

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 1 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

EMERGENZA GAS
INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)

Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
INTERFERENZE DELL'OPERA CON LE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PAI-PGRA
NEGLI AMBITI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE

(documento revisionato dove indicato in rosso)

1	Revisione per aggiornamento tracciati	Caccavo	Sciosci	Stefani	Marzo '24
0	Emissione	Caccavo	Sciosci	Stefani	Ott. '23
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 2 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

INDICE

1	GENERALITÀ	5
1.1	Premessa	5
1.2	Scopo dell'elaborato	6
1.3	Riferimenti	7
1.4	Definizioni	8
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
3.1	Criteri generali di progettazione	11
3.2	Strumenti di pianificazione territoriale	11
3.3	Disposizioni normative	13
3.4	Interferenze dell'opera con le aree a pericolosità idraulica	18
3.5	Interferenze dell'opera con i corsi d'acqua	24
4	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME	26
4.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	26
4.2	Descrizione della rete idrografica e dell'area d'attraversamento	29
4.3	Caratterizzazione stratigrafica	33
5	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	34
5.1	Generalità	34
5.2	Considerazioni specifiche preliminari	35
5.3	Studi propedeutici al PAI	35
5.3.1	Elaborazioni idrologiche - Cenni	35
5.3.2	Selezione dei risultati di interesse	37
5.4	Portata di progetto	38
6	STUDIO IDRAULICO	39
6.1	Presupposti e finalità dello studio idraulico	39
6.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	40
6.2.1	Assetto geometrico di modellazione	40
6.2.2	Dati di input e condizioni al contorno	42
6.3	Risultati della simulazione idraulica	42

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 3 di 98 Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

6.4	Analisi dei risultati conseguiti	49
7	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	50
7.1	Generalità	50
7.2	Criteri di calcolo	51
7.3	Stima dei massimi approfondimenti d'alveo attesi	53
7.4	Analisi dei risultati e considerazioni progettuali	55
8	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	56
8.1	Premessa	56
8.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	56
8.2.1	By-pass del flusso idrico mediante parzializzazione della sezione d'alveo	57
8.2.2	Realizzazione di guadi provvisori in alveo	58
8.3	Effetti sulla qualità delle acque	59
8.4	Disposizioni generali di sicurezza	59
8.5	Metodologia operativa: Microtunnel	60
8.5.1	Requisiti generali del sistema costruttivo	60
8.5.2	Fasi operative	62
8.6	Geometria delle condotte ed interventi di ripristino	65
8.7	Impianti e punti di linea	67
9	VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	69
9.1	Generalità	69
9.2	Interferenze con aree a pericolosità idraulica	69
9.3	Compatibilità idraulica degli attraversamenti e percorrenze in subalveo	74
9.3.1	Considerazioni di carattere generale	74
9.3.2	Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di interferenza	74
9.4	Compatibilità idraulica dei punti di linea interferenti	76
10	INVARIANZA IDRAULICA DEI PUNTI DI LINEA IN PROGETTO	78
10.1	Quadro di riferimento normativo regionale	79
10.2	Principi generali	81
10.3	Criteri di verifica del volume minimo di invaso	82
10.4	Calcolo dell'invarianza idraulica	84

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 4 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

11 CONCLUSIONI

97

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 5 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, Snam FSRU Italia, in qualità di Proponente dell'opera, ha presentato, in data 29 Giugno 2022, l'istanza per l'autorizzazione all'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage & Regasification Unit) nel porto di Piombino (LI) e per il relativo collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti.

In data 25 ottobre 2022, il Proponente ha ottenuto l'Autorizzazione Unica alla costruzione ed all'esercizio da parte del Commissario straordinario di Governo con Ordinanza n.140 che ha imposto, tra le altre condizioni, (i) la permanenza della FSRU per un periodo di tre anni dalla sua entrata in esercizio e (ii) di presentare entro 45 giorni dalla pubblicazione sul B.U.R.T. della ordinanza, estesi successivamente di ulteriori 100 giorni con Ordinanza n.167 del 9 dicembre 2022 del Commissario, e quindi al 26 giugno 2023 con Ordinanza n. 18 del 17 marzo 2023, il progetto integrativo di ricollocazione della FSRU in oggetto in sito offshore nonché il progetto relativo agli interventi necessari per la dismissione della FSRU dal porto di Piombino.

L'analisi delle alternative esaminate ha escluso la possibilità di trovare un ormeggio a lungo termine della FSRU all'interno di un porto diverso da quello di Piombino, non avendo riscontrato in nessun altro porto le seguenti caratteristiche peculiari di Piombino, quali: (i) una banchina idonea per geometria e capacità strutturali, (ii) un pescaggio del porto ovunque maggiore di 15 m, (iii) un punto di ingresso nella Rete nazionale Gasdotti ad una distanza ragionevole ed in grado di ricevere l'incremento di portata previsto (i.e., 5 miliardi di metri cubi/anno).

