incontrollate di ingenti quantitativi di inerti).

In definitiva, sulla base dei riscontri delle esperienze acquisite, si può ritenere che l'impiego dei metodi sopracitati, eventualmente unitamente all'individuazione di franchi di sicurezza (valutati anche in funzione delle condizioni peculiari rilevati nel contesto d'intervento), consentono di garantire all'infrastruttura lineare in progetto condizioni di sicurezza adeguate nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo.

6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi in alveo

Le valutazioni dei fenomeni erosivi sono state eseguite in riferimento all'evento di piena di progetto i cui parametri di deflusso nelle sezioni di studio sono riportati nel capitolo precedente.

A tal proposito nella tabella seguente si riportano i valori delle erosioni di fondo alveo, valutati nelle varie sezioni considerate nello studio idraulico.

In particolare, i valori riportati in nero sono stati estrapolati dai parametri caratteristici del deflusso (di cui alla Tab.5.3/A); mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente. Le ultime due colonne rappresentano rispettivamente i valori relativi agli approfondimenti localizzati e alle arature di fondo.

Tab. 6.3/A: Erosioni nel fondo alveo

River Station	Q Total (m ³ /s)	Q Chan (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width Act Chl (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
307	160	160.00	4.76	21.04	1.6	7.60	2.75	1.49	0.80
252	160	159.82	4.23	20.43	1.85	7.82	2.76	1.51	0.93
207	160	140.14	4.95	14.50	1.95	9.66	3.20	1.71	0.98
149	160	159.91	5.22	15.76	1.94	10.15	3.33	1.77	0.97
86	160	139.62	3.8	13.85	2.65	10.08	3.39	1.78	1.33
18	160	159.14	5.32	16.60	1.8	9.59	3.24	1.72	0.90

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 34 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Nella seguente tabella vengono riportati i valori stimati per il diametro limite dei clasti trasportabili dalla corrente. In particolare in color nero sono riportati le River Station e le Shear Channel (tensioni tangenziali in alveo), di cui alla Tab.5.3/A del capitolo precedente; mentre, i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente.

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportabili

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
307	236.84	0.28
252	178.79	0.21
207	237.51	0.28
149	270.25	0.32
86	133.34	0.16
18	284.91	0.33

6.4 Analisi dei risultati e considerazioni progettuali

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (all'interno del quale ricade l'ambito di attraversamento da parte del metanodotto in progetto), le massime erosioni attese al fondo alveo, in concomitanza dell'evento di piena di progetto, si attestano intorno a valori dell'ordine dei 1,8 m. La corrente, inoltre, risulta in alcuni tratti potenzialmente in grado di movimentare dei "clasti liberi" (ossia non inclusi in scogliere e/o rivestimenti d'alveo) del diametro equivalente sino a circa 0,35 m.

Nel caso in esame si assegna, in maniera conservativa, come copertura minima di progetto (profondità della giacitura superiore della tubazione, nei confronti della quota minima di fondo alveo) il valore di circa 5,7m.

Questo valore di copertura non deriva da valutazioni inerenti alle erosioni d'alveo, bensì da considerazioni geometriche connesse alla configurazione del microtunnel previsto in corrispondenza dell'ambito di attraversamento esame.

Pertanto, si ritiene che detto valore di copertura sia molto cautelativo al fine di garantire la sicurezza all'infrastruttura lineare in progetto nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo, anche in considerazione che relativamente al tronco idraulico in cui ricade l'ambito d'intervento non si è rilevato una tendenza evolutiva orientata all'approfondimento d'alveo.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 35 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Metodologia costruttiva: Microtunnel

La scelta del sistema d'attraversamento, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di significativa rilevanza, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia in fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta di linea in progetto quanto per il corso d'acqua.

In tal senso l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, ambientali, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'attraversamento ha condotto alla individuazione del sistema di attraversamento mediante trivellazione con la tecnica del "microtunnelling", prevedendo l'utilizzo di una fresa a scudo chiuso, con bilanciamento di pressione in testa.

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico al fine di superare unitamente in trivellazione il Torbello ed il vicino rilievo morfologico presente nel lato in destra idrografica del corso d'acqua (in località Molino di Bascio).

Detta tecnica costruttiva consente, dunque, di evitare le interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua (anche durante le fasi costruttive) e sostanzialmente di eliminare gli impatti sul territorio della regione fluviale.

7.2 Configurazioni geometriche di progetto

La definizione geometrica del tunnel (e quindi della condotta), viene effettuata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo del microtunnel e della condotta.

È necessario infatti, assicurare adeguate profondità del cavo al di sotto dell'alveo rispettando allo stesso tempo i raggi di curvatura minimi consentiti dalla tubazione di linea, sia in termini di sollecitazioni indotte nel terreno che nei riguardi delle operazioni di varo della condotta.

Qui di seguito vengono descritte le caratteristiche geometriche del profilo di trivellazione del tunnel.

Geometria d'attraversamento

Il profilo di trivellazione è caratterizzato da una configurazione costituita da 1 arco di circonferenza nel tratto centrale e da 2 tratti rettilinei alle estremità.

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel: di circa 446 metri (di cui complessivamente circa 49m relativamente ai due brevi tratti rettilinei di estremità e circa 397m per il tratto curvilineo);
- diametro interno del microtunnel: 2400mm;
- raggio di curvatura (obliquo) per il tratto curvilineo pari a 1676 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo attivo del Torbello di **circa 5,70m;**
- postazione di partenza (di spinta): nel lato in destra idrografica (valle senso gas), nei pressi dell'alveo del Marecchia;
- postazione di arrivo (di recupero): nel in sinistra idrografica del corso d'acqua (monte senso gas).

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 36 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Tale configurazione di progetto consente di realizzare il tunnel ad adeguate profondità sia nei confronti del fondo alveo.

Per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto (DIS. 10-LB-7B-81141).

7.3 Descrizione della tecnica del microtunnelling

7.3.1 Generalità

Questa tecnologia consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro (tra i 300 mm e fino a 3000 mm) mediante l'avanzamento controllato di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di scavo e che consente di realizzare trivellazioni di sviluppi anche superiori ai 1000 m.

L'azione di avanzamento è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel (che in questo caso è di cemento armato). L'elemento principale del microtunnelling è il microtunneller che è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento.

Le teste fresanti vengono scelte in funzione delle condizioni geologiche dei terreni interessati. Vi è la possibilità di combinare le varie soluzioni per ottenere teste "miste", utilizzabili in terreni che presentano nelle varie stratigrafie materiali diversi.

Qui di seguito si riporta la descrizione del sistema operativo di riferimento.

7.3.2 Requisiti generali del sistema costruttivo

I sistemi di trivellazione che utilizzano le tecniche del microtunnelling presentano una serie di opzioni tali da garantire sia la fattibilità esecutiva del tunnel che il mantenimento di adeguati livelli di sicurezza rispetto alla stabilità dei terreni che del tunnel stesso.

