

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 1 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Rifacimento metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16"), DP 75 bar ed opere connesse

VARIANTE TORRENTE PETRONIO

Percorrenza in subalveo

DN 250 (10"), DP 24 bar

(Prog. km: da 0,000 a 0,585)

STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

0	Emissione	Caccavo	Sciosci	Palazzo	Nov. 2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 2 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

INDICE

1	GENERALITÀ	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME	9
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizione dell'area della percorrenza in subalveo	11
3.3	Indagini di caratterizzazione stratigrafica	14
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	15
4.1	Generalità	15
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	15
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	15
4.4	Studi propedeutici al PAI	16
	4.4.1 Premessa	16
	4.4.2 Elaborazione idrologiche - Cenni	16
	4.4.3 Risultati finali delle elaborazioni idrologiche	17
4.5	Valutazione delle portate nell'ambito in esame	19
4.6	Portata di progetto	20
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	21
5.1	Presupposti e limiti dello studio	21
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	21
	5.2.1 Assetto geometrico di modellazione	21
	5.2.2 Dati di input e condizioni al contorno	23
5.3	Risultati della simulazione idraulica	24
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	33
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	34
6.1	Generalità	34
6.2	Criteri di calcolo	35
6.3	Stima dei massimi approfondimenti d'alveo attesi	38
6.4	Analisi dei risultati e considerazioni progettuali	39
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	40

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 3 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

7.1	Premessa	40
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	40
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	42
8	VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	43
8.1	Quadro normativo di riferimento	43
8.1.1	<i>Criteria generali di progettazione del metanodotto</i>	43
8.1.2	<i>Pianificazione territoriale di settore</i>	43
8.1.3	<i>Disposizioni e Misure di salvaguardia per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti a pericolosità idraulica</i>	44
8.1.4	<i>Regolamento regionale n. 3/2011</i>	48
8.2	Interferenze con aree a pericolosità idraulica	50
8.3	Analisi delle condizioni di Compatibilità Idraulica	51
8.3.1	<i>Considerazioni di carattere generale</i>	51
8.3.2	<i>Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di percorrenza dell'alveo</i>	51
8.4	Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica	53
9	CONCLUSIONI	54
	APPENDICE 1: COLONNE STRATIGRAFICHE DEI SONDAGGI	55
	ANNESSO: Disegno di Attraversamento DIS-AT-3B-11319	
	<i>"Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante", DN400 (16")</i>	
	<i>Variante torrente Petronio - Percorrenza in subalveo - DN250 (10")</i>	

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 4 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

La Snam Rete Gas intende rinnovare la linea esistente del metanodotto "Derivazione per Sestri Levante DN 250 - 400 (10" - 16")", che si sviluppa da Albareto (PR) a Sestri Levante (SP), mediante la sostituzione di alcuni tratti della linea attualmente in esercizio.

Il progetto prevede la realizzazione di alcuni tratti in sostituzione della linea esistente, che sarà dismessa e rimossa solamente in corrispondenza delle percorrenze di nuova progettazione, nonché l'adeguamento di alcune linee secondarie di vario diametro che prendono origine dalla linea principale, al fine di garantire la fornitura del servizio al bacino delle utenze presenti nell'area.

Il territorio interessato dall'opera è compreso nelle Regioni Emilia-Romagna, Comune di Albareto (PR) e Liguria, Comuni di Varese Ligure, Carro, Maissana in Provincia della Spezia e Castiglione Chiavarese, Casarza Ligure e Sestri Levante nell'ambito della Città Metropolitana di Genova.

In particolare, il tracciato di variante in progetto (DN 250), oggetto del presente studio, ricade per intero nell'alveo del Torrente Petronio nel territorio comunale di Casarza Ligure (GE), in un ambito situato in località Pian Tangoni di Bergamin.

In corrispondenza del sopracitato ambito del corso d'acqua, il tracciato in progetto interferisce con delle aree censite a pericolosità idraulica nel Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'ex Autorità di Bacino Regionale per l'Ambito 17 e nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

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, geologico, ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità dell'infrastruttura in considerazione del contesto 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 d'attraversamento, in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 5 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

- Valutazioni idrologiche al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);
- Valutazioni idrauliche, volte ad individuare i parametri caratteristici 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;
- Valutazioni sulle 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 della percorrenza in subalveo del corso d'acqua, comprendente le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, è stato sviluppato nel seguente elaborato grafico:

- **DIS-AT-3B-11319**
"Rifacimento metanodotto Derivazione per Sestri Levante", DN400 (16")
 Variante torrente Petronio - Percorrenza in subalveo - DN250 (10")

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 6 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La percorrenza nell'alveo del torrente Petronio da parte del tracciato della variante in progetto (DN250) ricade nel territorio comunale di Casarza Ligure (GE), in prossimità della località Pian Tangoni di Bergamin.

Dal punto di vista idrografico, l'ambito di attraversamento ricade nel tratto di valle del corso d'acqua, poco a monte delle confluenze del rio Vallegrande (in sinistra) e del rio Cacarello (in destra) nel Petronio.

Al fine di fornire un inquadramento territoriale generale dell'ambito di attraversamento in esame, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalla Mappa regionale della Liguria), dove:

- il tracciato della variante in progetto è rappresentato mediante una linea in rosso;
- il tratto di metanodotto da dismettere è indicato tramite una linea tratteggiata di colore verde;
- le aree di inizio e fine della percorrenza in esame sono evidenziate mediante dei cerchi in colore rosso.

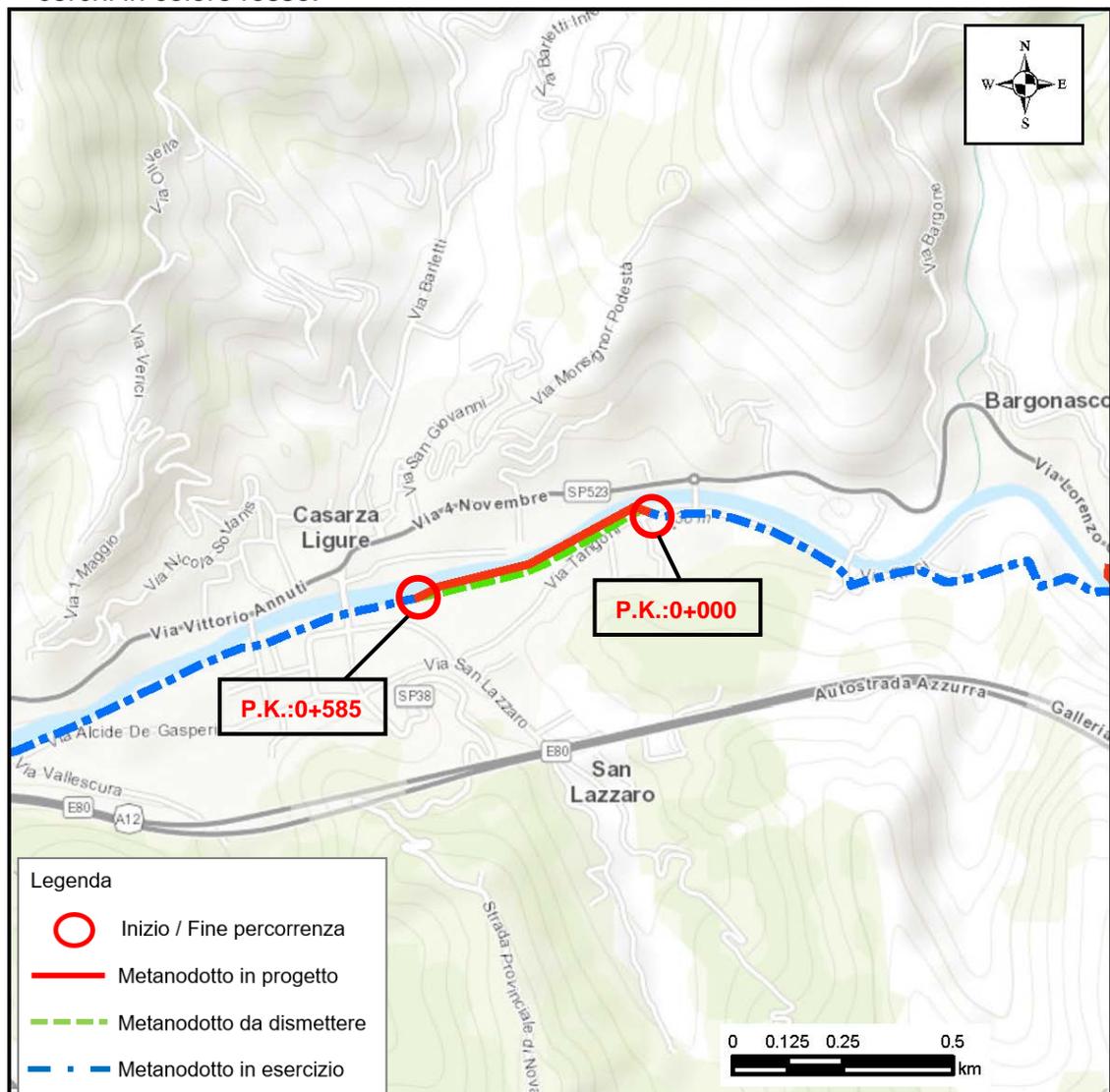


Fig.2. 1/A: Corografia generale in scala 1:25.000

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 7 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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

Tab.2.1/A: Coordinate ambito della percorrenza in subalveo del corso d'acqua

Coordinate ambito di attraversamento in percorrenza del corso d'acqua			
Coordinate Piane: WGS84 - Fuso 32 (EPSG 32632) – Inizio	536789 m E	4902477 m N	
Coordinate Piane: WGS84 - Fuso 32 (EPSG 32632) – Fine	536256 m E	4902280 m N	

Nella figura seguente è 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.

La percorrenza in subalveo in esame verrà eseguita mediante la tecnica degli scavi a cielo aperto, come meglio specificato in seguito.

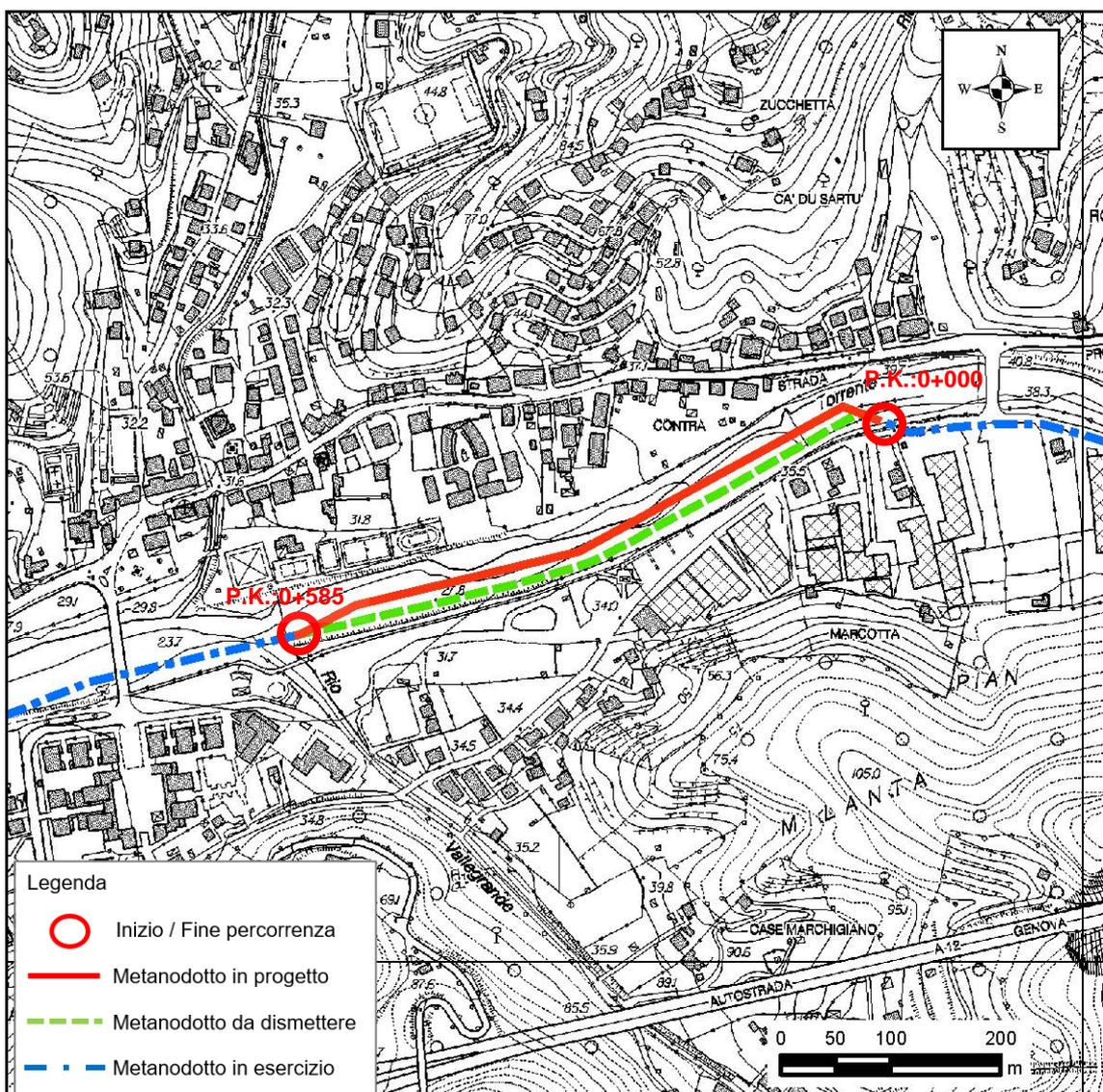


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 8 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il tracciato del metanodotto in progetto (DN250) segue il parallelismo con il metanodotto attualmente in esercizio (che verrà successivamente dismesso) percorrendo aree sempre di pertinenza fluviale.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 9 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

3 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Torrente Petronio nasce dalla confluenza dei Rii Traversa e Vasca, alle pendici di Cresta degli Stronzi, ad una quota di circa 280 m s.l.m. Il corso del torrente si sviluppa, con andamento sinuoso, in direzione prevalente da Est a Ovest, fino all'abitato di Casarza Ligure, dove piega verso Sud andando a sfociare in corrispondenza di Riva Trigoso.

I principali affluenti di sponda destra sono i seguenti:

- Rio dei Guacci;
- Rio Frascarese;
- Rio Campegli;
- Torrente Bargonasco;
- Rio Cacarello.

mentre quelli di sinistra sono:

- Rio di Rove;
- Rio Baracchino;
- Rio Giannelli;
- Rio Gavotino;
- Rio Vallegrande;
- Rio Valle Bardi.