La ricerca della soluzione si è quindi indirizzata verso possibili siti offshore verificando la sussistenza principalmente di tre requisiti essenziali: (i) il collegamento in un punto della Rete Nazionale in grado di ricevere la portata prevista, (ii) la fattibilità tecnica, urbanistica ed ambientale del tracciato della condotta a mare ed a terra, (iii) la capacità della FSRU di svolgere con continuità il servizio di rigassificazione rispetto alle condizioni meteomarine attese nel sito prescelto.

I requisiti sopra richiamati hanno portato a selezionare un sito offshore a circa 2 miglia nautiche (circa 4 km) dalla costa ligure di ponente di fronte a Vado Ligure (SV) potendo evitare sia le rotte di ingresso/uscita del traffico navale che sfruttare l'approdo a terra in corrispondenza dell'area industriale di Tirreno Power.

La presente revisione del documento tiene soprattutto conto delle varianti apportate per accogliere le richieste provenienti dal territorio nonché del riposizionamento dell'impianto PDE. In particolare, anche in questo caso, il Proponente ha raccolto le richieste del territorio ed ha previsto lo spostamento dell'impianto PDE dalla ubicazione prevista in località Gagliardi (Rif. documentazione progettuale sottomessa dal Proponente al Commissario straordinario del 24/06/2023) alla nuova posizione posta circa 300 m più a nord sempre in Comune di Quiliano. Come illustrato nella Relazione Tecnica (Rif. Doc NQ-R23350-REL-FTE-E-11000), la nuova posizione del PDE è stata accompagnata anche dalla drastica riduzione della superficie impiantistica (circa 47%), avendo eliminato la parte di impianto dedicata alla correzione dell'Indice di Wobbe (IW) nonché da una nuova filosofia di trasporto che prevede una unica condotta DN 750(30") tra l'impianto PDE e l'impianto trappole di Cairo Montenotte (loc. Chinelli) in luogo di due bretelle DN 500 (20") e DN 650 (26") previste inizialmente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 6 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Il tracciato di progetto del “Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti” riguarda i seguenti tratti di linea:

- Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra), DN 650 (26”), DP 100 bar;
- Metanodotto Collegamento dall’Impianto PDE di Quiliano alla Rete Regionale/Nazionale DN 750 (30”), DP 75 bar;
- Dismissione Metanodotto Alessandria - Cairo Montenotte - Savona DN 300 (12”), DP MOP 64 bar.

Il nuovo tracciato in progetto della condotta DN 750 (30”) ripercorre il medesimo tracciato della precedente bretella DN 650 (26”) “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26”), DP 75 bar - Fase 2”.

I tracciati in progetto interferiscono con delle aree censite a pericolosità idraulica nel Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del torrente Quiliano (PAI) dell’ex Autorità di Bacino Regionale per l’Ambito 11 e nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) del Distretto dell’Appennino Settentrionale.

Gli ambiti ricadenti nel Distretto del Fiume Po sono stati trattati in specifico elaborato, doc. REL-PAI-E-11007.

1.2 Scopo 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;
- 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);

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 7 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

- 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 Riferimenti

La presente relazione fa riferimento ai seguenti documenti:

- [1] Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del QUILIANO – Autorità di Bacino Regionale – Relazione (BURL n.47 del 24/11/2021)
- [2] Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del QUILIANO – Autorità di Bacino Regionale – Piano Interventi (D.G.P. n.245 del 14/11/2008)
- [3] Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del QUILIANO – Autorità di Bacino Regionale – Verifiche Idrauliche (DCP n.47 del 25/11/2003)
- [4] Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del QUILIANO – Autorità di Bacino Regionale – Normativa di Piano (DDG n. 176 del 25/06/2018)
- [5] Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (Dicembre 2015)
- [6] Piano di Gestione del Rischio di Alluvione del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale – Secondo ciclo di gestione – Relazione Metodologica (Dicembre 2021)
- [7] Piano di Gestione del Rischio di Alluvione del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale - Disciplina di Piano (Dicembre 2021)
- [8] Studio di impatto ambientale - doc. n. REL-AMB-E-00001 - Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti
- [9] Relazione per autorizzazione ai fini del Vincolo Idrogeologico - doc. n. REL-VI-E-11003 - Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

A tali elaborati si rimanda per quanto non espressamente descritto nella presente relazione e per ogni correlato approfondimento.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 8 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

1.4 Definizioni

Metanodotto

Accezione convenzionale associata ad una specifica tipologia di gasdotto, che identifica una condotta di considerevole importanza per il trasporto del gas tra due punti di riferimento. È designato con i nomi dei comuni o delle località dove l'opera ha origine e fine, e in relazione alla finalità del trasporto.

Linea o Condotta

Insieme di tubi, curve, raccordi, valvole ed altri pezzi speciali, uniti tra loro per il trasporto del gas; a sviluppo interrato ma comprensiva di parti fuori terra.

Tubazione

Insieme di tubi, uniti tra loro, comprese le curve ottenute mediante formatura a freddo.