La definizione del sistema operativo da adottare riguarda sostanzialmente i seguenti elementi: tipo di fresa di perforazione, tubi di protezione in c.a., intasamento del terreno di perforazione.

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica
È necessario ricorrere all'uso di un sistema che preveda una fresa integrale con scudo chiuso con bilanciamento della pressione sul fronte di scavo tramite fanghi bentonitici. In questo modo, in corso d'opera l'equilibrio delle pressioni sul fronte di scavo inibisce in modo sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel.
- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie
La potenza della stazione di spinta principale sarà adeguata alle previste resistenze all'avanzamento, al numero delle eventuali stazioni intermedie ed alle modalità e caratteristiche esecutive che verranno adottate in fase di avanzamento della trivellazione.
L'unità di spinta principale verrà messa a contrasto con il muro reggispinta, realizzata all'interno della postazione di partenza della trivellazione.
- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione
Sarà approntato un sistema per il controllo (durante l'avanzamento) della direzionalità del tunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 37 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

In considerazione della precisione di esecuzione richiesta ed essendo necessario il controllo in tempo reale sulla direzionalità del tunnel, il sistema sarà dotato di adeguati strumenti computerizzati per l'elaborazione dei dati rilevati con sistemi di puntamento ottico e laser. L'operatore addetto alla verifica dovrà operare con continuità sulla consolle di comando, posizionata all'esterno della postazione di trivellazione, e tramite il sistema di puntamento laser controllerà l'andamento planimetrico ed altimetrico del tunnel realizzato.

- Tubi di rivestimento in c.a. I tubi di rivestimento che saranno impiegati, sono anelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato ($R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$, con armatura FeB 44K). In considerazione degli elevati standard di qualità richiesti alle tubazioni, i manufatti in calcestruzzo armato saranno prodotti in stabilimento di prefabbricazione con materiali di qualità e caratteristiche controllate e certificate e dovranno presentare resistenze garantite per le massime sollecitazioni prevedibili. Il tubo di rivestimento sarà, inoltre, a tenuta idraulica, corredato di giunti a tenuta idraulica, capaci di resistere ad una pressione $\geq 5-7 \text{ atm}$.

I manufatti, infine, saranno forniti di valvole di iniezione (almeno 3 manchettes per tubo) necessarie per eseguire nel terreno di trivellazione iniezioni fluidificanti con miscele bentonitiche durante le fasi di avanzamento ed iniezioni a base di miscele di cemento e bentonite per l'intasamento dell'intercapedine "terreno-tubo di protezione" nelle fasi finali di costruzione del minitunnel.

- Giunti di tenuta idraulica

Le giunzioni tra i tubi di rivestimento saranno di tipologia idonea per consentire la deviazione angolare del tunnel e la tenuta idraulica: l'incastro ed il centraggio tra due tubi successivi saranno garantiti mediante opportuna sagomatura dei bordi oppure con collari in acciaio annegati nel getto, la tenuta idraulica del giunto viene assicurata da anelli in gomma.

Essendo richiesta l'ispezionabilità del tunnel durante tutte le fasi costruttive del tunnel, si porranno in opera giunti di tenuta idraulica tra i conci di caratteristiche sperimentate e certificate nelle condizioni di esercizio più gravose.

- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"

Al termine delle operazioni di scavo, è richiesta l'esecuzione di iniezioni di miscele cementizie dagli ugelli predisposti lungo le pareti dei tubi di rivestimento. Le iniezioni saranno effettuate per ogni singola valvola fino al rifiuto, con numero, modalità e pressioni d'iniezione adeguate per creare, nell'intorno del tubo, una zona di terreno completamente intasata e a bassa permeabilità.

L'intasamento idraulico delle cavità tra tubo e terreno, riduce la filtrazione che può verificarsi lungo il contatto tra tubo di rivestimento e terreno in corso di realizzazione dell'opera.

- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

L'evacuazione dal fronte scavo del terreno frantumato verrà effettuato in sospensione per mezzo del circuito idraulico di alimentazione e recupero del fluido di perforazione (slurry). Il sistema deve quindi essere provvisto di un'unità di dissabbiatura o di una vasca di decantazione per la separazione del terreno di scavo dal fluido di perforazione.

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione

Verrà predisposto in cantiere un impianto di produzione di fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 38 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato.

L'impianto di produzione sarà dotato di un'unità di miscelazione ad alta turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.

- Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento
Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.
- Sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento
La sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento sarà eseguita dall'interno del tunnel successivamente alle operazioni di avanzamento, con malta di cemento ad alta resistenza in modo da ottenere una superficie interna del tunnel perfettamente liscia e priva di risalti con lo scopo di realizzare un'ulteriore garanzia di tenuta dei giunti nei confronti di possibili fenomeni di filtrazione, in aggiunta a quella strutturale del giunto.
- Intasamento interno del tunnel
Terminate le operazioni di varo ed eseguito il collegamento di linea delle condotte, dovrà essere realizzato il riempimento dell'intercapedine tra tubo di linea e tubo di rivestimento tramite idonee miscele, con lo scopo di saturare l'intercapedine stessa e impedire la formazione di flussi idrici all'interno del tubo di rivestimento ed eliminare la camera d'aria altrimenti presente tra tubo di linea e pareti del tunnel. Le miscele impiegate possono essere dei conglomerati cementizi addittivati e/o alleggeriti oppure miscele di tipo bentonitico.

7.3.3 Fasi Operative

Di seguito viene fornita la descrizione delle principali fasi operative per la costruzione del microtunnel e la messa in opera, al suo interno, delle condotte in acciaio.

Fasi Operative:

- Impianto cantiere;
- Esecuzione delle postazioni di estremità;
- Esecuzione della trivellazione;
- Varo delle condotte;
- Collaudo delle condotte;
- Posa dei cavi;
- Intasamento interno del tunnel;
- Ripristini.

Impianto cantiere

Il cantiere sarà costituito da due aree di dimensioni adeguate, ubicate in corrispondenza dei pozzi di spinta e di arrivo.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 39 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Esecuzione delle postazioni di estremità

Prima dell'installazione delle apparecchiature relative alla realizzazione del tunnel, si procederà alla costruzione del pozzo di spinta. La postazione di arrivo sarà realizzata prima dell'ultimazione della trivellazione (di cui al punto seguente).

Le metodologie realizzative dipendono dalle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e dalla presenza della falda. I pozzi (postazione di trivellazione e di recupero) saranno di dimensioni adeguate per effettuare tutte le lavorazioni occorrenti per la realizzazione del minitunnel e per essere equipaggiati con tutti gli impianti a corredo del sistema di trasporto. Saranno realizzate strutture di contenimento verticali adeguate a resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, pressione della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna). In particolare, nella realizzazione dei pozzi, dovendo essere realizzati sottofalda, saranno adottate tipologie strutturali che garantiscano la tenuta idraulica.

Esecuzione della trivellazione

La trivellazione sarà eseguita con una fresa a scudo chiuso con il bilanciamento della pressione sul fronte di scavo.