Il bacino idrografico confina con il bacino del Torrente Gromolo a Est, del Torrente Graveglia a Nord, del Torrente Vara a Nord-Est e del Torrente Castagnola a Sud, ed è limitato dal crinale compreso tra il Monte Bomba (610 m s.l.m.), Monte Tregin (870 m s.l.m.), Monte Roccagrande (971 m s.l.m.), Monte Zenone (1055 m s.l.m.), Monte Alpe (1093 m s.l.m., la vetta più alta del Bacino), Cima Stronzi (812 m s.l.m.) sul versante destro, Monte San Nicolao (845 m s.l.m.), Monte Salto del Cavallo (609 m s.l.m.), Monte Moneglia (521 m s.l.m.) sul versante sinistro ed ha una superficie totale pari a circa 61 km².

Il bacino presenta una forma decisamente asimmetrica, infatti il versante sinistro è decisamente meno sviluppato superficialmente del destro. Di conseguenza gli affluenti di destra risultano più sviluppati di quelli di sinistra, in particolare il Rio Frascarese, il Torrente Bargonasco ed il Rio Cacarello presentano una superficie complessiva pari a circa 25 km², oltre il 40% della superficie del Bacino.

La lunghezza complessiva dell'asta principale è di circa 15,5 km, con una pendenza media pari, nella parte alta del bacino, a circa il 17%, a circa il 6% nella parte pedemontana e a circa l'1% nel tratto terminale.

L'alveo si presenta, nella parte alta, incassato in roccia, mentre a valle della confluenza con il Rio Frascarese, le aree adiacenti il fiume diminuiscono la loro pendenza, fino ad assumere le caratteristiche di una piana alluvionale in corrispondenza dell'abitato di Casarza Ligure.

Come già detto la quota massima del bacino è pari a 1093 m s.l.m., in corrispondenza del Monte Alpe, mentre la quota media è di circa 410 m s.l.m.

Dal punto di vista dell'assetto insediativo si può osservare come il bacino si presenta scarsamente urbanizzato nella parte medio-alta, mentre nella parte bassa il grado di

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 10 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

urbanizzazione è decisamente più elevato. In particolare, nella parte alta si trovano alcuni insediamenti sparsi, tra cui i principali sono Velva, Castiglione Chiavarese e Bargone. Tutti questi piccoli centri, però, non si trovano nelle immediate vicinanze del Petronio o di uno dei suoi affluenti significativi.

Nella parte bassa, soprattutto a valle della confluenza del Torrente Bargonasco, la situazione si presenta decisamente diversa. In questa zona sono infatti localizzati gli abitati di Casarza Ligure e di Riva Trigoso.

In particolare, in corrispondenza dell'abitato di Casarza Ligure, la pressione antropica è decisamente rilevante, e le aree prossime al corso d'acqua risultano in gran parte insediate. In particolare, la confluenza del Rio Cacarello risulta tombinata, mentre sono presenti diversi ponti di attraversamento carrabili sul Petronio. Il tratto terminale a valle del ponte ferroviario, in corrispondenza dell'abitato di Riva Trigoso risulta arginato con continuità. L'area fociiva è urbanizzata densamente sia in destra che in sinistra.

Nel tratto a cavallo della confluenza con il T. Bargonasco, l'alveo del torrente risulta inciso nelle alluvioni di fondo valle e presenta una sezione caratterizzata da una parte centrale più profonda (alveo di magra e di morbida) e da ristrette aree golenali.

L'assetto idraulico del corpo idrico nel tratto vallivo si caratterizza in ragione di ampie escursioni di portata tra i periodi di magra e di piena. Gli eventi di maggior rilievo risultano essere associabili a fenomeni pluviometrici intensi e i dati disponibili consentono di definire "torrentizio" il regime di portata, strettamente legato, con brevi ritardi, all'andamento pluviometrico stagionale, caratterizzato da forte disomogeneità temporale, alla distribuzione spaziale delle piogge sul bacino ed alla loro intensità

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in colore giallo), su una base cartografica estrapolata dalla Mappa Regionale della Liguria al 150.000, con indicazione dell'asta del corso d'acqua e del reticolo idrografico significativo (in blu). Nella stessa figura è anche indicato l'ambito d'interferenza in esame tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in rosso) e l'alveo del corso d'acqua. I tratti di metanodotto da dismettere sono rappresentati con una linea verde tratteggiata.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 11 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408



Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua (Sup \approx 61 km²) ed indicazione dell'ambito in esame

3.2 Descrizione dell'area della percorrenza in subalveo

La percorrenza in subalveo da parte del metanodotto in progetto (DN250) ricade nel tratto vallivo del torrente Petronio in località Pian Tangoni di Bergamin, in comune di Casarza Ligure, sul quale sono presenti dei fenomeni erosivi in atto dovuti al cattivo stato di conservazione di alcune briglie.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 12 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Tale tratto si colloca nella piana alluvionale in cui il torrente descrive ampie anse nel suo procedere verso valle in direzione NE-SO.

Le sezioni sono di forma sostanzialmente trapezia, con larghezze al fondo variabili tra 30 m e 45 m circa; il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni con presenza ai lati di depositi e di vegetazione arbustiva.

La viabilità principale (S.S. 523) si sviluppa in sponda destra per tutto il tratto in esame.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame, qui di seguito si riporta una foto aerea dove:

- il tracciato della variante in progetto è rappresentato mediante una linea in rosso;
- il tratto di metanodotto da dismettere è indicato tramite una linea in verde;
- il metanodotto da mantenere in esercizio è indicato tramite una linea in blu.

La percorrenza in esame, come meglio specificato nel seguito, verrà eseguita con scavi a cielo aperto.

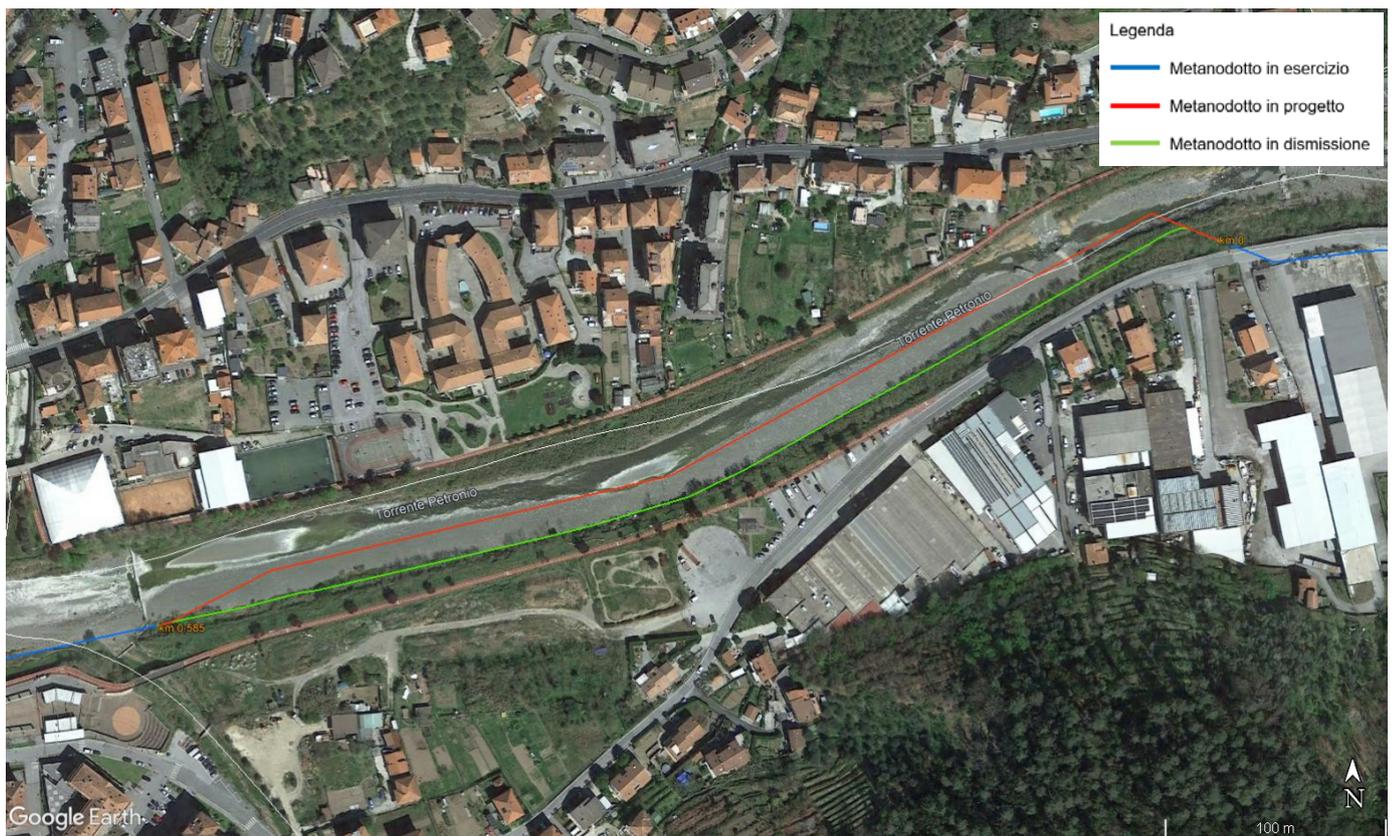


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in percorrenza del corso d'acqua, scattata dalla sponda in sinistra idrografica.

La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto, che verrà posato in subalveo mediante scavi a cielo aperto.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria	REL-CI-E-10408		
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 13 di 55	Rev. 0	

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408



Fig.3.2/B: Foto ambito di percorrenza in subalveo in esame

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 14 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

3.3 Indagini di caratterizzazione stratigrafica

Per l'acquisizione degli elementi che hanno permesso di esprimere un giudizio dei terreni presenti lungo i tracciati delle varianti in progetto, recentemente (nel 2022), è stata eseguita una specifica campagna geognostica.

In particolare, per la caratterizzazione dell'ambito fluviale in esame risulta interessante un sondaggio (denominato DS-B-B57), la cui ubicazione è riportata nella foto aerea di cui alla figura seguente.



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

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

Dall'analisi della colonna stratigrafica si individua per tutto lo spessore indagato (15 metri) la presenza di terreni granulari costituiti da ghiaia e sabbia, a tratti debolmente limosa, in proporzioni variabili. I clasti sono prevalentemente sub-angolari con dimensioni variabili da 1 a 10 cm. La natura litologica è arenitica, siltitica con vene di calcite e serpentinitica.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 15 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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. Le varie metodologie sono qui di seguito elencate.

- In generale, avendo a disposizione dati di portata registrati in continuo da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua, si esegue l'elaborazione statistica degli eventi estremi disponibili (metodo diretto).
- In mancanza di detti dati, si verifica se sono disponibili dati di portata di altri corsi d'acqua, siti nelle circostanze del fiume oggetto di studio, con le medesime caratteristiche idrologiche. In detto caso si esegue l'elaborazione statistica di dati disponibili e successivamente si cerca di interpretare le portate del corso d'acqua in esame sulla base dei risultati ottenuti (metodo della similitudine idrologica).
- In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame.
- Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi-Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

Nel caso in esame, per le valutazioni idrologiche si utilizzano i dati e le elaborazioni tratti dagli studi propedeutici al Piano di Bacino Stralcio del Torrente Petronio (Ambito 17) redatti per conto della Provincia di Genova, e successive integrazioni.

In tal senso, nel seguito si provvederà a riportare dei cenni sulle elaborazioni e sulle metodologie di calcolo finalizzate alla determinazione delle portate di piena, con assegnato periodo di ritorno, in un certo numero di sezioni significative della rete idrografica del torrente Petronio.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella più a valle della percorrenza in subalveo della variante in progetto (DN250), che ricade in prossimità della località San Lazzaro, nel tratto vallivo dello sviluppo dell'asta principale del torrente Petronio, pochi metri a monte delle confluenze dei rii Vallegrande e Cacarello nel corso d'acqua.

Nella figura seguente è riportata un'immagine tridimensionale su base satellitare, estrapolata da Google Earth, con la delimitazione del bacino imbrifero del torrente Petronio sotteso dalla sezione di studio e con l'indicazione dell'asta idrica principale. Nella stessa figura sono riportate anche le condotte dei metanodotti esistenti ed in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria	REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 16 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408



Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio (immagine 3D su base satellitare)

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

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua	Sez. di studio	Superficie Bacino (kmq)	Lunghezza asta principale (km)	Altitudine max del Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Torrente Petronio	Fine percorrenza	46,2	12,2	1093	26

4.4 Studi propedeutici al PAI

4.4.1 Premessa

Al fine della redazione del Piano sul rischio idrogeologico ai sensi del comma 1, art. 1 del DL 180/98, si è resa necessaria un'operazione di sistemazione ed integrazione dei dati e delle analisi contenuti nei suddetti studi propedeutici per arrivare ad una descrizione maggiormente dettagliata dell'idrologia del bacino.

4.4.2 Elaborazione idrologiche - Cenni

Al fine della determinazione delle portate di piena, il bacino del Petronio è stato suddiviso in 40 sottobacini ed in 19 aree scolanti.

Le sezioni di chiusura dei sottobacini sono state numerate da 1 a 29, da monte verso valle, mentre le sezioni di chiusura sull'asta principale sono contraddistinte da una lettera compresa tra A e M, anche in questo caso procedendo da monte verso valle.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 17 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Ai fini della determinazione delle portate di piena con assegnati periodi di ritorno, sono stati, in prima fase, raccolti ed esaminati i dati di pioggia registrate nelle stazioni all'interno del bacino o limitrofe ad esso pubblicati dal Servizio Idrografico Nazionale, aggiornati fino al 1996.

Dopo aver analizzato le caratteristiche delle serie storiche registrate dai pluviometri situati all'interno del bacino o nelle immediate vicinanze di esso, si è proceduto alla scelta delle stazioni più significative per descrivere le caratteristiche degli eventi pluviometrici intensi all'interno del bacino considerato.

La maggior parte del bacino del Torrente Petronio risulta compresa all'interno dell'area di competenza del pluviometro di Castiglione Chiavarese. Ciò è dovuto essenzialmente alla posizione all'incirca baricentrica della stazione.

La stazione di Castiglione Chiavarese risulta sicuramente più significativa per descrivere il regime pluviometrico anche dei sottobacini posti all'interno delle aree di competenza degli altri pluviometri. Detta stazione, oltre ad essere posta in posizione centrale del bacino, è posta anche ad una quota molto vicina alla quota media del bacino stesso. Di conseguenza, per le successive elaborazioni è stata utilizzata solo ed esclusivamente la stazione di Castiglione Chiavarese.

Dunque, il regime pluviometrico degli eventi estremi è stato valutato in base alle altezze di pioggia massime per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore registrate presso la stazione pluviometrografica di Castiglione Chiavarese.