Diametro nominale (DN)

Indicazione convenzionale, che serve quale riferimento univoco per individuare la grandezza dei tubi e dei diversi elementi accoppiabili. Si indica con DN seguito dal numero, che ne esprime la grandezza in millimetri o pollici ("inches").

Trincea

Scavo a cielo aperto, con definita sezione geometrica, finalizzata alla collocazione interrata della tubazione.

Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

Distanza compresa tra la generatrice superiore esterna della tubazione o del relativo manufatto di protezione, ove presente, e la superficie del terreno (piano campagna o fondo alveo).

Copertura minima

Valore minimo della profondità di interramento della tubazione, che vien stabilito in ciascun tratto della linea caratterizzato dalle medesime condizioni generali di esecuzione.

Alveo

Sede del libero deflusso delle acque, delimitato da cigli di sponda e/o da pareti interne di tratti arginati. Comprende le aree morfologicamente appartenenti al corso d'acqua, in quanto sedimenti storicamente interessati dal deflusso o attualmente interessati da andamento pluricorsale e da naturali divagazioni delle correnti, e le aree manifestamente soggette alle dinamiche evolutive del corso d'acqua. La sua delimitazione è, di norma, individuata graficamente dalle Autorità aventi competenza sui corpi idrici o da strumenti di pianificazione.

Opere di ripristino

Opere di sistemazione e di recupero ambientale delle aree attraversate dal metanodotto; possono essere correlate e contestuali a lavori di consolidamento e stabilizzazione dei terreni o di regimazione e difesa idraulica della condotta, tra cui: sistemazioni arginali; ripristino di strade e servizi interferiti dal tracciato; ripristini morfologici; ripristini vegetazionali.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 9 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio interessato dai tracciati dei metanodotti in progetto ricade nei comuni di Vado Ligure, Quiliano, Altare, Carcare e Cairo Montenotte. Nello specifico:

Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar

Il tracciato di progetto ha inizio dalla linea di costa di Vado Ligure e termina al PDE di Quiliano (compreso) in località Casina, per una lunghezza complessiva di km 2,695.

Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Regionale/Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar

Il tracciato di progetto ha inizio dall'impianto PDE di Quiliano e termina all'interconnessione con il Metanodotto Ponti Cosseria e Cairo Montenotte Savona per una lunghezza complessiva di km 23,800.

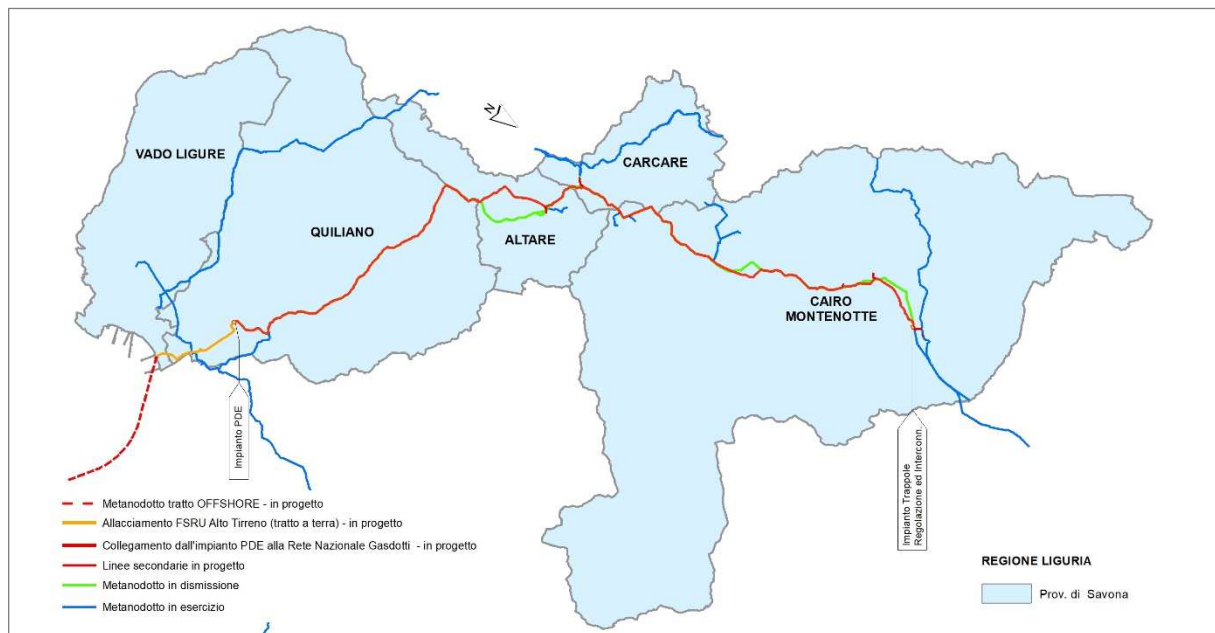


Figura 2.1 – Inquadramento territoriale dell'intera opera in progetto

I tracciati di progetto in esame in questo elaborato (ambito del Distretto dell'Appennino Settentrionale) ricadono nei comuni di Vado Ligure (SV) e Quiliano (SV), ove sono ubicati nella piana costiera del torrente Quiliano che sfocia nel Mar Ligure, al confine tra la periferia occidentale della città di Savona e quella orientale di Vado Ligure.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 10 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