Nelle figure seguenti si riportano rispettivamente uno schema di trivellazione, a partire dalla postazione di trivellazione ed uno esempio di scudo a bilanciamento di pressione.

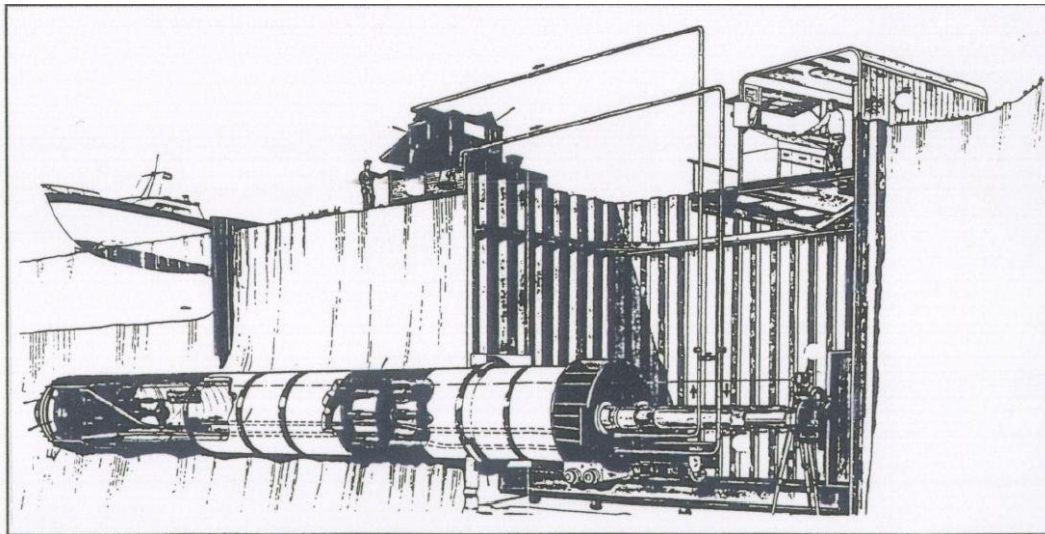


Fig.7.3/A: Schema del sistema di trivellazione con microtunnel

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 40 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

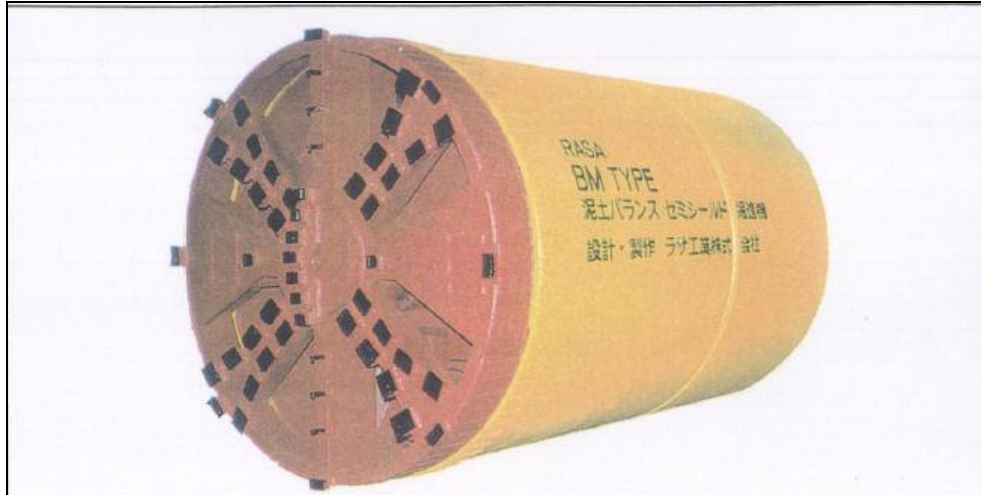


Fig.7.3/B: Scudo con bilanciamento pressione meccanica del terreno (microtunneller)

Varo delle condotte

Ciascuna condotta potrà essere collocata dentro il microtunnel con due metodologie:

- 1) - Varo dell'intera colonna in unica soluzione
- 2) - Varo con inserimento progressivo delle singole barre

Al fine di evitare lo strisciamento tra la condotta ed il fondo del tunnel e diminuire l'attrito radente che si sviluppa tra le due superfici verranno applicati alla condotta opportuni collari distanziatori costituiti da materiali in grado di resistere all'usura (collari RACI in PEAD rinforzato e/o in malta poliuretana gettati in opera).

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

La colonna di varo potrà essere predisposta rispettando la geometria di progetto.

La lunghezza della colonna di varo sarà formata da singoli tronconi che verranno assiemati man mano che le operazioni di infilaggio progrediranno.

La scelta della posizione e della lunghezza della colonna sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore.

In testa alla colonna di varo verrà saldata una testata di tiro alla quale, mediante un sistema di pulegge, verrà collegato il cavo in acciaio per il tiro. Dal lato opposto della colonna un argano, ovvero un sistema di martinetti, produrrà il tiro necessario all'infilaggio della condotta nel tunnel.

Lungo la colonna sarà disposto un sufficiente numero di mezzi di sollevamento che aiuteranno la condotta sia ad assumere la geometria elastica di varo prevista in progetto che le operazioni di infilaggio.

- *Varo con l'inserimento progressivo delle singole barre*

La scelta della posizione per il varo sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore.

Le singole barre verranno calate una alla volta nel pozzo con l'ausilio di trattori posatubi e qui assiemate mediante saldatura di testa.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 41 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

L'inserimento nel tunnel avverrà perciò progressivamente grazie al tiro di un argano, posizionato nel pozzo opposto a quello di varo, collegato con un cavo in acciaio alla testata di tiro saldata sulla prima barra.

Le saldature del tratto di condotta in attraversamento saranno tutte controllate ed accompagnate dal certificato di idoneità rilasciato dall'Istituto Italiano della Saldatura.

La condotta sarà protetta con:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento in polietilene estruso ad alta densità applicato in fabbrica dello spessore minimo di mm 3 ed un rivestimento interno in vernice epossidica.
- i giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti;
- una protezione attiva (catodica) attraverso un sistema di correnti impresse con apparecchiature poste lungo la linea.

Collaudo idraulico delle condotte

Il tratto di ciascuna condotta interessato dall'attraversamento sarà sottoposto a prove di collaudo. In generale saranno prove idrauliche in opera con una pressione pari ad 1,2 volte la pressione massima di esercizio (75 bar).

La pressione di prova idraulica sarà controllata con manometro registratore. Il risultato della prova idraulica sarà verbalizzato.

Posa dei cavi

Insieme alle condotte, verranno collocati i vari cavi nell'ambito dei relativi alloggiamenti predisposti.

Intasamento del minitunnel

Al termine delle operazioni precedenti, si procederà all'intasamento totale del microtunnel mediante l'utilizzo di speciali miscele intasanti.