Le elaborazioni statistiche sono state condotte regolarizzando le altezze di pioggia annuali per le durate considerate utilizzando la legge probabilistica di Gumbel.

La scelta della distribuzione di Gumbel è stata quindi validata utilizzando il test statistico di Kolmogorov-Smirnoff.

Il metodo utilizzato nella valutazione delle portate è necessariamente di tipo indiretto, basato cioè sulla modellazione afflussi-deflussi dei dati di pioggia.

Non sono stati utilizzati i dati idrometrici della stazione di misura di Riva Trigoso in quanto in genere le misurazioni dirette di portata risultano molto precise per le portate di morbida o di magra, ma perdono significatività in condizioni di piena estrema, in quanto crolli di arginature, elevato trasporto solido, esondazioni laterali o ostruzioni parziali delle sezioni di deflusso portano in genere ad una sottostima di tali portate, con una conseguente sottostima dei quantili conseguenti all'analisi statistica.

Il modello adottato per passare dalle informazioni pluviometriche alle portate di piena è costituito da una prima parte di trasformazione della pioggia di progetto in pioggia netta, depurata cioè della parte di infiltrazione, basata sull'interpretazione Hortoniana (non lineare) del processo di assorbimento da parte del terreno, e da una seconda parte basata su un modello di trasformazione della piena attraverso la rete idrografica, attraverso il Modello di Nash.

4.4.3 Risultati finali delle elaborazioni idrologiche

Sulla base delle elaborazioni condotte si è quindi giunti alla determinazione delle portate di piena, con assegnato periodo di ritorno, in un certo numero di sezioni significative della rete idrografica del corso d'acqua esaminato.

È stata inoltre calcolata, per tutte le sezioni prese in esame, la portata di piena dedotta dalla Curva Inviluppo delle portate di piena (CATI 1970) dei corsi d'acqua liguri aventi versante tirrenico, edita dal Servizio Idrografico di Genova ed aggiornata dopo l'alluvione del 1970. Queste ultime portate sono state quindi confrontate con quelle desunte dall'analisi idrologica, al fine di associare ad esse un valore del periodo di ritorno.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 18 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Tab.4.4/A: Valori delle portate di piena ricavate con l'analisi idrologica per diversi periodi di ritorno confrontati con quelli del CATI, per le sezioni di chiusura considerate. La sezione di chiusura di interesse sul petronio è quella con la lettera I.

Sez.	$Q_{T=5}$ m ³ /s	$Q_{T=10}$ m ³ /s	$Q_{T=20}$ m ³ /s	$Q_{T=25}$ m ³ /s	$Q_{T=50}$ m ³ /s	$Q_{T=100}$ m ³ /s	$Q_{T=200}$ m ³ /s	$Q_{T=500}$ m ³ /s	Q_{Cati} m ³ /s
1	27	34	41	43	50	57	64	73	56
2	21	27	32	34	39	44	49	56	50
A	62	76	89	94	106	119	132	149	140
3	19	24	29	31	36	40	45	51	35
B	69	85	99	104	119	133	147	166	171
4	28	35	41	43	49	55	61	69	59
5	4	5	6	7	8	9	10	11	5
6	56	69	81	85	97	108	120	135	135
C	121	148	174	182	207	232	256	289	267
7	34	42	50	52	60	67	74	84	73
D	129	156	182	191	216	241	266	298	354
8	27	34	40	41	47	53	59	66	50
E	162	196	228	238	269	300	331	371	412
9	47	56	65	67	76	84	93	104	90
10	24	29	34	36	41	45	50	56	47
11	91	109	126	131	148	165	181	203	199
F	218	262	305	318	359	400	441	494	488
12	21	25	29	30	34	38	42	48	41
G	220	264	307	320	362	403	446	500	506
13	53	65	75	79	89	100	110	124	112
H	247	296	343	357	403	448	493	553	542
14	52	62	72	75	84	93	103	115	98
15	53	69	73	77	86	96	105	118	103
16	91	109	126	131	147	163	179	201	184
17	24	30	35	36	41	46	51	57	40
18	108	129	149	155	175	194	213	239	235
19	28	35	42	45	52	58	65	74	70
20	133	159	184	192	216	240	264	295	276
21	27	32	37	39	44	49	54	61	53
22	149	178	206	215	242	268	295	330	337
I	330	394	456	476	536	595	654	732	691
23	36	43	50	53	59	66	72	81	57
24	24	29	34	36	41	45	50	56	24
25	56	66	77	80	90	100	110	124	90
26	12	15	18	19	21	24	27	30	16
27	61	74	87	91	103	115	127	143	162
28	30	37	43	45	50	56	62	70	79
L	368	440	509	530	598	664	730	817	807
29	51	61	71	74	83	93	102	115	117
M	370	443	512	534	601	668	734	821	856

Infine, a titolo di confronto, si sono determinati per le sezioni di chiusura più significative del bacino i valori di portata col metodo della regionalizzazione (CIMA) per i tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni. Tra le portate del torrente Petronio ottenute col metodo di Nash e quelle fornite dallo studio CIMA è emersa una congruenza soddisfacente che conferma la bontà dei valori ottenuti.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 19 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Tab.4.4/B: Valori di portata col metodo CIMA per tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni per le sezioni di chiusura più significative del bacino del Petronio.

Sez.	Q _{T=50} m ³ /s	Q _{T=200} m ³ /s	Q _{T=500} m ³ /s
D	136	197	237
E	164	238	286
F	240	347	418
G	252	364	438
H	276	399	480
I	437	632	761
L	510	738	888
M	538	778	936
11	70	101	122
20	114	165	198
22	141	204	245

Per la descrizione di dettaglio delle modalità di elaborazione nei modelli afflussi-deflussi e CIMA si rimanda rispettivamente alla visione dei paragrafi 2.7.4.1 e 2.7.4.2 della Relazione Generale del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del Torrente Petronio – Ambito Regionale di Bacino 17 (D.G.P n.121 del 18/11/2013).

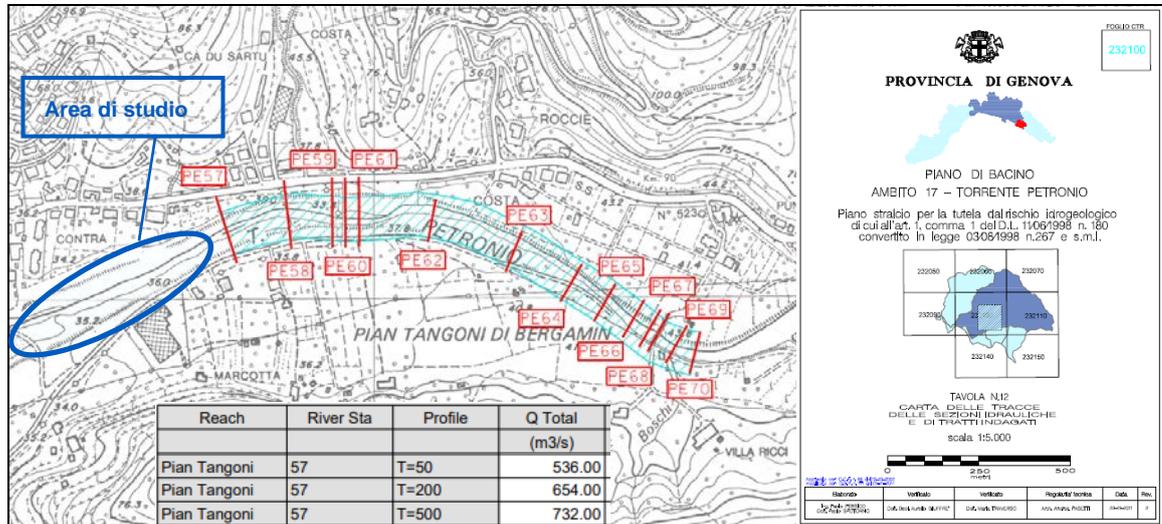


Fig.4.4/A: Stralcio planimetrico di carta tematica del Piano di Bacino relativo alle Sezioni di chiusura del bacino del T. Petronio. In tabella sono riportate le portate nella sez. 57 in località Pian Tangoni (fonte: Verifiche idrauliche del T. Petronio, allegato tecnico del Piano di Bacino)

4.5 Valutazione delle portate nell'ambito in esame

L'ambito fluviale in esame è ricadente nel bacino del Torrente Petronio, nella piana alluvionale compresa fra le località Pian Tangoni di Bergamin e San Lazzaro, in comune di Casarza Ligure. La superficie sottesa dalla sezione di studio risulta pari a 46.2 km².

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 20 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Pertanto, sulla base delle risultanze delle elaborazioni di cui alla Tab.4.4/A, per la sezione di studio dell'attraversamento in percorrenza, si possono adottare gli stessi risultati della sezione di chiusura "lettera I" sul torrente Petronio (Tratto 8, sez. PE57-PE70 nelle verifiche idrauliche del PAI), ubicata in località Pian Tangoni di Bergamin nei pressi di villa Ricci.

Tab.4.5/A: Sezione di 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=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Torrente Petronio/ Sez. di Studio	46,2	536	595	654	732

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.

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)
	Fine			
Torrente Petronio	percorrenza	46,2	654	14,2

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 21 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

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. Nello specifico, si è deciso di svolgere l'analisi idraulica, attraverso una *modellazione in moto permanente* di tutto il tronco d'alveo interessato dall'attraversamento in percorrenza della condotta.

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 con le opere di ripristino previste, al fine di 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, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni tali da modificarne le condizioni di deflusso della corrente.

5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

5.2.1 Assetto geometrico di modellazione

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo, per uno sviluppo complessivo di 663 m.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria	REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 22 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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.

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estrapolata dalle ortofoto del volo aereo) 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 verde. La RS-656 coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; invece la sezione RS-11 rappresenta quella di valle.

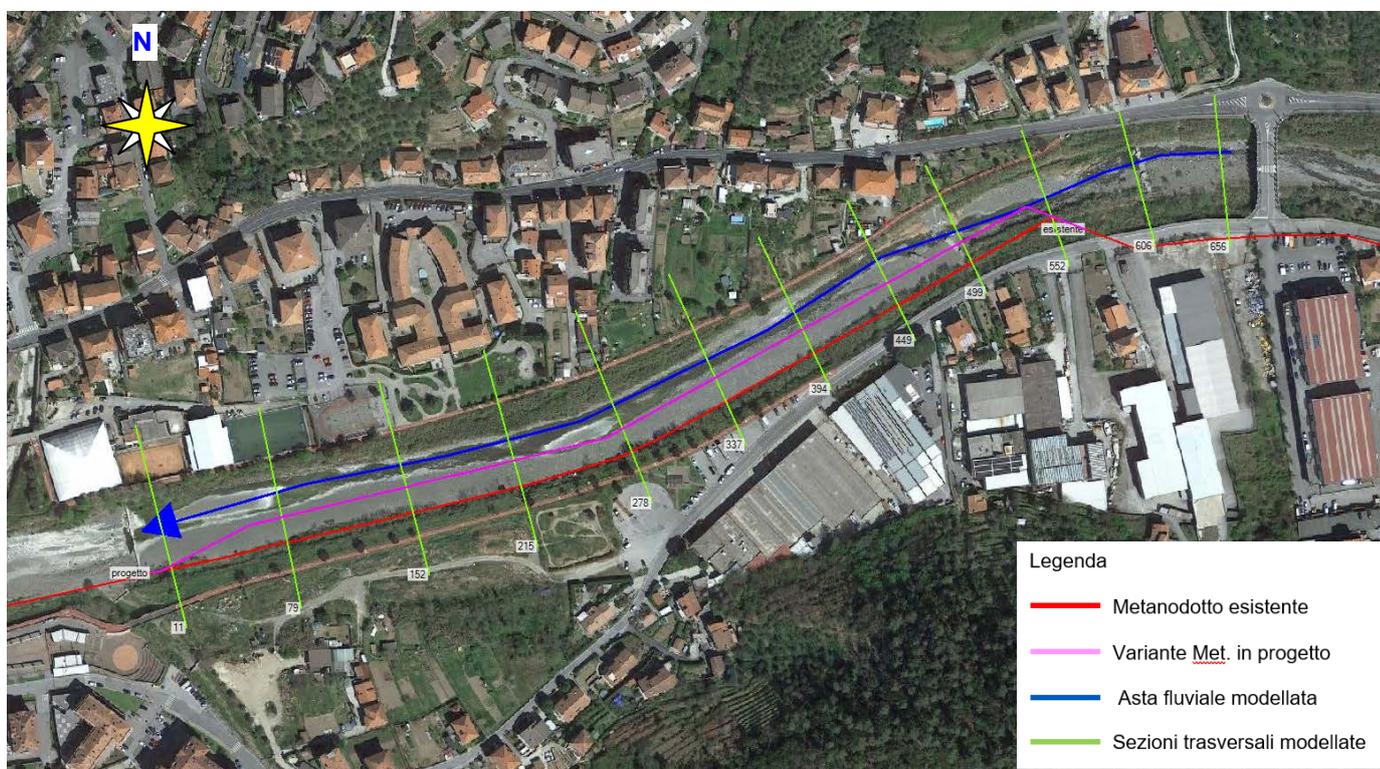


Fig.5.2/A: Foto aerea, con tronco d'alveo analizzato e sezioni di input nella modellazione

Dall'analisi della figura precedente, si rileva che il tracciato del metanodotto in progetto (indicato tramite una linea in magenta) attraversa l'alveo del corso d'acqua nel tratto localizzato tra le River Station RS-552 e RS-11.