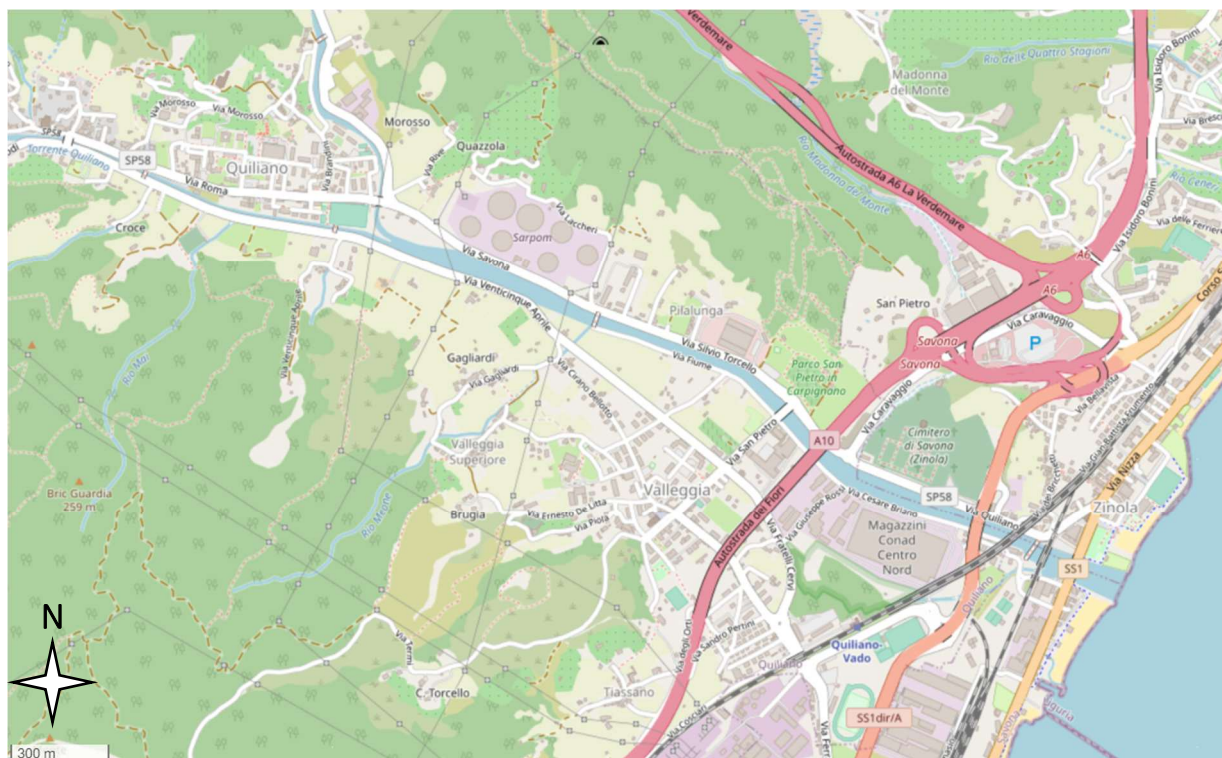


Figura 2.2 - Corografia dell'area di intervento (fonte www.openstreetmap.org)

Di seguito si riportano le coordinate piane delle interferenze dei tracciati con i corsi d'acqua (di punti indicativi), nel sistema di riferimento WGS84-Fuso 32 (EPSG 32632):

Tabella 2.1 - Coordinate cartografiche degli ambiti di interferenza con i corsi d'acqua nel sistema di riferimento WGS84

Cartografiche UTM WGS84	Latitudine N (m)	Longitudine E (m)
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar		
Attraversamento Rio Lusso	4903079.20	455330.12
Attraversamento Rio Fontanazza	4903118.62	455306.94
Attraversamento Rio Villeggia	4903207.01	455255.38
Percorrenza_1 T. Quiliano - Inizio	4903582.73	454916.95
Percorrenza_1 T. Quiliano - Fine	4903776.56	454703.79
Percorrenza_2 T. Quiliano - Inizio	4903803.43	454677.27
Percorrenza_2 T. Quiliano - Fine	4904203.22	453730.84
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Reg/Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar		
Attraversamento T. Quiliano	4904305.91	453519.34
Attraversamento T. Quazzola	4904331.41	453524.50
Percorrenza T. Quazzola - Inizio	4904515.75	453533.47
Percorrenza T. Quazzola - Fine	4904987.03	453314.49

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 11 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 Criteri generali di progettazione

La progettazione delle opere è eseguita nel rispetto di tutte le leggi e normative vigenti in Italia, come ampiamente descritto nel documento di progetto “Studio di impatto ambientale” (Rif. [8]).