Le operazioni di intasamento avverranno trasportando la miscela intasante attraverso uno o più tubi in PEAD di diametro variabile tra i 100 e i 150 mm opportunamente fissati con centine alla volta del microtunnel. I tubi verranno installati nel microtunnel subito dopo la sua realizzazione.

Ultimate le operazioni di intasamento entrambe le estremità del tunnel saranno sigillate con tappi in calcestruzzo.

Le miscele intasanti che saranno utilizzate potranno essere essenzialmente di due tipi:

- a) miscele di bentonite, acqua e cemento;
- b) miscele a base di sabbia, cemento, acqua;

Entrambe le miscele assicurano l'intasamento dell'intercapedine senza la formazione di cavità e/o tratti vuoti.

Prima dell'inizio delle operazioni di intasamento saranno eseguite delle prove per individuare la composizione ottimale della miscela prescelta in relazione ai parametri di fluidità nella fase di posa in opera, la rapidità della presa, il basso ritiro volumetrico e la resistenza a compressione.

Ripristini

Al termine delle operazioni di intasamento interno del tunnel e del collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 42 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

ritombamento dei pozzi e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino per la restituzione delle aree alle normali attività agricole.

7.3.4 Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo

Qui di seguito viene affrontato il problema della stabilità dei terreni rispettivamente nella configurazione transitoria nel corso di esecuzione dei lavori e a lungo termine, successiva al completamento dei lavori.

Stabilità per “filtrazione” in corso di esecuzione dei lavori

L'instabilità per filtrazione lungo una traiettoria preferenziale a permeabilità elevata rispetto al terreno può avvenire ogni qualvolta si verifica una repentina dissipazione del carico idraulico. Ciò si verifica quando nel “tubo di flusso” le perdite di carico idraulico sono piuttosto elevate, come nel caso di una trivellazione a “sezione aperta” dove può aversi un flusso all'interno del tubo di protezione oppure, nel terreno di trivellazione, qualora siano presenti “scavernamenti” lungo la trivellazione stessa.

Relativamente ai lavori d'interesse la tecnica adottata elimina tali rischi, presenti per alcune metodologie di scavo sottofalda, legati a possibili fenomeni di filtrazione lungo il foro di trivellazione. Con tale tecnica infatti è possibile un bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche consentendo di operare con un sistema “chiuso” a tenuta idraulica. Infatti:

- la fresa presente sul fronte scavo è a sezione piena;
- l'allontanamento del terreno di perforazione avviene internamente al tubo di protezione con l'utilizzo di un apposito sistema idraulico. La quantità di terreno scavato è in rapporto costante con l'avanzamento del tunnel;
- Il tubo di rivestimento in c.a. che spinge la fresa assicura, puntualmente ed in ogni istante, il sostegno dello scavo ed il bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche (giunti a tenuta idraulica);
- I pozzi di spinta e di recupero, da realizzare con manufatti in c.a., saranno a tenuta idraulica. In particolare, l'anello di neoprene di tenuta idraulica presente sulla parete del pozzo di trivellazione consente il progressivo inserimento dei conci in c.a. impedendo eventuali flussi localizzati, in prossimità della parete esterna del tubo di protezione, verso il pozzo di spinta.




Come già accennato, la metodologia adottata è anche in grado di garantire un'adeguata tenuta della zona di contatto terreno-tubazione nei riguardi di eventuali moti di filtrazione preferenziali.

La lubrificazione del terreno a contatto con il rivestimento mediante un circuito esterno di fanghi, che consente di ridurre in maniera sensibile le resistenze laterali all'avanzamento, e la particolare configurazione del sistema di giunzione, che garantisce assenza di sovraingombri dei giunti nei confronti del diametro esterno del tubo di protezione in c.a., fanno venire meno la necessità di procedere ad un sovracarotaggio del foro rispetto al tubo di protezione ottenendosi così il diametro del foro praticamente coincidente con quello della tubazione di rivestimento.

Stabilità per “filtrazione” a lungo termine

Le motivazioni esposte sulla stabilità alla filtrazione durante le fasi operative, sono a maggior ragione valide per la configurazione finale dell'opera.

Si è già detto che la metodologia minimizza le deformazioni plastiche nel terreno e le conseguenti alterazioni delle caratteristiche di permeabilità: la sua rottura viene ottenuta

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 43 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

per rotazione e non per taglio avendosi così una sorta di aderenza tra il rivestimento e il terreno (l'utilizzo dei fanghi bentonitici e la possibilità di bilanciare le pressioni esterne contribuiscono a minimizzare l'alterazione dello stato tensionale preesistente nel terreno).

Una garanzia rispetto ai fenomeni di filtrazione in sub-alveo è insita nella configurazione geometrica del tunnel stesso. Infatti, nel corso della sua definizione geometrica è stata privilegiata la geometria di progetto che, interessando terreni posti ad “elevate profondità”, soddisfa sostanzialmente ai seguenti criteri di sicurezza:

- le elevate profondità di posa del tunnel presuppongono percorsi preferenziali di filtrazione lungo il suo profilo molto più lunghi di quelli che si avrebbero naturalmente (in assenza del tunnel);

Viene inoltre introdotto un ulteriore grado di sicurezza, a garanzia della stabilità dell'insieme, riutilizzando lo stesso impianto già adoperato per le iniezioni in fase di avanzamento. Al termine dei lavori di trivellazione, il terreno prossimo al tubo di protezione viene “intasato” iniettando a bassa pressione una miscela di acqua, bentonite e cemento.

Tali iniezioni hanno lo scopo di escludere, per ogni evenienza, l'instaurarsi di un flusso preferenziale lungo l'asse di trivellazione. Si ottiene così, nell'intorno del foro, un terreno a permeabilità sicuramente inferiore rispetto al terreno in posto.

L'esecuzione di tali iniezioni è prevista lungo tutto lo sviluppo longitudinale della trivellazione. Le due estremità del tunnel verranno sigillate con setti in c.a., in corrispondenza dei due pozzi (di spinta e di recupero). Quest'ultimi, al termine dei lavori, verranno riempiti con terreni a bassa permeabilità opportunamente costipati.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 44 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

8 VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Premessa

L'ambito fluviale specificatamente in esame nel presente elaborato è collocato all'interno del territorio dell'ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia-Conca, la quale è stata soppressa (ai sensi del DM 25/10/2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM), ed è attualmente confluita (con trasferimento delle competenze), come Unit of Management (UoM ITI01319 - Unità di Gestione, ambito territoriale di riferimento), nell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (in considerazione della nuova configurazione dei distretti idrografici, di cui all'art.51 della Legge 221/2015).

8.2 Quadro normativo 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.

8.2.1 Criteria 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.

8.2.2 Strumenti di "Pianificazione territoriale"

Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') e mira a costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche.

Nell'ordinamento italiano la Direttiva è stata recepita con il D.Lgs. n. 49/2010 che ha individuato nelle *Autorità di bacino distrettuali* le autorità competenti per gli adempimenti legati alla Direttiva stessa e nelle *Regioni*, in coordinamento tra loro e col Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, gli enti incaricati di predisporre ed attuare, per il territorio del distretto a cui afferiscono, il sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni.