Invece, nella figura seguente si riportano le medesime informazioni di cui alla figura precedente (alveo e sezioni di calcolo) sul Modello Digitale del Terreno considerato nella modellazione idraulica.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 23 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

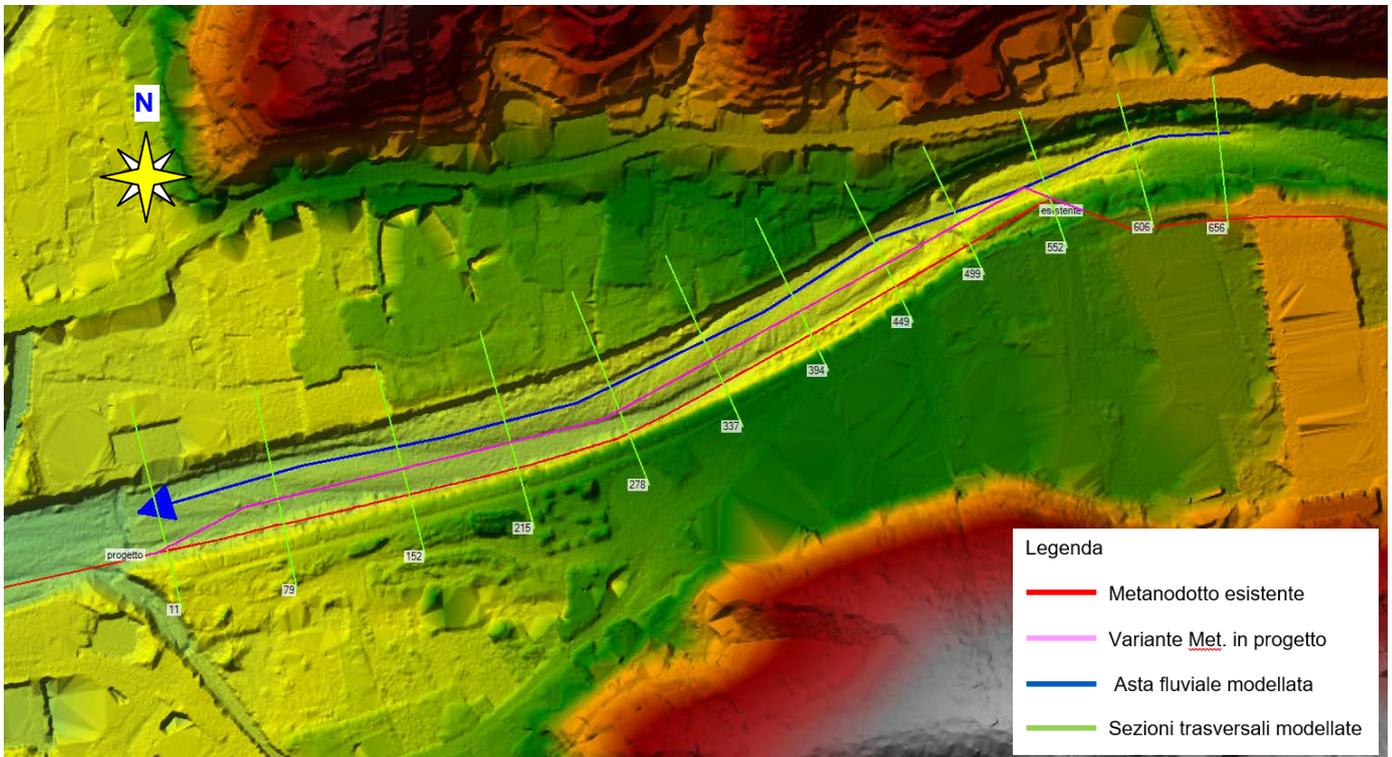


Fig.5.2/B: DTM, con tronco d'alveo analizzato e sezioni di input nella modellazione

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:

- $Q_{200}=654$ mc/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 in esame. Ossia:

- 0,030 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,045 per le aree golenali di deflusso oltre i limiti d'alveo (LOB, ROB).

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 24 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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 Chan (N/m2)	Froude Chl
656	654	654	31.25	35.38	35.72	37.11	0.0100	5.83	112.14	46.85	46.85	2.39	226.97	1.20
606	654	654	30.82	34.14	34.8	36.41	0.0170	6.67	97.98	49.98	49.98	1.96	317.11	1.52
552	654	654	30.12	34.35	34.35	35.66	0.0069	5.07	128.99	49.62	49.62	2.60	167.41	1.00
499	654	654	29.37	33.31	33.71	35.15	0.0112	5.99	109.10	47.76	47.76	2.28	243.30	1.27
449	654	654	29.17	32.24	32.84	34.48	0.0147	6.63	98.68	45.35	45.35	2.18	302.60	1.43
394	654	654	29.04	32.33	32.35	33.7	0.0070	5.19	126.02	47.16	47.16	2.67	174.10	1.01
337	654	654	27.76	31.32	31.72	33.16	0.0112	6.01	108.76	47.03	47.03	2.31	244.31	1.26
278	654	654	27.19	30.94	31.14	32.48	0.0088	5.50	118.89	48.67	48.67	2.44	201.25	1.12
215	654	654	27.15	30.72	30.72	32.04	0.0068	5.09	128.41	48.89	48.89	2.63	168.24	1.00
152	654	653.97	26.77	30.16	30.24	31.59	0.0074	5.30	123.51	48.01	47.50	2.60	182.18	1.05
79	654	654	26.46	29.47	29.69	30.99	0.0090	5.46	119.79	51.92	51.92	2.31	200.46	1.15
11	654	638.04	26.08	29.45	29.33	30.41	0.0050	4.38	159.47	78.56	56.70	2.57	124.17	0.87

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);

Al fine di fornire un inquadramento visivo generale sull'assetto geometrico, sull'ubicazione delle sezioni di studio e sui risultati conseguiti nelle varie sezioni trasversali, qui di seguito si riporta una visione prospettica dell'output di elaborazione.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 25 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

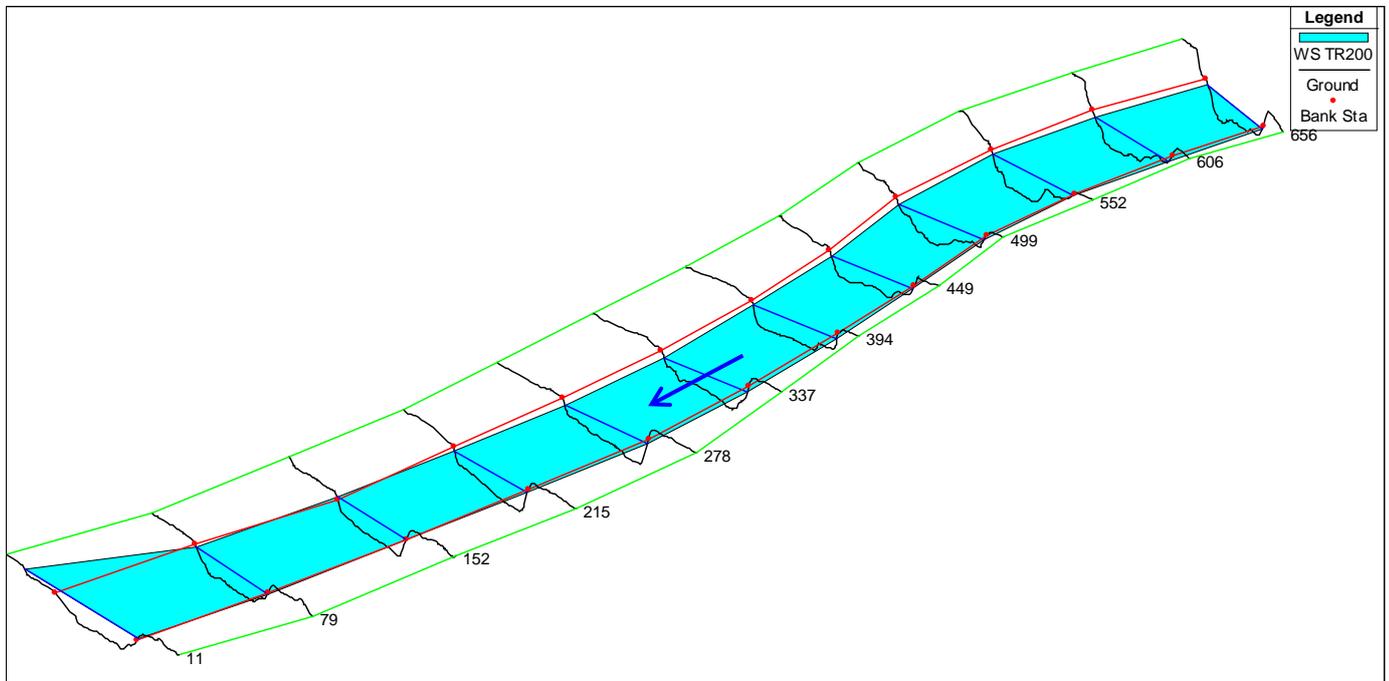


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica

Nelle figure seguenti si riportano degli stralci del Modello Digitale del Terreno e dell'Ortofoto, sui quali sono riportate le aree inondabili individuate nella modellazione idraulica.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria	REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 26 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

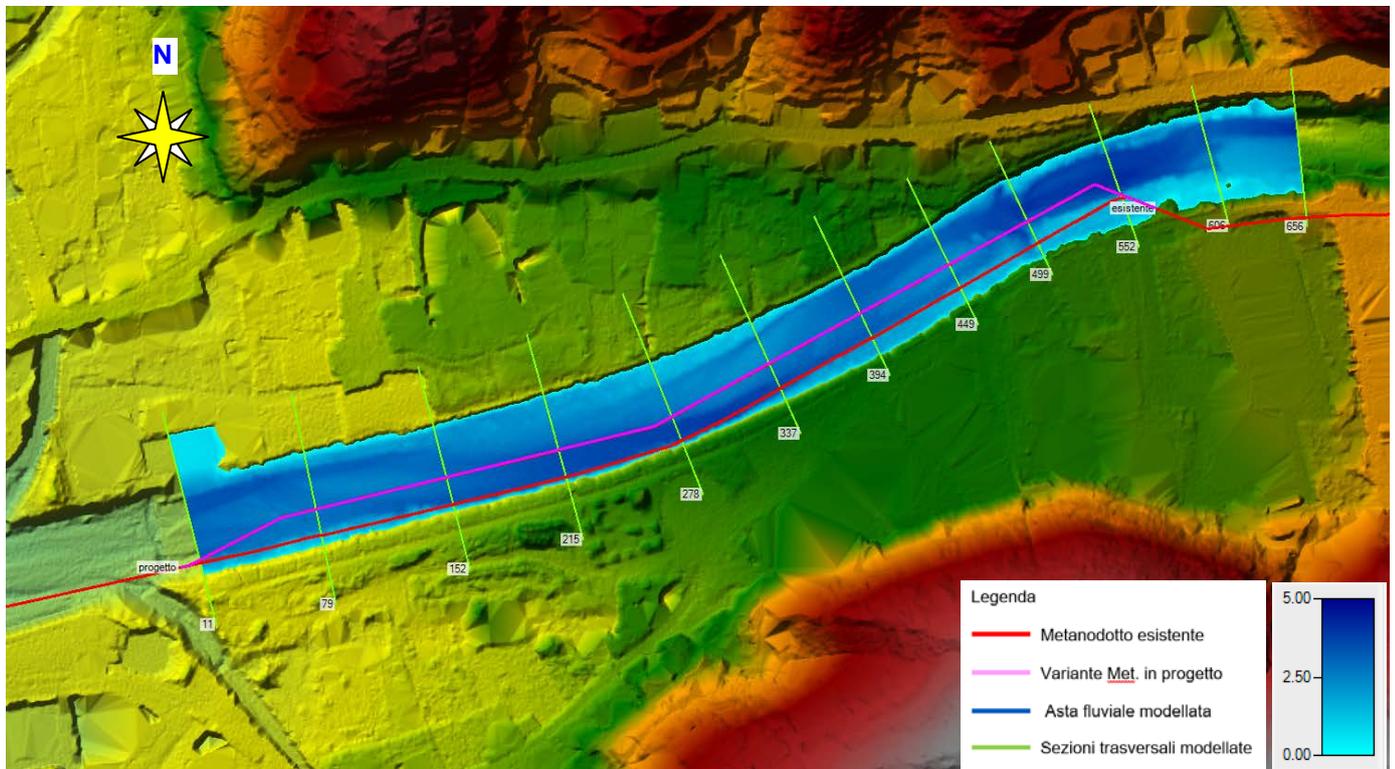
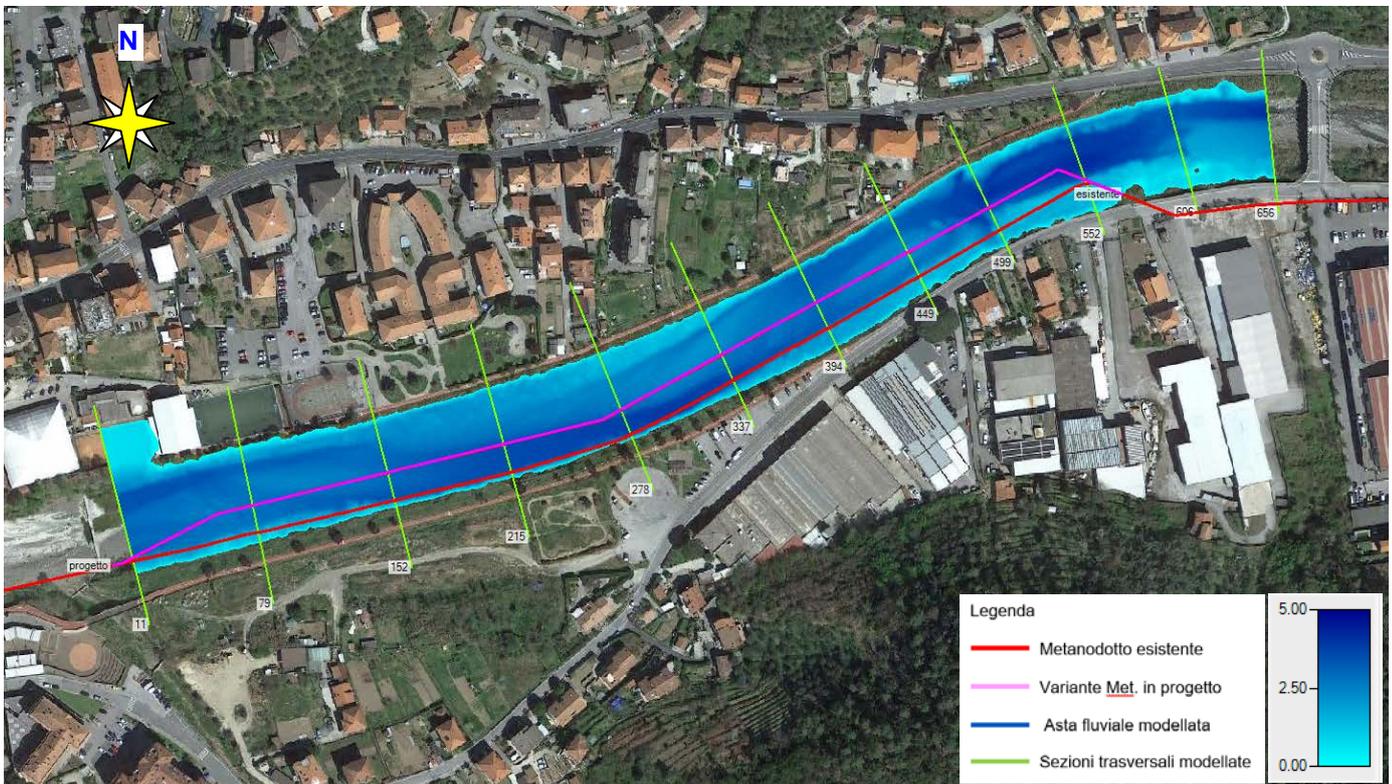