Di seguito si riportano gli strumenti normativi e i documenti tecnici a cui si fa riferimento per la progettazione e l’analisi di compatibilità idraulica delle opere, nei casi di interferenza con aree censite a pericolosità idraulica.

3.2 Strumenti di pianificazione territoriale

Ai sensi del D.Lgs. n. 152 del 03.04.2006, dal 17 febbraio 2017 risultano soppresse le singole Autorità di Bacino ex L. n. 183 del 1989 ed i relativi organi di gestione, sostituite dalle Autorità Distrettuali.

Nel caso specifico dell’opera in progetto, l’Autorità di bacino del Fiume Po è confluita nell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, mentre l’Autorità di Bacino della Regione Liguria è confluita nell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale (Figura 3.).

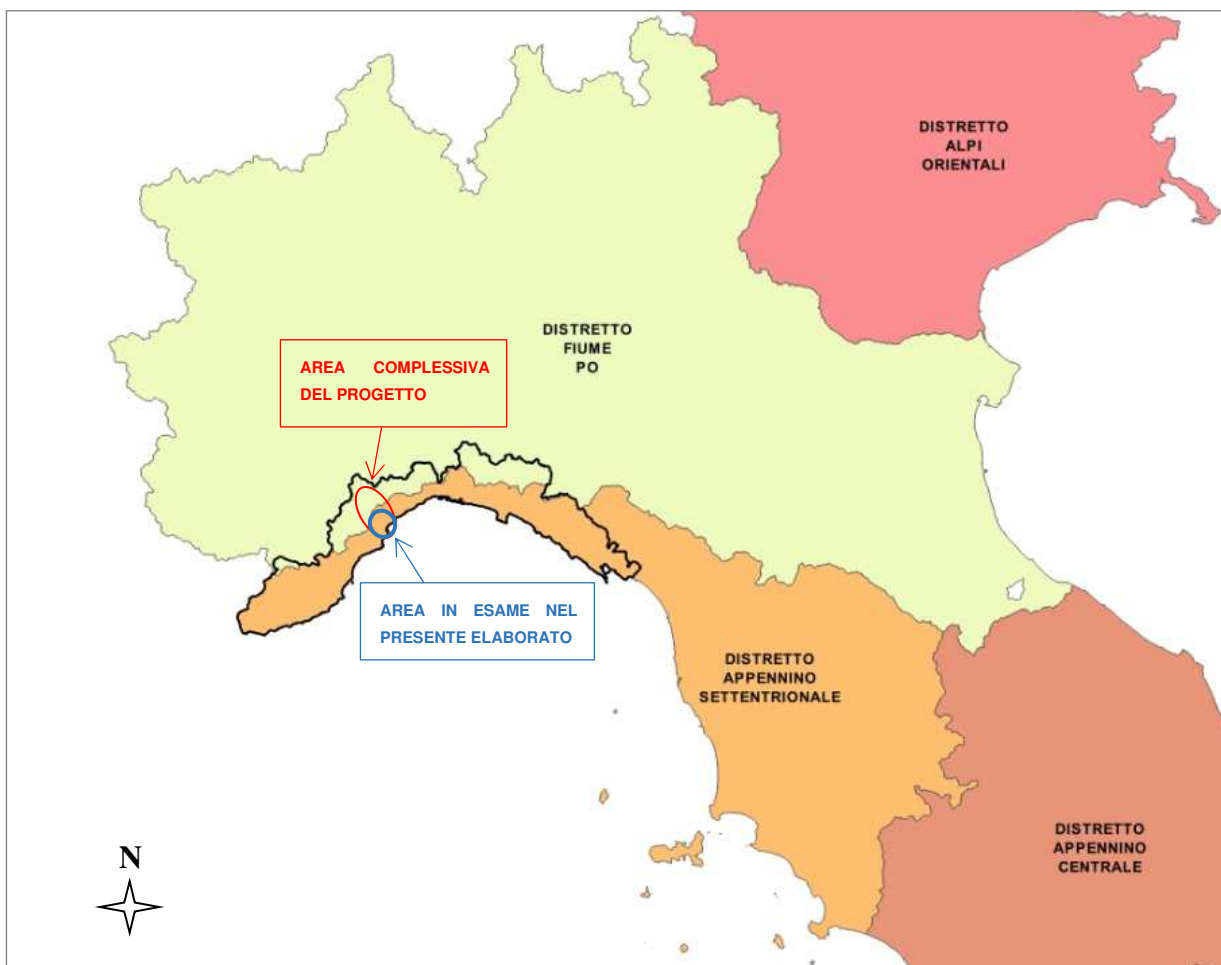


Figura 3.2 - Perimetrazioni dei nuovi Bacini distrettuali con indicazione dell’area d’intervento

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 12 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Il progetto nella sua estensione ricade nelle pertinenze territoriali sia dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po sia dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Nell'ambito di competenza del Distretto dell'Appennino Settentrionale ricadono i seguenti piani stralcio:

- ✓ Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGR) - Distretto idrografico Appennino Settentrionale.