Per quanto concerne alle aree potenzialmente inondabili per effetto dell'esondazione dei corsi d'acqua naturali ricadenti nel territorio della UoM "Conca- Marecchia" e per l'individuazione delle azioni finalizzate alla riduzione della pericolosità e del valore e della vulnerabilità degli elementi esposti a rischio, nel PGRA vengono recepiti gli elaborati del PAI (redatto dell'ex Autorità di Bacino), in considerazione delle modalità illustrate nella "Variante 2016 al PAI Marecchia Conca".

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 45 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Marecchia – Conca

Il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino ", che, per tutto il territorio di competenza, rappresenta lo "strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo", in riferimento al reticolo idrografico naturale principale (Titolo II – Piano Stralcio delle fasce Fluviali) ed alle aree di versante in dissesto (Titolo III – Piano stralcio delle aree di versante in condizioni di dissesto), è stato adottato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 2 del 30 marzo 2004, e approvato dalla Regione Emilia-Romagna con deliberazione della Giunta Regionale n.1703/2004, dalla Regione Marche con deliberazione del Consiglio Regionale n. 139/2004, dalla Regione Toscana con deliberazione del Consiglio Regionale n. 1150/04.

Dal 2004, il PAI è stato oggetto di vari aggiornamenti, integrazioni e varianti in coerenza allo sviluppo delle diverse attività conoscitive di approfondimento e studio rispetto alla prima banca dati PAI/2004.

Fra queste la più significativa è la "Variante 2016 al PAI Marecchia Conca" pubblicata sulla GURI n. 261 del 21 ottobre 2020, come previsto dalla Delibera CIP n.2 del 18/11/2019 di adozione della Variante stessa (ex art. 8).

La Variante PAI, costituisce aggiornamento cartografico e normativo e si sviluppa secondo quattro temi principali:

1. il coordinamento e la ricomposizione del PAI 2004 con le varianti, integrazioni e aggiornamenti successivi;
2. l'aggiornamento della cartografia, per il reticolo idrografico e per le aree di versante in dissesto, in rapporto al nuovo quadro conoscitivo a supporto del Piano Stralcio;
3. l'aggiornamento e la semplificazione delle Norme di Piano vigenti, approvate con deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 2 del 30/03/2004 e n. 11 del 15/12/2004;
4. il coordinamento tra il PAI vigente e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione:

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Rimini

La variante al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Rimini, comprensiva dell'estensione del PTCP 2007 al territorio dell'Alta Valmarecchia, è stata approvata con la delibera di Consiglio Provinciale n. 12 del 23 aprile 2013, in recepimento delle disposizioni vigenti in tema di tutela delle acque e della carta forestale aggiornata per tutto il territorio provinciale.

La variante ha comportato, per il territorio dell'Alta Valmarecchia, variante cartografica al Piano Territoriale Paesistico Regionale approvata dalla Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna con la delibera di intesa n. 107/2013.

8.2.3 Disposizioni e Misure di salvaguardia in ambiti a pericolosità idraulica

Disciplina del Piano di Gestione Rischio Alluvioni PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po

La Disciplina del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po, stabilisce che per gli ambiti censiti a pericolosità da alluvioni nel PGRA vengano considerate le misure di salvaguardia previste nelle N.A. dei PAI).

I Decreti del Segretario Generale 291 e 292 del 10 Settembre del 2020 dispongono che per le aree che potrebbero essere interessate da alluvioni oggetto di nuova individuazione nell'aggiornamento delle "Mappe della pericolosità e del rischio alluvioni"

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 46 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

del Distretto idrografico del fiume Po, si applicano le disposizioni di cui al Titolo V delle NA del PAI del Po, di cui alla Parte Terza delle NA del PAI Delta, e di cui alle NA dei PAI dei Bacini Reno, Romagnoli e Conca Marecchia nonché alle successive “Variante di Coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di bacino”.

Norme di Piano PAI (Variante 2016) - Sintesi dei contenuti

Ai sensi dell'art.2, comma 2 delle Norme del PAI gli ambiti territoriali della rete idrografica e le relative fasce di pertinenza, vengono disciplinati nell'ambito del Titolo II delle Norme stesse "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali".

Ai sensi dell'art.7, comma 1, lettera a) delle Norme, nell'ambito della cartografia del PAI vengono individuati gli alvei, le fasce di territorio inondabili (per diversi tempi di ritorno) e le fasce ad alta vulnerabilità idrologica, per i tratti idraulicamente più significativi dei principali corsi d'acqua ricadenti nel bacino interregionale del Marecchia - Conca.

In particolare nell'art.8 “Alvei”, comma 1, viene riportata la definizione.

1. Alvei: ai fini della applicazione delle norme del presente Piano Stralcio, per alvei si intendono le parti di territorio interessate dal deflusso e dalla divagazione delle acque, delimitate dal ciglio di sponda o, nel caso di tratti arginati con continuità, delimitate dalla parete interna del corpo arginale. Rientrano nell'alveo tutte le aree morfologicamente appartenenti al corso d'acqua in quanto sedimenti storicamente già interessati dal deflusso delle acque riattivabili o sedimenti attualmente interessabili dall'andamento pluricorsale del corso d'acqua e dalle sue naturali divagazioni.

Sempre nell'art.8 vengono descritti il *Ruolo e Funzioni* (comma 2) disciplinate le *modalità di gestione* degli alvei (comma 3) ed enunciate le misure di tutela e di salvaguardia, ossia le *Prescrizioni* (comma 4). In particolare nel punto 4, lettera b), le Norme consentono la realizzazione di nuove infrastrutture a rete negli alvei purché non comportino aggravio delle condizioni di rischio idraulico e previa verifica di compatibilità da parte delle autorità competenti.

Nell'art.9 “Fasce di territorio di pertinenza dei corsi d'acqua”, al comma 1, sono riportate le seguenti definizioni:

- a) le fasce di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino 200 anni sono le parti di territorio, esterne all'alveo, nelle quali esondano le piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, di pericolosità idraulica molto elevata (aree inondabili per piene con tempo di ritorno di 50 anni) o elevata (aree inondabili per piene con tempo di ritorno compreso tra 50 e 200 anni) (rif. Allegato 3). Nelle tavole di piano (rif. Allegato 5) sono individuate, relativamente alla rete idrografica principale, le aree inondabili alla data di approvazione del Piano Stralcio e le fasce che risulteranno inondabili successivamente alla realizzazione degli interventi strutturali previsti dal Piano Stralcio;*
- b) le fasce di territorio di alta vulnerabilità idrologica sono le parti di territorio costituite dai depositi alluvionali grossolani idrogeologicamente connessi all'alveo (rif. Allegato 4) individuati sulla base delle carte geologiche e geomorfologiche delle Regioni;*
- c) le fasce ripariali sono le fasce di territorio con profondità minima di 10 m. dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua, con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo;*

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 47 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

d) le fasce arginali sono le fasce di territorio adiacenti all'alveo (individuato ai sensi del comma 1 del precedente art. 8) nei tratti arginati, comprensive dell'argine e delle fasce con profondità minima di 10 m. dal piede esterno degli argini, con funzione di presidio dell'argine; Le fasce di cui alle lett. a), b), c) e d) sono in genere parzialmente sovrapposte.