Fig.5.3/B: DTM, con individuazione delle aree inondabili

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 27 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408



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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 28 di 55

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

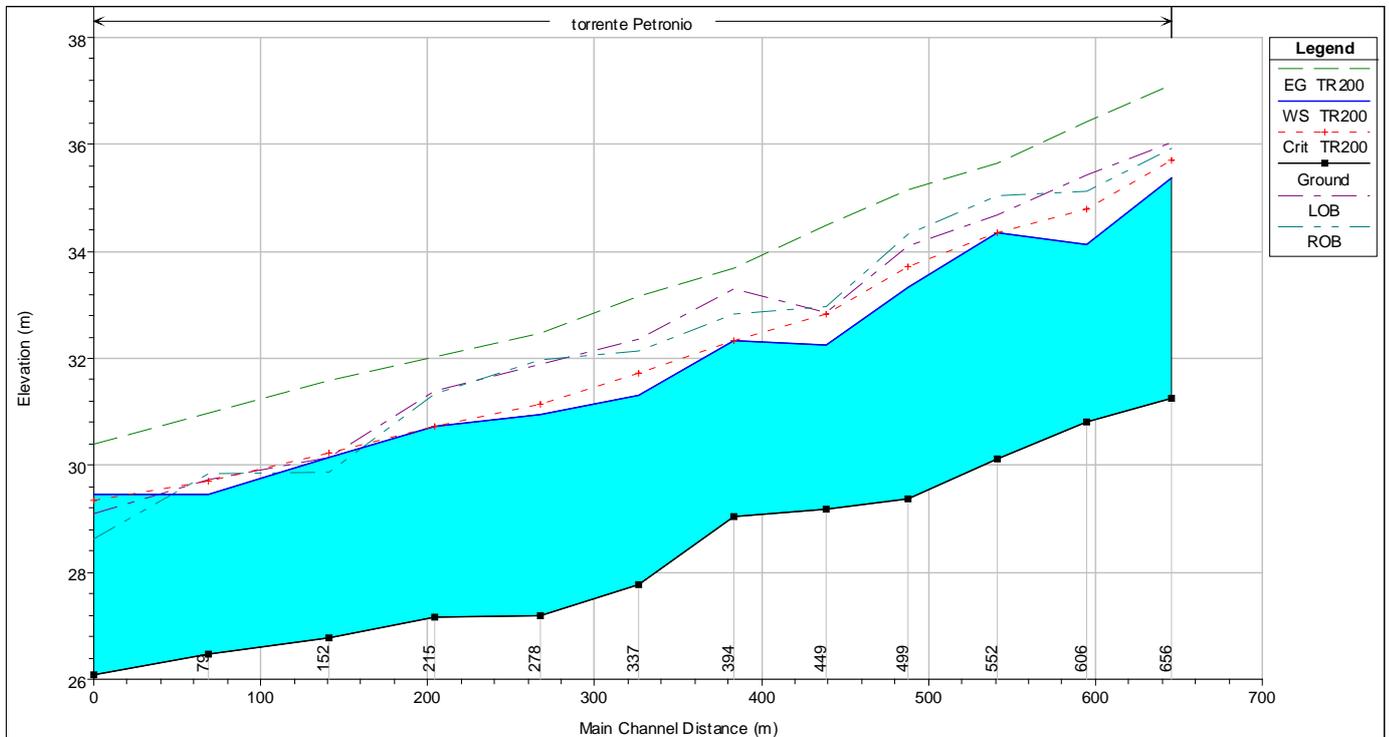


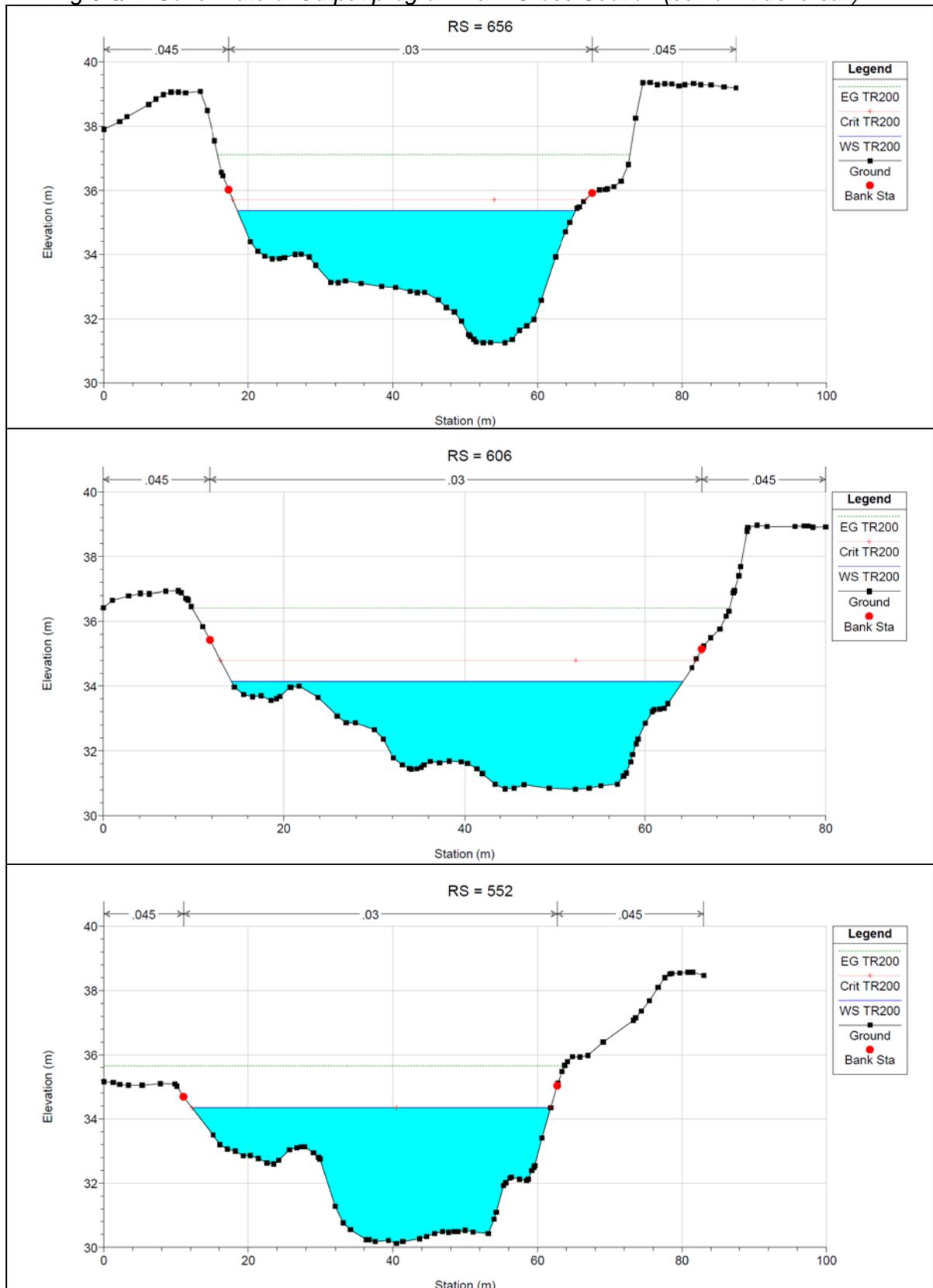
Fig.5.3/D: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 29 di 55

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Fig.5.3/E: Schermate di Output programma – Cross Section (sezioni trasversali)





PROGETTISTA



COMMESSA
NR/20045

UNITÀ
000

LOCALITÀ

Regione Emilia-Romagna e Liguria

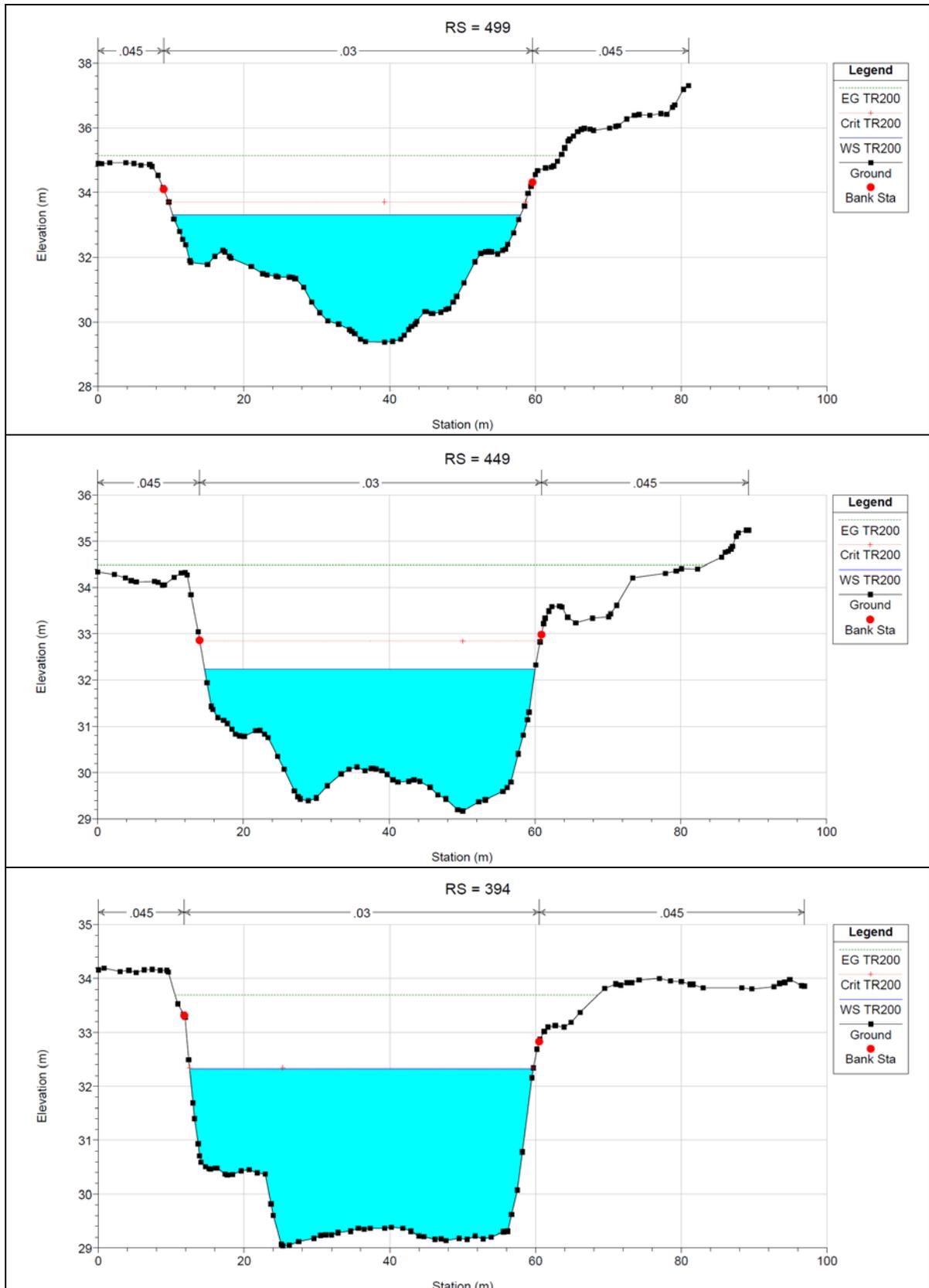
REL-CI-E-10408

PROGETTO/IMPIANTO
Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante
DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse

Fg. 30 di 55

Rev.
0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408





PROGETTISTA



COMMESSA
NR/20045

UNITÀ
000

LOCALITÀ

Regione Emilia-Romagna e Liguria

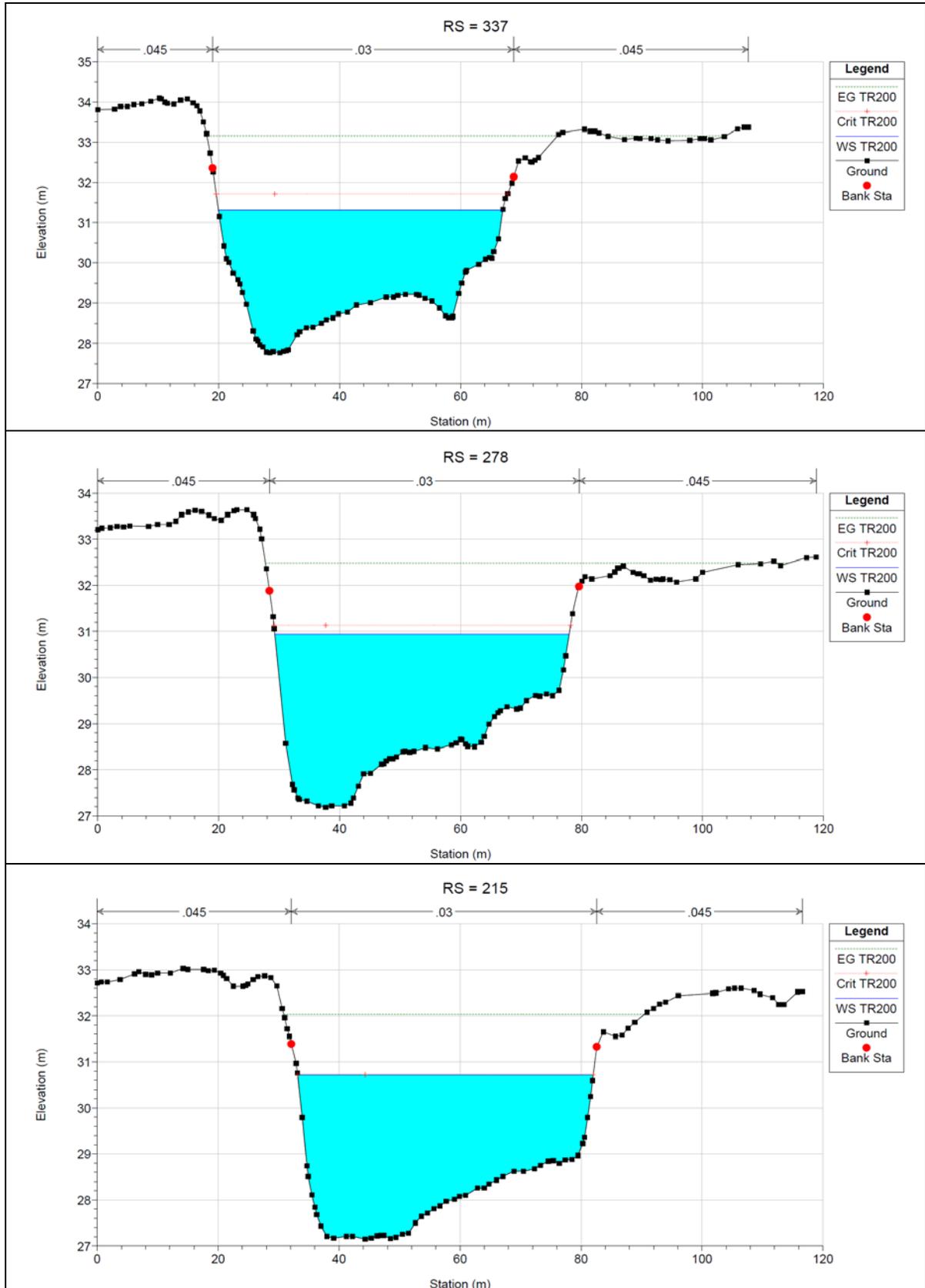
REL-CI-E-10408

PROGETTO/IMPIANTO
Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante
DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse

Fg. 31 di 55

Rev.
0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408





PROGETTISTA



COMMESSA
NR/20045

UNITÀ
000

LOCALITÀ

Regione Emilia-Romagna e Liguria

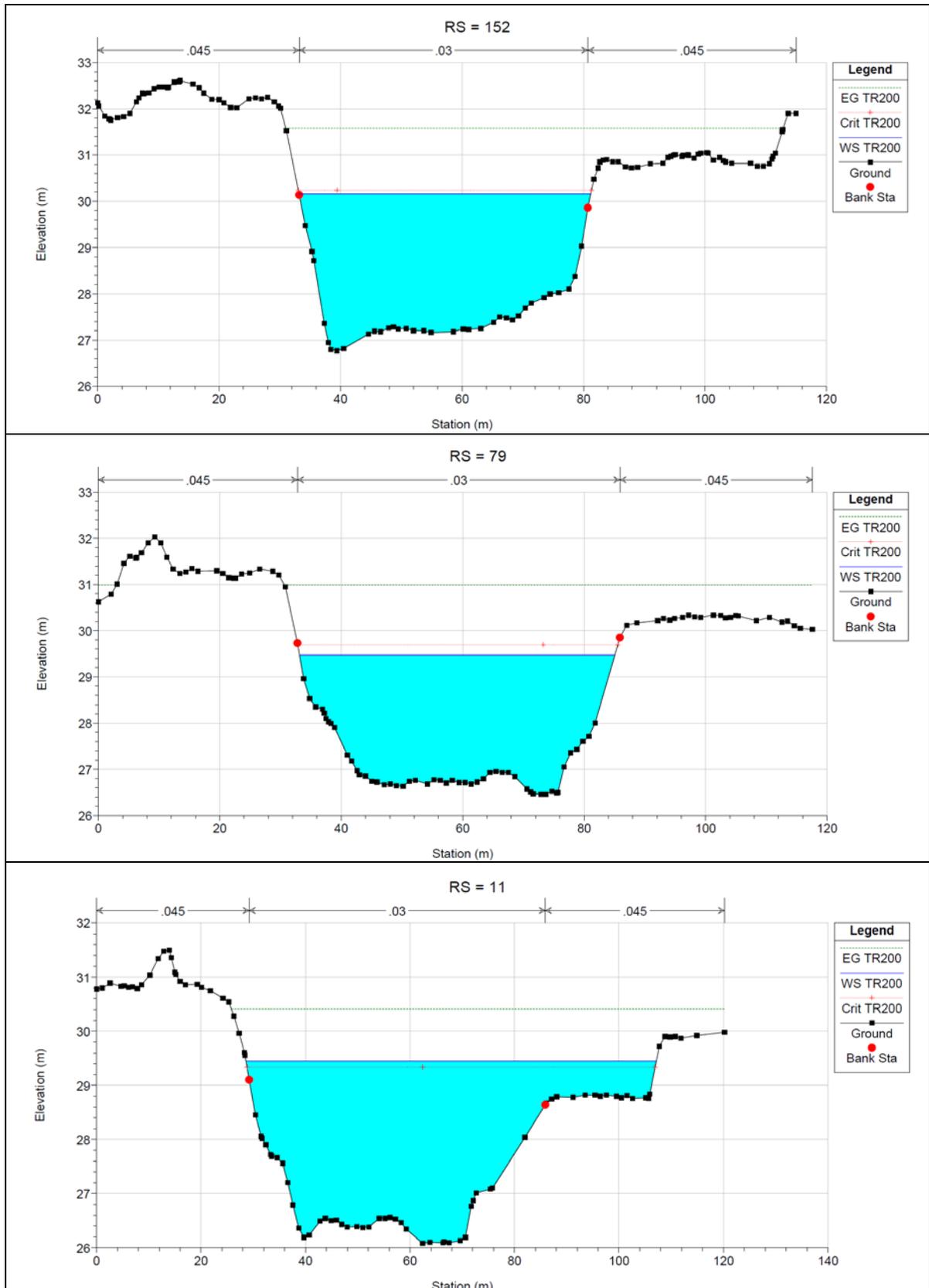
REL-CI-E-10408

PROGETTO/IMPIANTO
Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante
DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse

Fg. 32 di 55

Rev.
0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408



	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 33 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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 indicative per rappresentare i risultati delle elaborazioni (planimetrie con individuazione delle aree inondabili, profilo longitudinale lungo l'asta fluviale, sezioni trasversali).

Le verifiche hanno mostrato che lungo il tratto compreso tra le sezioni RS-656 e RS-79 il deflusso della portata 200-ennale avviene in corrente veloce con numeri di Froude >1 e velocità mediamente comprese tra 5 e 6,7 metri al secondo, le profondità medie del pelo libero all'interno dell'alveo centrale risultano comprese tra 2 m e 2,7 m circa.

Inoltre, dall'esame dei risultati della simulazione idraulica, si rileva che nel tronco idraulico analizzato la sezione d'alveo risulta in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale), ad eccezione del tratto terminale. Infatti, fasce di esondazione si individuano nelle aree golenali, in particolar modo in destra idrografica a monte della confluenza del rio Cacarello, coerentemente alle risultanze delle verifiche idrauliche del PAI.

Per le valutazioni dei fenomeni erosivi in alveo della corrente in considerazione della piena di progetto, si rimanda a quanto riportato nel capitolo seguente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 34 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 35 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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.

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.

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 36 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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.

Considerazioni sui metodi di calcolo impiegati

In Italia, negli ultimi 50÷60 anni circa, per la progettazione di attraversamenti in subalveo dei metanodotti, 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

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 NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 37 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

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 considerate adeguatamente 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, unitamente all'applicazione di adeguati coefficienti 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.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 38 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

6.3 Stima dei massimi approfondimenti d'alveo attesi

Le valutazioni dei fenomeni erosivi sono state eseguite in riferimento all'evento di piena duecentennale ($T_R=200$ anni), 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 (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati S (m)	Arature di fondo z (m)
656	654	5.83	46.85	2.39	656	13.96	4.12	1.98	1.20
606	654	6.67	49.98	1.96	606	13.09	4.23	1.98	0.98
552	654	5.07	49.62	2.6	552	13.18	3.91	1.88	1.30
499	654	5.99	47.76	2.28	499	13.69	4.11	1.97	1.14
449	654	6.63	45.35	2.18	449	14.42	4.42	2.09	1.09
394	654	5.19	47.16	2.67	394	13.87	4.04	1.95	1.34
337	654	6.01	47.03	2.31	337	13.91	4.15	1.99	1.16
278	654	5.5	48.67	2.44	278	13.44	3.98	1.92	1.22
215	654	5.09	48.89	2.63	215	13.38	3.95	1.90	1.32
152	654	5.3	48.01	2.6	152	13.62	4.03	1.93	1.30
79	654	5.46	51.92	2.31	79	12.60	3.83	1.84	1.16
11	654	4.38	78.56	2.57	11	8.32	3.55	1.52	1.29

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.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 39 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m ²)	Diametro limite clasti trasportati (m)
656	226.97	0.27
606	317.11	0.38
552	167.41	0.20
499	243.30	0.29
449	302.60	0.36
394	174.10	0.21
337	244.31	0.29
278	201.25	0.24
215	168.24	0.20
152	182.18	0.22
79	200.46	0.24
11	124.17	0.15

6.4 Analisi dei risultati e considerazioni progettuali

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che le massime erosioni attese al fondo alveo, in concomitanza dell'evento di piena di progetto, si attestano intorno a valori dell'ordine dei 2,10 m.

I valori delle potenziali erosioni localizzabili all'interno dell'alveo, corrispondenti all'evento di piena, presentano prevalenza per il fenomeno degli approfondimenti localizzati, come del resto logicamente conseguente agli elevati valori della pendenza, della velocità e al regime di corrente veloce con carico energetico elevato (grandezze alle quali sono direttamente legate, nella formulazione "qualitativa" utilizzata, i potenziali approfondimenti localizzati).

La corrente, inoltre, nel tratto in esame risulta potenzialmente in grado di movimentare dei "clasti liberi" (ossia non inclusi in una scogliera) del diametro di oltre 0,4 m.

Essendo note la struttura del fondo alveo e delle aree attraversate, e i livelli stratigrafici di interesse (par. 3.3), sulla base delle valutazioni condotte, valide in condizioni di fondo mobile, totalmente incoerente fino alla profondità suscettibile di erosione, e già comprendenti i descritti fattori di sicurezza, viene stabilita una copertura progettuale di 5 m per la realizzazione dell'opera di attraversamento in percorrenza, ampiamente cautelativa, in considerazione anche degli aspetti progettuali inerenti alla metodologia costruttiva. A tal proposito, si rimanda a quanto riportato nel paragrafo 7.2.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 40 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

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

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

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

7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

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

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

Infatti, in casi come quello in esame che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per la presenza in alveo di opere di presidio idraulico significative quali rilevati arginali, imponenti scogliere, ecc.), la posa di una condotta mediante scavi e successivi rinterri è il sistema più frequentemente utilizzato. Ciò in considerazione della sua versatilità costruttiva, della semplicità nell'organizzazione delle fasi di lavoro e della possibilità di adattare la geometria della condotta a quella della sezione di attraversamento. Inoltre, ostacoli incontrati nelle fasi di scavo, o variazioni di progetto in corso d'opera, generalmente non sono tali da inficiarne la fattibilità o la corretta esecuzione.

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

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

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

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 41 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;

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

Preliminarmente alla fase di scavo verranno in generale realizzati dei by-pass (deviazioni), mediante argini, ture ecc., per consentire il normale deflusso delle acque. Per i corsi d'acqua ampi e/o con deflusso significativo di acqua, i lavori verranno eseguiti per tratti successivi. In questo caso anche gli interventi temporanei di deviazione del flusso verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli.

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

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

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

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 42 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in corrispondenza della percorrenza in subalveo in esame, in considerazione dei risultati degli studi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la nuova condotta con una copertura minima in alveo di 5.0 m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo), salvo nei profili di risalita. Tale copertura è stata definita in modo tale da assicurare, anche in caso di erosione massima dovuta ad eventi estremi (2,10 m), un ricoprimento minimo sulla condotta superiore ai due metri.

Detta scelta progettuale mira a garantire la sicurezza della condotta nei confronti dei fenomeni erosivi e, contestualmente, non ostacolare i naturali processi inerenti la dinamica fluviale di quel tratto.

Infatti, la configurazione geometrica della pipeline 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 ed è tale 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.).

Interventi di ripristino

Gli unici interventi in progetto sono quelli relativi al ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente. I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e la messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

Per il dettaglio della configurazione dell'opera in progetto e del profilo geometrico della condotta si rimanda alla visione del disegno di attraversamento precedentemente richiamato, DIS-AT-3B-11319.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 43 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

8 VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

L'ambito specifico in esame (collocato all'interno del territorio dell'ex Autorità di Bacino Regionale) ricade nelle pertinenze territoriali dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

8.1 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:

8.1.1 Criteri generali di progettazione del metanodotto

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

8.1.2 Pianificazione territoriale di settore

Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGR) – Distretto idrografico Appennino Settentrionale

Il **Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGR)** 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 PGR 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. Il **primo ciclo** ha avuto validità per il periodo 2015-2021.

Attualmente è in corso il **secondo ciclo**. La Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, ha infatti adottato il primo aggiornamento del PGR (2021-2027).

A seguito della delibera di *CIP n. 26 del 20 dicembre 2021* e della pubblicazione del relativo avviso in Gazzetta Ufficiale, nel territorio distrettuale si ha che:

- con l'adozione del primo aggiornamento, le mappe del PGR sono vigenti su tutto il territorio distrettuale.
- per i bacini regionali liguri, gli articoli 4, 6 e 14 della Disciplina di Piano, compresi gli allegati in essi richiamati e le mappe, sono adottati quali misure di salvaguardia immediatamente vincolanti.
- per i bacini regionali liguri, nelle more dell'approvazione del PGR con DPCM, continuano, a trovare applicazione i relativi Piani stralcio di bacino relativo all'assetto idrogeologico (PAI) emanati dalle sopresse Autorità di bacino.
- a seguito dell'entrata in vigore del PGR conseguente alla pubblicazione del

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 44 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

DPCM sulla Gazzetta Ufficiale, nel territorio ligure, il PGRA sostituirà il PAI vigente a far data dall'entrata in vigore della disciplina emanata dalla Regione Liguria diretta a dare applicazione alle disposizioni del PGRA nel settore urbanistico.

Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Ambito 17 è stato approvato con deliberazione del Consiglio provinciale DCP n. 68 del 12.12.2002. L'ultima variante, approvata con DDG n. 7092 del 16/11/2020, è entrata in vigore con il BURL n. 49 del 02/12/2020 - parte II.

Il Piano stralcio è tutt'ora vigente e dal 2 febbraio 2017, con la pubblicazione in G.U. del decreto ministeriale n. 294 del 26 ottobre 2016, la sua competenza è passata all'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

8.1.3 Disposizioni e Misure di salvaguardia per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti a pericolosità idraulica

La Disciplina di Piano del PGRA non pone particolari restrizioni in merito alle interferenze con aree a pericolosità da alluvioni fluviali, infatti, prevede che qualsiasi intervento deve eventualmente essere realizzato in maniera tale da non pregiudicare l'attuale assetto idraulico dei corsi d'acqua, in modo da non provocare dei rischi per i beni esistenti e in condizioni tali da poter gestire il rischio a cui è soggetto.

Pertanto, risultano maggiormente definite e stringenti le disposizioni contenute nelle Norme di Attuazione del PAI, di cui qui di seguito si riporta una sintesi dei contenuti.