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 DPCM sulla Gazzetta Ufficiale, nel territorio ligure, il PGR sostituirà il PAI vigente a far data dall'entrata in vigore della disciplina emanata dalla Regione Liguria diretta a dare applicazione alle disposizioni del PGR nel settore urbanistico.
- ✓ Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino Quiliano, provincia di Savona, approvato con deliberazione del Consiglio provinciale DCP n. 47 del 25.11.2003. L'ultima variante, approvata con DSG n. 121 del 23/11/2022, è entrata in vigore con il BURL n. 51 del 21/12/2022 - 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.

In generale, nei P.G.R.A. le classi di pericolosità fluviale sono state riviste seguendo le indicazioni della direttiva europea, pertanto, la rappresentazione della pericolosità avviene attraverso tre classi in funzione della frequenza di accadimento dell'evento (quindi con pericolosità elevata si indica una maggiore frequenza di accadimento):

Tabella 3.2 - Classi di Pericolosità da Alluvione


Classi di Pericolosità	Frequenza di accadimento
P1	Bassa (L)
P2	Media (M)
P3	Elevata (H)


	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 13 di 98	Rev. 1	

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Nell'elaborazione della cartografia afferente alle aree a pericolosità idraulica, nell'ambito del progetto (PG-PAI-D-11216, PG-PAI-D-11316, PG-PAI-D-11416), sono stati utilizzati gli stessi tematismi dei PGRA, come di seguito riportato:

- per la pericolosità idraulica del dominio fluviale sono stati individuati 3 scenari definiti dal D.Lgs. 49/2010 (recepimento della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE):

 **P3 - Pericolosità elevata**

 **P2 - Pericolosità media**


 **P1 - Pericolosità bassa**


P3: Elevata con tempo di ritorno fino a 50 anni (alluvioni frequenti);

P2: Media con tempo di ritorno tra 50 anni e 200 anni (alluvioni poco frequenti)

P1: Bassa con tempo di ritorno tra 200 anni e 500 anni (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

- per la pericolosità idraulica del dominio costiero, per ingressione delle acque marine, sono stati individuati 2 scenari in conformità alla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE:

 **P3 - Pericolosità elevata**

 **P2 - Pericolosità media**

P3: Elevata con tempo di ritorno fino a 50 anni (alluvioni frequenti);

P2: Media con tempo di ritorno tra 50 anni e 100 anni (alluvioni poco frequenti)

Per la progettazione delle opere e per le analisi di compatibilità si fa pertanto riferimento sia ai Piani di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) sia ai Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

3.3 Disposizioni normative

La Disciplina del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, 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 attuative del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

PAI / Normativa di Piano - Cenni sui contenuti

La Normativa di Piano per i "Piani di Bacino della Provincia di Savona" è stata approvata con Delibera della Consiglio provinciale di Savona DCP n. 47 del 25/11/2003. L'ultima variante, approvata con DDG n. 176 del 25/06/2018, è entrata in vigore con il BURL n.28 del 11/07/2018 - parte II.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 14 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Nell'ambito della Normativa di Piano, 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 - Indirizzi tecnici vincolanti**, TITOLO II, CAPO I, Sezione I - "Norme generali di carattere idrogeologico", 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;*
 - b) *deve essere mantenuta efficiente la rete scolante generale (fossi, cunette stradali) e la viabilità minore (interpoderale, poderale, forestale, carrarecce, mulattiere e sentieri) che, a tal fine, deve essere dotata di cunette tagli d'acqua e di altre opere similari;*

...

Nell'**art.5bis - Indirizzi tecnici vincolanti volti a mitigare gli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli**, è stabilito quanto segue:

1. *Al fine di mitigare gli effetti degli interventi che producono impermeabilizzazione dei suoli, nonché migliorare il sistema di smaltimento delle acque superficiali e favorirne il riuso in sito, si definiscono i seguenti indirizzi vincolanti che devono essere recepiti dagli strumenti urbanistici comunali ed in fase di progettazione dei singoli interventi.*
2. *Ogni intervento che comporti una diminuzione della permeabilità del suolo si deve dare carico, in primo luogo, di mettere in atto misure di mitigazione tali da non aumentare, nell'areale di influenza, l'entità delle acque di deflusso superficiale e sotterraneo rispetto alle condizioni precedenti all'intervento stesso. La realizzazione di un nuovo intervento costituisce, altresì, occasione di miglioramento dell'efficienza idraulica della porzione di bacino interessato.*
3. *Nei centri urbani la realizzazione di nuove edificazioni o di opere di sistemazione superficiale di aree pubbliche e private, è subordinata all'esecuzione di specifici interventi ed accorgimenti tecnici atti a conservare un'adeguata percentuale di naturalità e permeabilità del suolo;*
4. *Gli strumenti urbanistici generali recepiscono tali indicazioni e prevedono specifiche disposizioni e misure volte a regolamentare e a prevenire le conseguenze degli interventi di impermeabilizzazione dei suoli tenendo conto delle particolari caratteristiche territoriali a scala locale, nonché delle criticità idrauliche e dell'adeguatezza dell'intera rete utilizzata per lo smaltimento delle acque.*
5. *(omissis)*

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 15 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

6. *Resta fermo il perseguimento dell'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno, purché non interferisca con areali in frana e non induca fenomeni di erosione superficiale, di ristagno, di instabilità nel terreno o danni ai manufatti esistenti a valle.*

7. *(omissis)*

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 perimetrale 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 definiscono le varie tipologie di aree.