Sempre nell'art.9 vengono descritti il *Ruolo e Funzioni* (comma 2) disciplinate le *modalità di gestione* (comma 3) ed enunciate le misure di tutela e di salvaguardia, ossia le *Prescrizioni* (comma 4). In particolare nei punti 4.1, lettera b) e 4.2 lettera b), le Norme consentono la realizzazione di nuove infrastrutture a rete nelle varie fasce di territorio di pertinenza dei corsi d'acqua, purché non comportino aggravio delle condizioni di rischio idraulico se di interesse pubblico e se sono riferiti a servizi essenziali non altrimenti localizzabili e previa verifica di compatibilità da parte delle autorità competenti.

Nell'art.10 viene riportata la definizione delle fasce di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno di 500 anni. Per queste fasce la regolamentazione delle attività e degli interventi edilizi in queste fasce, in assenza di limitazioni di altro tipo, attiene agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Nel Titolo IV delle Norme di Piano sono riportate le Norme in materia di coordinamento tra il Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrogeologico (PAI) ed il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA).

In particolare nell'art.20 "Coordinamento del Piano Stralcio con le Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione del PGRA", le Norme riportano quanto segue:

1. Le Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione del P.G.R.A. sono relative alle seguenti tipologie di fenomeni che si esplicano sui relativi ambiti territoriali:

- a. *alluvioni generate dai corsi d'acqua naturali (reticolo idrografico principale) – Ambito territoriale dei Corsi d'Acqua Naturali;*
- b. *alluvioni generate dal reticolo idrografico secondario di pianura – Ambito territoriale del Reticolo di Bonifica;*
- c. *alluvioni generate da fenomeni meteo-marini (mareggiate) – Ambito territoriale delle Aree Costiere Marine.*

2. Le Mappe della pericolosità relative all'Ambito territoriale dei Corsi d'Acqua Naturali delimitano le aree alluvionabili per i seguenti scenari di pericolosità:

- a. alluvioni frequenti (elevata probabilità – P3): sono compresi gli alvei dei corsi d'acqua naturali e le aree inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 50 anni;
- b. alluvioni poco frequenti (media probabilità – P2): sono comprese le aree inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 200 anni;
- c. alluvioni rare per eventi estremi (scarsa probabilità – P1): sono comprese le aree inondabili per piene con tempi di ritorno superiori a 200 anni.

Tali Mappe costituiscono integrazione e aggiornamento del quadro conoscitivo di riferimento per l'attuazione dei contenuti e delle finalità del P.A.I. e sono recepite negli elaborati grafici dell'Allegato 3 – Esondabilità attuale e rischio attuale e dell'Allegato 5 – Fasce fluviali e interventi previsti, in cui sono rappresentati gli Alvei, le Fasce di pertinenza dei corsi d'acqua con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni e le Fasce di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni dei corsi d'acqua del reticolo idrografico principale.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 48 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

3. Le Mappe della pericolosità relative all'Ambito territoriale del Reticolo di Bonifica delimitano le aree alluvionabili per i seguenti scenari di pericolosità:

- a. aree soggette ad alluvioni frequenti (elevata probabilità – P3);
- b. aree soggette ad alluvioni poco frequenti (bassa probabilità – P2).

Tali mappe sono rappresentate graficamente negli elaborati del Piano Stralcio costituiti dalle tavv. 5.1, 5.2, 5.3 – Mappe della pericolosità idraulica del reticolo secondario di pianura.

4. Le Mappe della pericolosità relative all'Ambito Costiero Marino delimitano le aree alluvionabili per i seguenti scenari di pericolosità:

- a. alluvioni frequenti (elevata probabilità – P3): sono comprese le aree inondabili per mareggiate con tempi di ritorno fino a 10 anni;
- b. alluvioni poco frequenti (media probabilità – P2): sono comprese le aree inondabili per mareggiate con tempi di ritorno fino a 100 anni;
- c. alluvioni rare per eventi estremi (scarsa probabilità – P1): sono comprese le aree inondabili per mareggiate con tempi di ritorno superiori a 100 anni.

Tali mappe sono rappresentate graficamente negli elaborati del Piano Stralcio costituiti dalle tavv. 6.1, 6.2 – Mappe della pericolosità per alluvioni marine.

Nell'art.21 "Coordinamento del Piano Stralcio con le Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione del PGRA", al comma 1, le Norme riportano quanto segue:

1. Nelle aree alluvionabili relative all'Ambito territoriale dei Corsi d'Acqua Naturali di cui al comma 2 del precedente articolo, con riferimento agli elaborati grafici dell'Allegato 5 – "Fasce fluviali e interventi previsti" del Piano Stralcio, si applicano le disposizioni di cui all'art. 8 (Alvei), all'art. 9 (Fasce di pertinenza dei corsi d'acqua con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni) e all'art. 10 (Fasce di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni) delle presenti Norme.

Norme di Attuazione PTCP Provincia Rimini - Cenni

Nel TITOLO 2 delle Norme di attuazione si analizza la tematica della "Salvaguardia degli ambiti a pericolosità idraulica", con le articolazioni qui di seguito riportate:

- Articolo 2.1 Disposizioni generali;
- Articolo 2.2 Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua;
- Articolo 2.3 Aree esondabili;
- Articolo 2.4 Fasce arginali e riparali;
- Articolo 2.5 Mitigazione del rischio idraulico e funzionalità idraulica;

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 49 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

8.3 Interferenze con aree censite a pericolosità idraulica

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si possono individuare le interferenze tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con le aree censite a pericolosità idraulica nel PAI. Nella stessa figura sono inoltre schematicamente indicati (mediante delle sagome rettangolari in color magenta) i tratti di condotta con posa prevista in trivellazione.