PAI /Norme di Attuazione - Cenni sui contenuti

Le Norme di Attuazione dei "Piani di Bacino stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico, degli Ambiti di Bacino 12 e 13, 14, 15, 16, 17, 18" sono state approvate con Delibera della Giunta provinciale di Genova DGP n. 171 del 22.11.2011. L'ultima variante, approvata con DDG n. 2461 del 22/04/2020, è entrata in vigore con il BURL n.20 del 13/05/2020 - parte II.

Nell'ambito delle Norme di Attuazione del PAI (N.A.), nell'art.1, TITOLO I CAPO I, sono riportate le "Finalità generali dei Piani". In particolare nel comma 3 si cita quanto qui di seguito riportato:

3. I Piani perseguono le finalità della difesa idrogeologica e della rete idrografica, il miglioramento delle condizioni di stabilità del suolo, di recupero delle aree interessate da particolari fenomeni di degrado e dissesto, di salvaguardia della naturalità mediante la definizione:

a) del quadro della pericolosità e del rischio idrogeologico in relazione ai fenomeni di inondazione e di dissesto considerati;

b) dei vincoli e delle limitazioni d'uso del suolo in relazione al diverso grado di pericolosità;

...

Nell'art.5, TITOLO II CAPO I, "Indirizzi tecnici vincolanti a carattere generale", al punto 2 è specificato quanto segue:

2) Al fine di prevenire i fenomeni di dissesto:

a) non sono consentiti gli interventi che richiedano sbancamenti e riporti, che incidano negativamente sulla configurazione morfologica esistente o compromettano la stabilità dei versanti;

...

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 45 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Nell'art.6, Sezione II, "Norme di carattere idraulico", viene definito il "Reticolo idrografico significativo" come segue:

1. Fermo restando il disposto del comma 1, dell'art.1 del D.P.R. 18 febbraio 1999 n.238, recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della legge 5 gennaio 1994 n. 36 in materia di risorse idriche, in forza del quale tutte le acque sotterranee e le acque superficiali appartengono allo Stato, la disciplina di cui ai presenti Piani, si applica al reticolo significativo che comprende tutti i tratti delle aste fluviali con bacino imbrifero sotteso superiore a 0,1 km², nonché i tratti con bacini inferiori a 0,1 km² che presentano fasce di inondabilità già perimetrate.
2. Con riferimento alla definizione ed articolazione del reticolo idrografico secondo quanto disposto nel Regolamento regionale n 3/2011 recante "Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua". Il reticolo idrografico significativo ai fini della pianificazione di bacino di cui al comma 1 si articola nelle seguenti classi:
 - a) corsi d'acqua di primo livello o principali: aste fluviali con bacino sotteso > 1 km²;
 - b) corsi d'acqua di secondo livello o secondari: aste fluviali con bacino sotteso compreso tra 1 e 0,25 km²;
 - c) corsi d'acqua di terzo livello o minori: aste fluviali con bacino sotteso compreso tra 0,25 e 0,1 km², con l'aggiunta delle aste con bacini inferiori a 0,1 km² con fasce di inondabilità perimetrate nei Piani.
3. Nelle more della definizione della carta regionale univoca del reticolo idrografico da parte della Regione Liguria, ai fini dell'applicazione della presente norma, si fa riferimento alla "Carta del reticolo idrografico".

Al CAPO II – "Articolazione del territorio in categorie", nell'art.12 "Individuazione e categorie di Aree" si definisce quanto qui di seguito riportato.

1. Sono individuate le seguenti tipologie di aree:
 - a) **Alveo Attuale**: fermo restando che la sua puntuale definizione è effettuata alla scala più adeguata nell'ambito della predisposizione degli specifici atti che lo richiedano, la sua individuazione di massima per i tratti principali e per quelli che presentano situazioni di criticità è riportata nella "Carta delle fasce di inondabilità" (scala 1:5000).
 - b) **Fascia di riassetto fluviale (RF)**: è individuata nella "Carta della fascia di riassetto fluviale" o nella "Carta delle fasce di inondabilità" e comprende le aree esterne all'alveo attuale necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dai Piani. La sua delimitazione è effettuata sulla base delle strategie e delle scelte pianificatorie dei Piani e dell'insieme degli interventi strutturali individuati nell'ambito degli stessi. Comprende in particolare le aree necessarie al ripristino della idonea sezione idraulica, tutte le forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena e le aree da destinare alle opere di sistemazione idraulica previste. Può comprendere, inoltre, aree ritenute di pertinenza fluviale e/o di elevato pregio naturalistico-ambientale limitrofe al corso d'acqua.
2. Sono individuate le seguenti categorie di aree relative alla pericolosità idrogeologica:
 - a1) **Fasce di inondabilità («Aree AIN»)**: sono individuate nella "Carta delle fasce di inondabilità" ed articolate nel modo seguente:
 - 1) **Fascia A – pericolosità idraulica molto elevata (Pi3)**: aree periferziali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni;

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 46 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

- 2) **Fascia B – pericolosità idraulica media (Pi2):** aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=200$ anni;
- 3) **Fascia C – pericolosità idraulica bassa (Pi1):** aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=500$ anni, o aree storicamente inondate ove più ampie, laddove non si siano verificate modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell'evento;
- 4) **Fascia B* (ovvero A*):** aree storicamente inondate, per le quali non siano avvenute modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell'evento, ovvero aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altra evidenza di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito dei Piani le adeguate verifiche idrauliche finalizzate all'individuazione delle fasce di inondabilità.

a1) bis Sulla base di studi di maggior dettaglio, sono inoltre individuate le aree corrispondenti agli ambiti normativi relativi alle fasce di inondabilità di cui al comma 2, come di seguito articolati in conformità ai criteri approvati con DGR 91/2013, come sinteticamente richiamati all'allegato 8:

- i) **Ambito BB:** aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena a tempo di ritorno $T=200$ anni a "maggiore pericolosità relativa" rispetto ai massimi tiranti idrici e velocità di scorrimento corrispondenti alla piena duecentennale;
- ii) **Ambito B0:** aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena a tempo di ritorno $T=200$ anni a "minor pericolosità relativa" rispetto ai massimi tiranti idrici e velocità di scorrimento corrispondenti alla piena duecentennale;

Per le porzioni di territorio relativamente alle quali nel presente piano siano stati individuati i suddetti ambiti, gli stessi sostituiscono, ai soli fini normativi, le fasce di inondabilità di cui al punto 2.

a2) Aree soggette ad eventi idrologici (aree allagabili): aree nelle quali si manifesta presenza di acqua associata a modesti tiranti idrici e ad estremamente bassa o assente velocità di scorrimento; sono determinate da mancata funzionalità della rete di smaltimento idrico.

Al CAPO III – "Norme specifiche per ciascuna categoria di area", Sezione I – "Disciplina dell'assetto idraulico dei fondovalle", nell'art.13 "Alveo Attuale" è stabilito quanto segue:

1. Si rinvia alla disciplina di cui all'art. 7 del Regolamento regionale n. 3/2011.
2. Resta fermo che, oltre quanto espressamente disposto dal suddetto regolamento, e sempre nel rispetto del disposto del R.D. 523/1904 e delle competenze della Regione in materia di polizia idraulica, non sono in ogni caso consentiti:
 - a) interventi di nuova edificazione, di ampliamento dei manufatti esistenti e di recupero del patrimonio edilizio esistente eccedenti quelli di manutenzione ordinaria, come definita dalla lett. a), comma 1, dell'art. 31 della legge 5 agosto 1978 n.457, salve le demolizioni senza ricostruzioni;
 - b) l'installazione di manufatti anche non qualificabili come volumi edilizi e la sistemazione di aree che comportino la permanenza o la sosta di persone o di veicoli.

In tali ambiti sono inoltre previsti interventi di rimozione dei manufatti esistenti.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 47 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

Nell'Art.14 "Fascia di riassetto fluviale" è stabilito quanto segue:

1. *Nella fascia di riassetto fluviale (RF), di cui alla lett. b), comma 1, dell'art. 12, non sono consentiti:*
 - a) *interventi di nuova edificazione, di ampliamento dei manufatti esistenti, e di recupero del patrimonio edilizio esistente eccedenti quelli di manutenzione straordinaria, come definita dalla lett. b), comma 1, dell'art. 31 della l. n.457/78, fatti salvi gli interventi di restauro e risanamento conservativo, di cui alla lettera c) del comma 1 dell'art. 31 della l. n.457/78, in caso di edifici di interesse storico, architettonico e testimoniale;*
 - b) *interventi di realizzazione di nuove infrastrutture nonché l'ampliamento di quelle esistenti;*
 2. *La perimetrazione della Fascia di riassetto fluviale può essere modificata e/o aggiornata nonché estesa a nuovi tratti di corsi d'acqua, con le procedure di cui al comma 5 dell'art. 10 della l.r. 58/2009, sulla base dell'acquisizione di nuove conoscenze, di studi o indagini di maggior dettaglio ed a seguito della progettazione di sistemazione idraulica. In particolare, sulla base di specifici progetti di messa in sicurezza, è prevista la rilocalizzazione al di fuori della fascia dei manufatti esistenti.*
-

Nell'art.15 "Fasce di inondabilità" sono disciplinati gli interventi consentiti:

1. *Nelle fasce di inondabilità di cui alla lett. a), comma 2, dell'art. 12, vigono le seguenti norme. Resta fermo che qualsiasi intervento realizzato nelle aree inondabili non deve pregiudicare la sistemazione idraulica definitiva del corso d'acqua, aumentare la pericolosità di inondazione ed il rischio connesso, sia localmente, sia a monte e a valle, costituire significativo ostacolo al deflusso delle acque di piena, ridurre significativamente la capacità di invaso delle aree stesse.*
-

Nell'art.15-bis "Derogabilità alla disciplina delle fasce di inondabilità per opere pubbliche" si definisce quanto segue.

1. *In deroga alla disciplina relativa alle fasce A e B, ivi inclusi gli eventuali ambiti normativi, di cui ai commi 2,3 e 3bis dell'art.15, possono essere assentite opere pubbliche strategiche indifferibili ed urgenti, riferite a servizi essenziali e non diversamente localizzabili, previa acquisizione di parere obbligatorio e vincolante dell'ufficio regionale competente, a condizione che:*
 - a) *non pregiudichino la possibilità di sistemazione idraulica definitiva;*
 - b) *non si producano effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico;*
 - c) *non costituiscano significativo ostacolo al deflusso, non riducano in modo significativo la capacità di invaso, e non concorrano ad incrementare le condizioni di rischio, né in loco né in aree limitrofe;*
 - d) *siano realizzate con tipologie progettuali e costruttive compatibili con la loro collocazione, prevedendo in particolare accorgimenti tecnico-costruttivi o altre misure, anche con riferimento all'allegato 5 ai presenti Piani, che consentano l'adeguata protezione dell'opera dagli allagamenti rispetto alla portata duecentennale senza aggravio di condizioni di pericolosità e rischio in altre aree. In particolare:*

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 48 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

- *la quota del piano di calpestio e tutte le aperture, soglie di accesso e prese d'aria delle edificazioni devono essere poste ad un livello adeguatamente superiore a quello del tirante idrico associato alla portata duecentennale;*
 - *non sono ammesse in ogni caso strutture interrato, a meno di locali tecnici di servizio adeguatamente protetti;*
- e) *sia garantito il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale;*
- f) *sia prevista nel progetto la messa in opera di tutte le adeguate misure ed azioni di protezione civile, comprese quelle di autoprotezione locale.*
2. *Ai fini della dichiarazione di indifferibilità ed urgenza di cui al comma 1, deve essere motivato il carattere di impellenza, improrogabilità e non diversa ubicabilità delle opere e deve essere accertata la copertura finanziaria dell'intera opera.*
 3. *La verifica della sussistenza dei presupposti di applicabilità della deroga di cui al comma 1 viene effettuata in sede di Comitato Tecnico di Bacino.*
 4. *L'ufficio regionale competente esprime il parere previsto sulla base di adeguata documentazione tecnica a corredo della progettazione delle opere in questione e valuta, in particolare, caso per caso, l'effettiva possibilità di messa in opera di misure ed accorgimenti tali da proteggere adeguatamente l'elemento dalle inondazioni e dai connessi possibili danni, nonché l'efficacia e l'affidabilità delle misure di protezione progettate in funzione delle grandezze idrauliche di riferimento. Valuta, inoltre, la possibile influenza sulla dinamica dell'inondazione sia dell'intervento edilizio richiesto sia degli accorgimenti costruttivi proposti, garantendo che non vengano aumentate le condizioni di pericolosità e di rischio nelle aree limitrofe.*
 5. *Il suddetto parere, che ha efficacia per un periodo massimo di 3 anni, viene espresso sulla base del quadro conoscitivo del piano nonché, laddove necessario, di un adeguato studio di compatibilità idraulica che consenta di valutare il rispetto delle condizioni di cui sopra, con particolare riferimento alla compatibilità dell'intervento con le condizioni di inondabilità dell'area, in termini di pericolosità e di rischio, e all'assenza di effetti di incremento dell'esposizione al rischio della popolazione.*

8.1.4 Regolamento regionale n. 3/2011

Il citato art. 7 del "Regolamento regionale 14 luglio 2011, n. 3" recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua", pubblicato sul Bollettino Ufficiale n. 20 del 20 luglio 2011, definisce gli interventi negli alvei dei corsi d'acqua come segue.