In aggiunta all'"alveo attuale" e alle "fasce di riassetto fluviale", le "fasce di inondabilità" costituiscono settori di territorio oggetto di perimetrazione relativa alla pericolosità idraulica dei corsi d'acqua (Art. 12 comma 2 lettera a).

All'**art. 13 - Alveo Attuale**, CAPO III – "Norme specifiche per ciascuna categoria di area", Sezione I – "Disciplina dell'assetto idraulico dei fondovalle", 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 delle amministrazioni provinciali in materia di polizia idraulica, non sono in ogni caso consentiti:*
 - a) *interventi di nuova edificazione, di ampliamento dei manufatti esistenti (...)*
 - 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.*

All'**art. 14 – Fascia di riassetto fluviale**, CAPO III, Sezione I, al comma 1, lett. b) è stabilito che *non sono consentiti (...) interventi di realizzazione di nuove infrastrutture nonché l'ampliamento di quelle esistenti fatte salve le opere di derivazione d'acqua e le infrastrutture non diversamente ricollocabili previa autorizzazione da parte della Provincia.*

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 16 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

All'art. 15 – Fasce di inondabilità, CAPO III, Sezione I, al comma 1 è stabilito che *nelle fasce di inondabilità di cui alla lett. a), comma 2, dell'art. 12, (...) 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.*

Secondo quanto stabilito al comma 1 dell'**art. 15-bis - Derogabilità alla disciplina delle fasce di inondabilità per opere pubbliche**, *nelle fasce A e B possono essere assentite opere pubbliche strategiche indifferibili ed urgenti, riferite a servizi essenziali e non diversamente localizzabili, previa acquisizione di parere obbligatorio e vincolante della Provincia, 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, (...), 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:*
 - *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.*

Al comma 2 si precisa che *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.*

(...)

PGRA / Disciplina di Piano - Cenni sui contenuti

La Disciplina di Piano del PGRA (Dicembre 2021) prevede al Capo II, Sezione I, le seguenti Norme e indirizzi a scala di distretto:

- **Art. 8 - Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio:**
 - a) *(omissis)*
 - b) *sono da subordinare, se non diversamente localizzabili, al rispetto delle condizioni di gestione del rischio, le previsioni di:*
 - *nuove infrastrutture e opere pubbliche o di interesse pubblico;*

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 17 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

- *interventi di ampliamento della rete infrastrutturale primaria, delle opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali e degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte II del D.l. 152/2006.*

(...)

- **Art. 10** – *Aree a pericolosità da alluvione media (P2) - Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio:*

a) sono da subordinare, se non diversamente localizzabili, al rispetto delle condizioni di gestione del rischio, le previsioni di:

- *nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali;*
- *nuovi impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del D.l. 152/2006;*
- *sottopassi e volutimi interrati;*

(...)

- **Art. 11** – *Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Norme e indirizzi per gli strumenti di governo del territorio:*

1. (omissis)

2. (omissis)

3. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio per la realizzazione degli interventi nelle aree P1.

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 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*

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 18 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

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 originale 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 tombature o coperture.

2. *(omissis)*

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.*

3.4 Interferenze dell'opera con le aree a pericolosità idraulica

Nel presente paragrafo vengono analizzate le potenziali criticità riscontrate lungo il tracciato delle opere in progetto e in dismissione, in riferimento alle interferenze con le aree a pericolosità idraulica secondo quanto previsto dai Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) e dai Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Riguardo il pericolo idraulico, la seguente figura (Figura 3.) derivata dalla cartografia dei PGRA (primo aggiornamento 2021-2027 in attuazione alla Dir. 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera) mostra che il tracciato del metanodotto attraversa delle fasce di pericolosità idraulica.