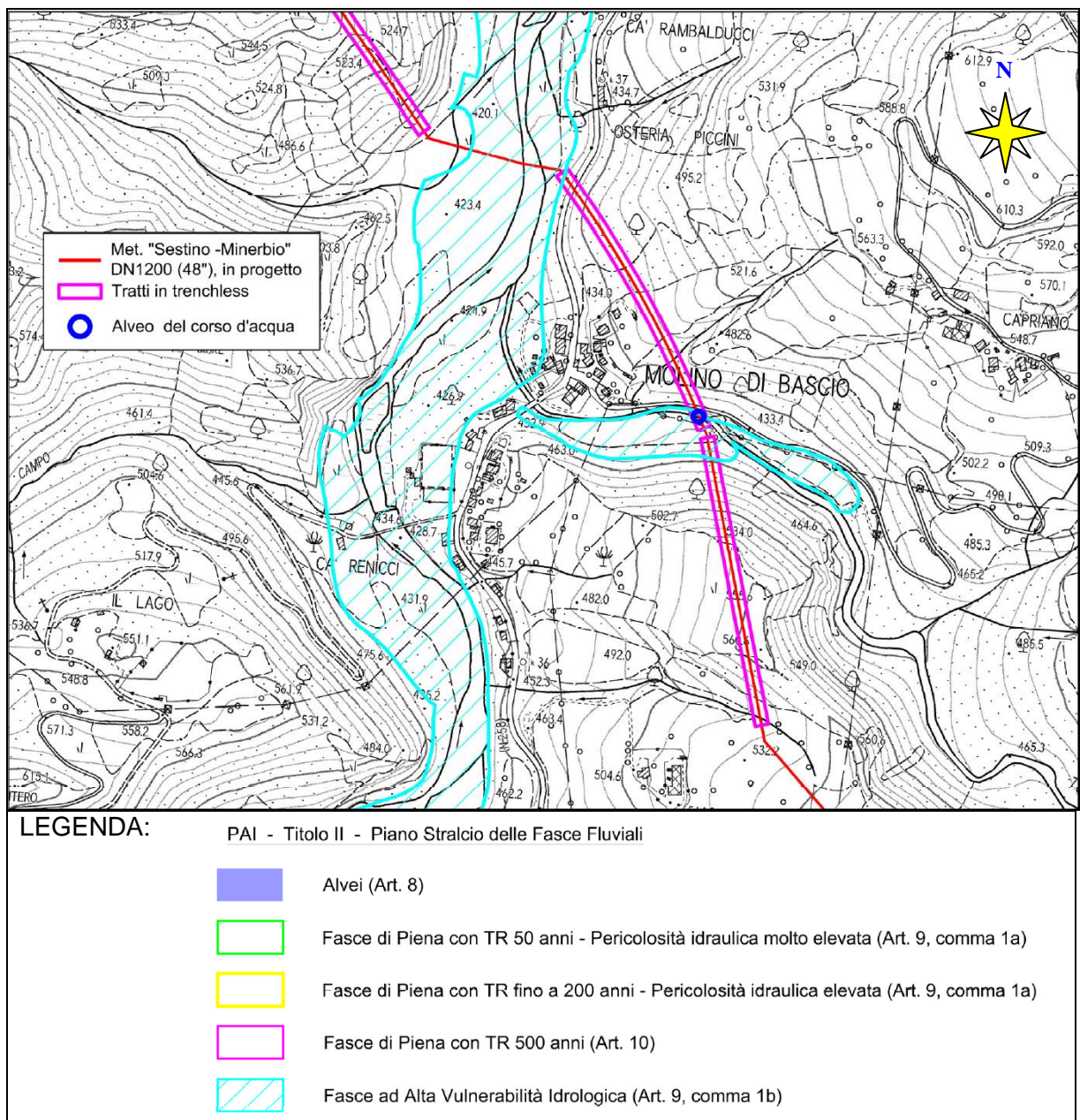


Fig.8.3/A: Interferenze metanodotto in progetto con le aree censite nel PAI

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 50 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

Dall'analisi della figura precedente, si evince che in corrispondenza dell'ambito fluviale in esame non si rilevano le delimitazioni delle fasce fluviali correlate ai tempi di ritorno delle piene del corso d'acqua. Ciò, in quanto, per l'asta fluviale in esame non sono state sviluppate dall'Autorità di Bacino delle specifiche valutazioni idrologiche- idrauliche.

Conseguentemente, in corrispondenza dell'attraversamento in esame, s'individuano esclusivamente delle interferenze con la fascia ad Alta Vulnerabilità Idrologica (Art.9, comma 1b). Dalla stessa figura, peraltro, si rileva che sia l'alveo del corso d'acqua (schematicamente indicato mediante un cerchio in blu), che la gran parte della fascia ad Alta Vulnerabilità Idrologica, verranno superati in trivellazione con dei microtunnel (con profondità di posa molto significative).

8.4 Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica

8.4.1 Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas che, essendo riferita a servizi essenziali non altrimenti localizzabile, risulta tra le tipologie d'intervento per le quali, ai sensi delle Norme di Piano, è consentito l'interferenza con le aree a pericolosità idraulica.

L'interferenza specifica con l'alveo del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice di tracciato dell'opera, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare, si pone in evidenza che (in ogni caso) non è risultato possibile evitare l'interessamento delle aree a pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame. Ciò, in considerazione che il metanodotto prende origine nel territorio di Sestino (AR) e termina nel territorio di Minerbio (BO) e pertanto nell'ambito del proprio sviluppo la linea in progetto deve necessariamente interferire con i vari corsi d'acqua che si sviluppano nel territorio tra le località di estremità precedentemente citate.

In ogni caso, si evidenzia che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata e, essendo costituita 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.

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 riduzioni della capacità di invaso.

La costruzione della infrastruttura lineare inoltre non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Inoltre 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 determina alcun mutamento significativo sulle condizioni idrologiche ed idrauliche dell'ambito fluviale interessato dall'interferenza.

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

	PROGETTISTA  	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 51 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

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

In precedenza è stato evidenziato che l'alveo del corso d'acqua verrà attraversato in trivellazione, inconsiderazione di significative profondità di posa. Pertanto alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, 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 d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;
- La configurazione geometrica della linea 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 posa in trivellazione), 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 linea 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'esondazione 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, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.
4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*
Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento della condotta ad elevata profondità di subalveo, quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.
5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 52 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

8.4.3 Considerazioni specifiche inerenti al breve tratto di linea esterno alle trivellazioni

Relativamente al breve tratto di linea nel quale si prevede che la condotta non venga posata in trivellazione e ricadente nella fascia ad Alta Vulnerabilità Idrologica del corso d'acqua (Art.9, comma 1b), si evidenzia quanto segue.

Questo tratto è riferito alla porzione di territorio nella quale è prevista la realizzazione della postazione di estremità di ciascuno dei 2 microtunnel previsti (in sequenza) nel contesto territoriale in esame.

Questa interferenza riguarda un'area che, sulla base delle valutazioni effettuate nel presente elaborato, non viene interessata da inondazioni, neanche in occasione di piene eccezionali, ed in quanto tale, risulta un ambito di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

In detto tratto, peraltro, è previsto che la condotta venga posizionata con copertura molto elevata, al fine di raccordare altimetricamente le quote di ingresso e di uscita previste nei 2 microtunnel.

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

Al completamento dell'intervento si prevede l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale dell'area interessata dai lavori.

In detto contesto 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.

Pertanto, in ogni caso, non si introdurranno interferenze idrauliche significative per l'eventuale laminazione delle piene del corso d'acqua.