1. *Ferme restando le normative in materia di autorizzazioni e polizia idraulica ex R.D. n.523/1904 e le relative competenze attribuite alle amministrazioni provinciali, negli alvei dei corsi d'acqua non sono consentiti i seguenti interventi, fatti salvi quelli necessari ad ovviare a situazioni di pericolo ed a tutelare la pubblica incolumità:*
 - a) *interventi che comportino ostacolo o interferenza al regolare deflusso delle acque di piena, che interferiscano con gli interventi di messa in sicurezza previsti dai piani di bacino, o che precludano la possibilità di attenuare o di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, nonché il deposito di materiali di qualsiasi genere;*
 - b) *interventi di restringimento o rettificazione degli alvei; su specifica deroga da parte della Provincia, possono essere autorizzati, in contesti di tessuto urbano*

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 49 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

consolidato, interventi previsti nell'ambito della progettazione complessiva ed organica di interventi finalizzati alla messa in sicurezza del corso d'acqua, compatibile con i piani di bacino, purché non comportino alcun aggravio alle condizioni di deflusso;

- c) *plateazioni o impermeabilizzazioni continue del fondo alveo dei corsi d'acqua di origine naturale, salvo il caso in cui siano previsti come misura necessaria in un progetto complessivo ed organico finalizzato alla messa in sicurezza del corso d'acqua, in tratti ricadenti in contesti di tessuto urbano consolidato e in assenza di interventi alternativi;*
 - d) *reinalveazioni e deviazioni dell'alveo dei corsi d'acqua, salvo il caso in cui siano previsti come misura necessaria in un progetto complessivo ed organico finalizzato alla messa in sicurezza del corso d'acqua, nonché in caso di:*
 - 1) *corsi d'acqua di origine naturale classificati come reticolo minuto;*
 - 2) *corsi d'acqua di origine artificiale, quali canali di bonifica, scoli artificiali, canali già oggetto di precedenti deviazioni, etc., a condizione che ne sia dimostrata la funzionalità idraulica secondo i criteri dei piani di bacino, sia assicurato il superamento dell'eventuale situazione di pericolosità precedente e sia valutata la possibilità di ripristino di sezioni a cielo libero laddove fossero presenti tombinature o coperture.*
2. *Non rientrano nei divieti di cui alla lettera d) del comma 1 gli interventi di reinalveazione dei corsi d'acqua inseriti nell'ambito:*
 - a) *della realizzazione di abbancamenti di materiale litoide sciolto superiori a 300.000 mc e di discariche di rifiuti, purché previsti nei piani di settore, a condizione che il nuovo tracciato d'alveo sia mantenuto a cielo libero, e sia dimostrata la funzionalità idraulica ed il deflusso senza esondazioni della portata di piena duecentennale con adeguato franco;*
 - b) *dell'ampliamento di abbancamenti esistenti il cui volume complessivo risulti superiore a 300.000 mc o di discariche di rifiuti in esercizio, nel rispetto delle stesse condizioni di cui alla lettera a), purché sia contestualmente adeguato il sistema di allontanamento delle acque della porzione esistente. La Giunta Regionale definisce, ai fini dell'applicazione della disciplina di cui alle lettere a) e b), i criteri localizzativi per gli interventi per i quali non sia prevista l'adozione di piani di settore, fatti salvi gli interventi la cui localizzazione sia già stata verificata in sede di procedure di Valutazione di Impatto Ambientale alla data di entrata in vigore del presente regolamento. La Giunta regionale può approvare altresì criteri ed indirizzi di carattere generale applicabili nella fase di elaborazione della progettazione degli interventi di cui trattasi, anche ai fini della loro sostenibilità tecnica.*
 3. *Tutti gli interventi interferenti con gli alvei dei corsi d'acqua devono essere adeguatamente dimensionati con adeguato franco rispetto alla portata con tempo di ritorno duecentennale, come determinata dai piani di bacino. Indirizzi generali sulle caratteristiche minime degli studi idraulici di supporto delle valutazioni necessarie ai fini del presente regolamento sono riportati nell'allegato 1; i franchi idraulici minimi da rispettare nelle varie tipologie di intervento sono riportati nell'allegato 2.*
 4. *Restano ferme le normative e le direttive delle diverse Autorità di Bacino operanti sul territorio ligure in materia di movimentazione ed asportazione di sedimenti dagli alvei.*

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 50 di 55

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

8.2 Interferenze con aree a pericolosità idraulica

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del corso d'acqua. Come si vede, l'interferenza riguarda l'alveo attuale del corso d'acqua e non altre aree inondabili censite dal PAI (riportate mediante campiture semi-trasparenti con varie tonalità).

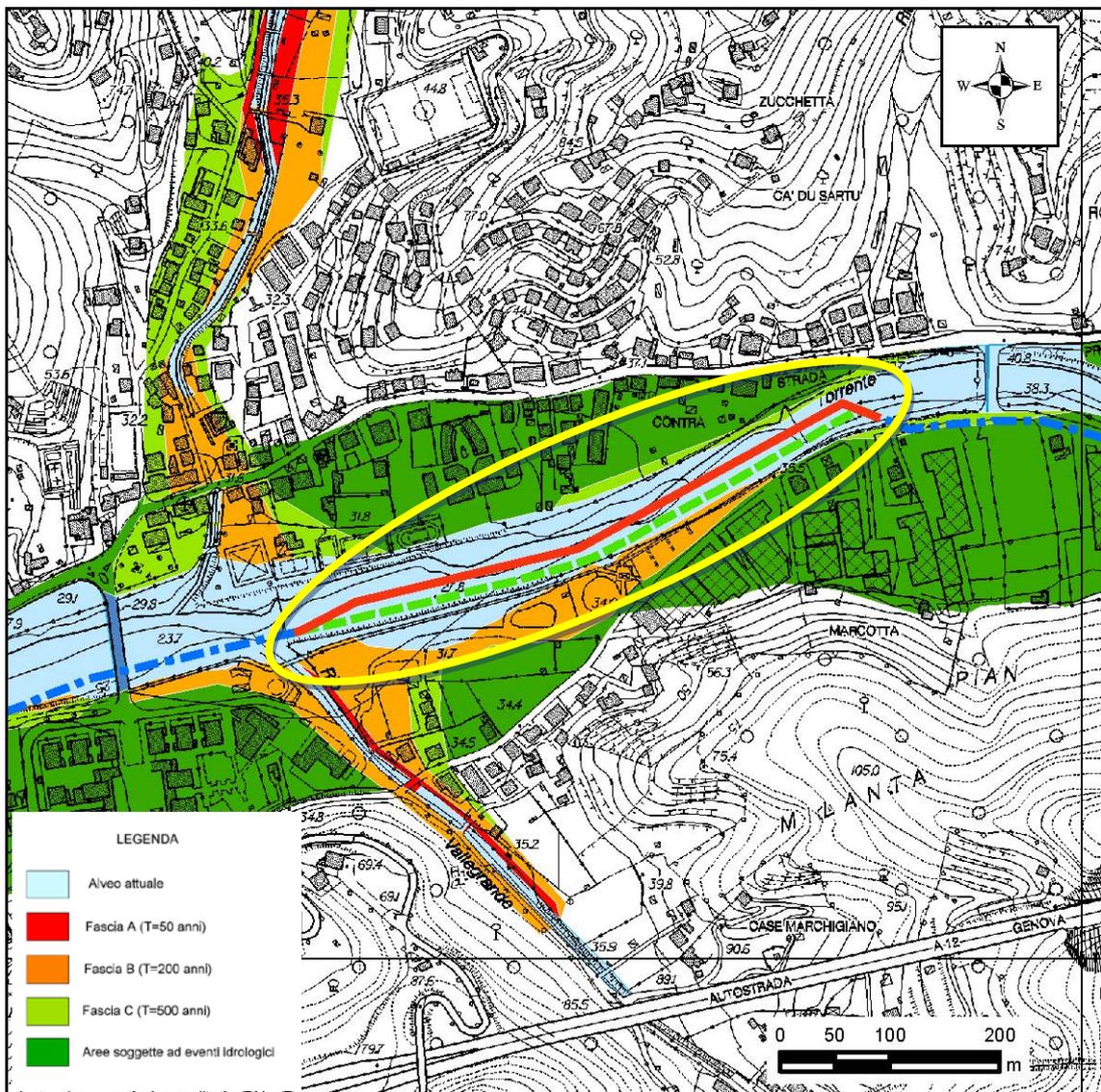


Fig.9.2/A: Fasce di inondabilità del PAI

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il tracciato in progetto si sviluppa interamente nell'area dell'alveo attuale. La percorrenza ha inizio in sponda sinistra del torrente Petronio, circa 100 m a valle del ponte stradale della S.S. 523 e, dopo uno sviluppo di 585 m in direzione sud-ovest, termina circa 160 m a monte del ponte ad ovest per Piazza Moro, poco prima della confluenza del Rio Vallegrande nel Petronio.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 51 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

8.3 Analisi delle condizioni di Compatibilità Idraulica

8.3.1 Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas, che 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 e con la fasce di riassetto fluviale dei corsi d'acqua, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico e purché non pregiudichino la possibilità di realizzare gli interventi di sistemazione idraulica.

L'interferenza specifica con le aree censite a pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice del tracciato del metanodotto, 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. Ciò in considerazione che il metanodotto prende origine nel territorio di Albareto (PR) e termina nel territorio di Sestri Levante (SP), 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 dell'infrastruttura lineare, inoltre, non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo, né azioni di esproprio; ma unicamente una servitù di una stretta fascia a cavallo dell'asse della tubazione, lasciando dunque inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo dei fondi.

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

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

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

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

- La percorrenza fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di adeguata 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 la tubazione e il flusso della corrente;

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 52 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

- La configurazione morfologica d'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (presidi idraulici in massi) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo;
- 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 inviluppo di piena*

Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.

2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*

La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'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 inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione d'opere di ripristino le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.

4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*

Gli interventi previsti non costituiscono elementi d'interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale), in quanto le opere sono finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo ed al presidio idraulico nei confronti di potenziali fenomeni erosivi.

5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 53 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

8.4 Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica

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

- non introduca alcun elemento di ostacolo al libero deflusso e dunque non determini alcuna alterazione del regime attuale di deflusso delle acque;
- non determini l'inserimento di elementi di riduzione della capacità di laminazione e di invaso in corrispondenza delle aree potenzialmente inondabili dalle piene del corso d'acqua;
- non comporti l'alterazione 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 perifluviali;
- 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 aggravamenti delle condizioni di pericolosità e di rischio per le aree esterne a quella d'intervento;
- non introduca elementi di impedimento per l'eventuale realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio nell'ambito fluviale in esame.

Alla luce di quanto sopra affermato si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti alla metodologia costruttiva ed alla configurazione geometrica della condotta siano congruenti con i requisiti, le prescrizioni e le finalità stabilite nelle Norme di Piano e, in quanto tale, l'intervento sia **COMPATIBILE**.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408	
	PROGETTO/IMPIANTO Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 54 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

9 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas intende rinnovare la linea esistente del metanodotto "Derivazione per Sestri Levante DN 250 - 400 (10" - 16")", che si sviluppa da Albareto (PR) a Sestri Levante (SP), mediante la sostituzione di alcuni tratti della linea attualmente in esercizio. Il progetto prevede la realizzazione di alcuni tratti in sostituzione della linea esistente, che sarà dismessa e rimossa solamente in corrispondenza delle percorrenze di nuova progettazione, nonché l'adeguamento di alcune linee secondarie di vario diametro che prendono origine dalla linea principale, al fine di garantire la fornitura del servizio al bacino delle utenze presenti nell'area.

In particolare, il tracciato di variante in progetto (DN 250), oggetto del presente studio, ricade per intero nell'alveo del Torrente Petronio nel territorio comunale di Casarza Ligure (GE), in un ambito situato in località Pian Tangoni di Bergamin

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

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

La nuova percorrenza, rispetto a quella esistente che sarà rimossa, è stata configurata in modo da assicurare maggiori profondità al di sotto dell'alveo e, dunque, da incrementare il livello di sicurezza dell'infrastruttura nei confronti dei processi erosivi in alveo. Si sottolinea che il nuovo tracciato, per l'intero sviluppo, corre parallelo al gasdotto esistente. Vengono pertanto sfruttate le servitù in essere.

Non sono state previste delle opere di presidio idraulico (difese spondali in massi naturali) oltre a quelle esistenti, limitandosi a ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori. Gli interventi di progetto assicurano dunque il ripristino della configurazione d'alveo preesistente e garantiscono inoltre le adeguate condizioni di sicurezza della condotta, per tutto il periodo di esercizio.

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con gli ambiti censiti a pericolosità idraulica nel Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'ex Autorità di Bacino regionale per l'Ambito 17 e nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, si è rilevato che in corrispondenza dell'ambito della percorrenza il metanodotto in progetto interferisce esclusivamente l'alveo attuale del corso d'acqua principale.

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento in progetto non introduce alterazioni significative al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi nei territori interessati dai lavori, non implica trasformazioni e/o cambiamenti circa l'uso del suolo. L'intervento, inoltre, non determina alcun aggravio delle condizioni di rischio idraulico nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno in ambiti esterni.

Pertanto, si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti allo specifico ambito in esame possano essere ritenute congruenti con i requisiti, le prescrizioni e le finalità stabilite nelle Norme del PAI e, in quanto tale, l'intervento sia **COMPATIBILE**.

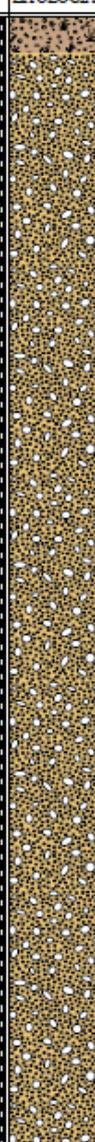
	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20045	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Emilia-Romagna e Liguria		REL-CI-E-10408
	PROGETTO/IMPIANTO	Rifacimento Metanodotto Derivazione per Sestri Levante DN 400 (16") DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 55 di 55	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-190/A_SPC-LA-E-80408

APPENDICE 1: COLONNE STRATIGRAFICHE DEI SONDAGGI



Committente: SAIPEM	Sondaggio: DS-B-B57
Riferimento: IP1235 IP08 - Rifacimento Metan. deriv. Sestri Levante DN400, DP 75bar	Data: 03/11/2022 - 08/11/2022
Coordinate: Lat: 44°16'23.91"N - Long: 9°27'26.06"E	Quota: 29 metri s.l.m.
Perforazione: Sondaggio a carotaggio continuo fino a 15,00m dal p.c.	

SCALA 1 :75		STRATIGRAFIA - DS-B-B57				Pagina 1/2									
metri bat.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	R. v	o mm	Campioni	A	ROD % 0 -- 100	Prel. % 0 -- 100	Standard Penetration Test		Casa		
											m	S.P.T.	N		
		0,5	0,5	Terreno vegetale.											
1				Ghiaia e sabbia (a tratti debolmente limosa) in proporzioni variabili; si alternano tratti in cui prevale la ghiaia e tratti in cui la frazione sabbiosa aumenta. Insieme alla ghiaia si trova una sabbia più grossolana nei seguenti tratti: 1.85-2.60m, 3.80-5.00m, 6.00-8.30m, 7.50-10.20m, 12.50-12.80m. I clasti sono prevalentemente sub-angolari con dimensioni variabili da 1 a 10cm. La natura è arenitica (colore da grigio a rossastro), siltitica con vene di calcite (colore grigio scuro-nerastro) e serpentinitica (colore verdastro). Nel complesso il colore di ghiaia e sabbia va da giallastro a bruno rossastro.										1	
2															
3															
4								GR1) Res	4,02 4,30			4,5	24-30-36	66	
5															
6															
7															
8								GR2) Res	6,10 6,30			7,4	22-27-31	58	2
9															
10															
11								GR3) Res	11,20 11,30			10,6	16-23-32	55	
12															
13															3
14								GR4) Res	14,00 14,00			14,0	19-24-32	56	
15			15,0	14,5				101							

Il Responsabile di commessa
Geol. Francesco Amodéo

Il Responsabile di sito
Geol. Nadia Mortellaro