8.5 **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 fluviale 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 al 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 della configurazione d'alveo preesistente, delle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
- non implichi alcuna forma di trasformazione dello stato dei luoghi del territorio e non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo nelle aree perifericali;
- non determini alcun aggravio delle condizioni di pericolosità e di rischio nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno provochi degli aggravii delle condizioni di pericolosità e di rischio per le aree esterne a quella d'intervento;

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 53 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

- 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.

Pertanto si ritiene che l'opera in progetto risulti, nel contesto fluviale in esame, **COMPATIBILE** in considerazione delle disposizioni previste nelle Norme vigenti.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 54 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

9 CONCLUSIONI

Il tracciato in progetto del "Metanodotto Sestino – Minerbio, DN1200 (48") DP 75 bar" interseca l'alveo del torrente TORBELLO nel territorio comunale di Pennabilli (RN), in prossimità della località "Molino di Bascio".

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 ed analizzate le peculiarità dell'ambito fluviale.

Alla luce dei risultati delle valutazioni, per il superamento in subalveo del corso d'acqua è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trenchless, la tecnica del "microtunnelling", in prosecuzione del tunnel previsto per il superamento del rilievo morfologico presente nel lato in destra idrografica del torrente.

Detta soluzione operativa consentirà, dunque, di evitare interferenze tra i lavori di posa del metanodotto con il deflusso naturale del corso d'acqua, nonché si eviterà di interrompere la contiguità delle sponde del corso d'acqua.

La geometria curvilinea della trivellazione è stata configurata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo della condotta, assicurando adeguate profondità al di sotto dell'alveo (minimo: 5,7m circa) e rispettando allo stesso tempo, i raggi di curvatura minimi consentiti alla tubazione ed alla trivellazione stessa. A tal proposito, si evidenzia che le coperture di posa della condotta in subalveo del corso d'acqua garantiscono l'adeguata sicurezza della condotta stessa nei confronti dei processi erosivi in alveo.

L'adozione ed il rispetto dei criteri e dei vincoli suddetti, sia quelli propri del sistema di trivellazione che quelli più strettamente dipendenti dalla configurazione geometrica della tubazione, offrono pertanto ottime garanzie della stabilità dell'insieme, a breve ed a lungo termine. Pertanto, si può affermare che la tecnica operativa individuata e la geometria della trivellazione garantiscono gli adeguati livelli di sicurezza sia per il metanodotto che per l'alveo del corso d'acqua.

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con gli strumenti di pianificazione territoriali vigenti (con particolare riferimento al PAI dell'ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia – Conca) si è rilevato che nell'ambito dell'attraversamento fluviale in esame s'individuano delle interferenze con delle aree censite ad "Alta Vulnerabilità Idrologica".

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento in progetto non introduce alterazioni alle condizioni attuali di deflusso del corso d'acqua e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione e più in generale non determina alcuna modifica significativa e/o trasformazione dello stato dei luoghi nei territori interessati dai lavori. Non determina alcun aggravio delle condizioni di pericolosità e/o di rischio idraulico nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno in ambiti esterni. Inoltre non introduce elementi di impedimento per l'eventuale realizzazione di interventi di attenuazione e/o di eliminazione delle condizioni di pericolosità e di rischio eventualmente presenti nell'ambito fluviale in esame.

Pertanto si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti allo specifico ambito fluviale in esame possano essere ritenute congruenti con i requisiti, le finalità e con le misure di protezione e di salvaguardia stabilite nelle Norme vigenti ed in quanto tale si ritiene che l'opera sia **COMPATIBILE**.

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48”), DP 75bar	Fg. 55 di 56	Rev. 0

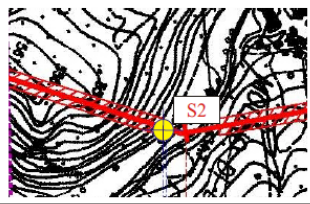
Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

APPENDICE 1: COLONNA STRATIGRAFICA DEL SONDAGGIO

PROGETTO: Indagini geognostiche e geotecniche Metanodotto: Sulmona-Minerbio
 Tratto Sestino-Minerbio DN 1200 (48”) P 75 bar

Sondaggio S2

Comune: Pennabili (PU)
Località: Imbocco 1° microtunnel - Molino di Bascio
Committente: Technip Italy S.p.A.



Prof.: 10,00 m dal p.c.; n° Cass.: 2
Perforazione: a carotaggio continuo con sonda CMV-MK 420; inizio 15/11/2007; fine 16/11/2007
Uso rivestimento fino a 4,50 m dal p.c.;
Uso doppio carotiere e corona diamantata da 5,50 a 10,00 m dal p.c.

GEOCONSOL S.R.L.
 Sondaggi, prove geotecniche e fondazioni speciali
 Via Venezia, 4 - 87100 COSENZA
 Tel. 0984.76488 - Fax 0984.785259

Prof. dal p.c. (M)	Quota s.l.m.	Spessore (m)	Descrizione della litologia	Colonna stratigrafica	Pocket (Resistività (kg/cm²))	Campioni	Standard Penetration Test				Piezometro	Cantaggio (%)	RQD (%)	Cassette		
							Prof. (m)	Colpi	N	Puntia						
0,5		0,85	Terreno vegetale marrone chiaro.													
1		1,15	Sabbie ghiaiose e limo di colore marrone. Le sabbie si presentano classate e sciolte a composizione prevalentemente quarzosa. Le ghiaie hanno forma sub-arrotondata e diametro che varia da 0,5 a 6 cm, a composizione calcarea. La frazione limosa è scarsa, plastica e poco consistente.				1,50 1,95	3 6-8	14	C						
2	2,00															
2,5		0,60	Limi sabbiosi, di colore bruno, scarsamente plastici, poco consistenti.				2,15 2,37									
3		2,00	Sabbie ghiaiose di colore marrone-bruno. Le sabbie grossolane si presentano sciolte; le ghiaie, a composizione marnosa, hanno forma sub-angolare e diametro che varia da 0,5 a 6 cm. Presenza di rari ciottoli, a composizione marnosa, con diametro maggiore a 6 cm.				3,90 4,35	24 30-36	66	C						
3,5																
4	4,60															
4,5		0,90	Siltite mamosa, alterata, di colore grigio chiaro.													
5		4,50	Siltite mamosa, compatta, poco fratturata, debolmente alterata, semilitoide, mediamente dura e probabilmente stratificata orizzontalmente, di colore grigio chiaro. Presenza di livelli centimetrici arenacci.				9,40 9,65									
5,5	5,50															
6																
6,5																
7																
7,5																
8																
8,5																
9																
9,5																
10																10,00

	PROGETTISTA   	COMMESSA NQ/R22358	UNITA'
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA - EMILIA ROMAGNA	10-LA-E-86010	
	PROGETTO METANODOTTO SESTINO – MINERBIO DN 1200 (48"), DP 75bar	Fg. 56 di 56	Rev. 0

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-300-RT-1441-040

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Sondaggio S2



Postazione Sondaggio S2



Cassetta S2C2 (5,00 - 10,00 m dal p.c.)



Cassetta S2C1 (0,00 - 5,00 m dal p.c.)