La mappa della figura (Figura 3.) riunisce le seguenti informazioni:

1. aree potenzialmente allagabili per effetto delle inondazioni marine nel territorio costiero della Regione Liguria mappate in conformità alla Direttiva 2007/60/CE;
2. scenari di pericolosità alluvionale secondo la direttiva europea 2007/60/CE e il d.lgs. 49/2010 dei piani di bacino vigenti facenti parte del PGRA del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (di interesse per il territorio del comune di Quiliano);
3. mappatura della pericolosità alluvionale secondo la direttiva europea 2007/60/CE e il d.lgs. 49/2010 approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po n.43 del 11/04/2022 (di interesse per i territori dei comuni di Altare, Carcare, Cairo Montenotte).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 19 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

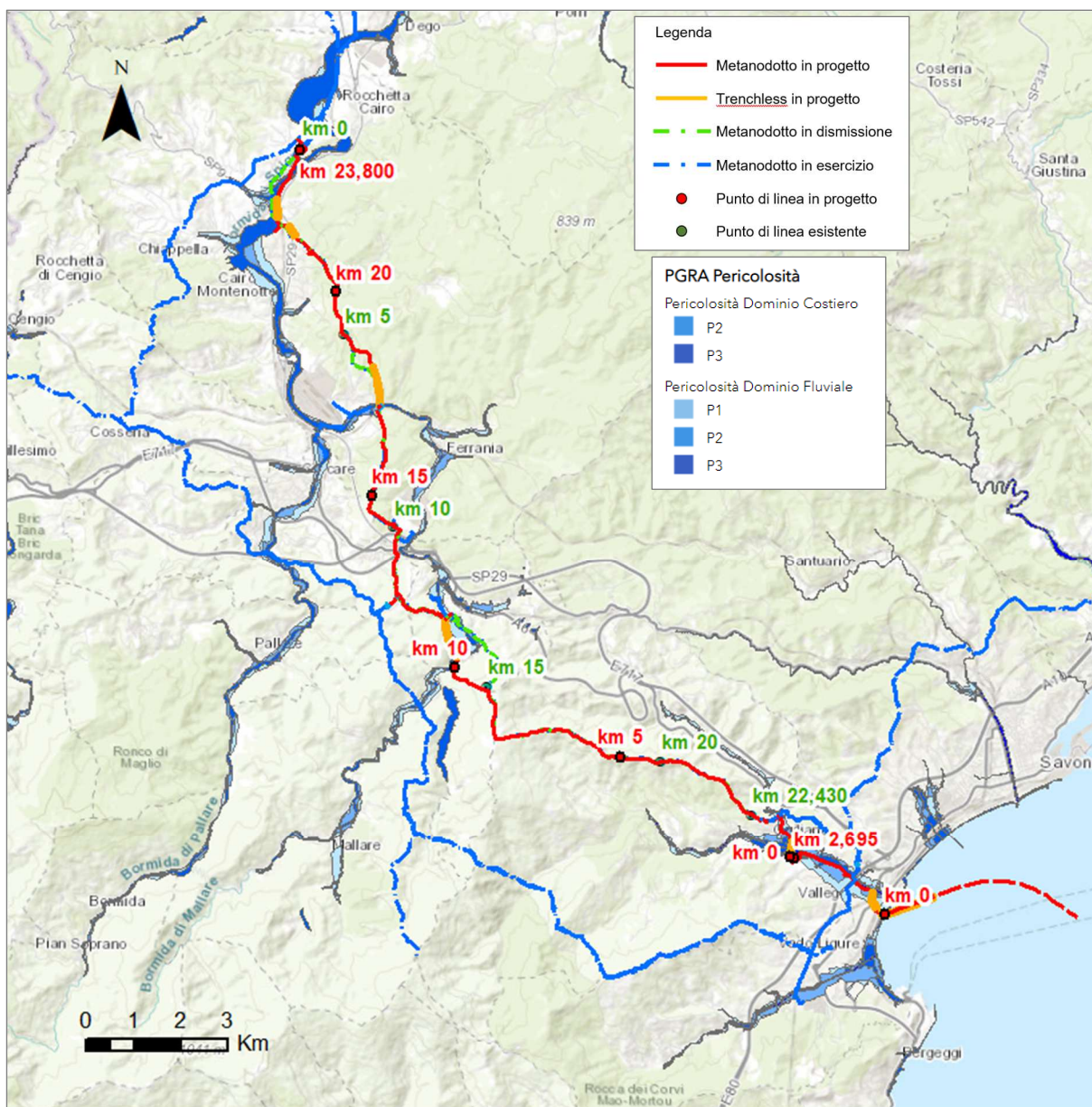


Figura 3.4 - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera PGRA - Fonti: Cartografie Ambiente (regione.liguria.it) e PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera (appenninosettentrionale.it)

Per quanto riguarda l'assetto idraulico, i tratti di interferenza con gli ambiti di competenza dei PGRA sono riportati nella tabella seguente (Tabella 3.4/A) e cartografati nella suddetta planimetria.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 20 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 3.4/A - PGRA: Pericolosità idraulica

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità	Ambito di competenza
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar, in progetto					
0,000	0,015		Vado Ligure (SV)	P3-P2-P1	Distretto dell'Appennino Settentrionale
0,015	0,025			P2-P1	
0,070	0,075	0,005 (*)		P1	
0,075	0,135			P1	
0,160	0,195			P1	
0,210	0,270			P1	
0,270	0,315	0,045 (*)		P1	
0,315	0,325	0,010 (*)	Quiliano (SV)	P1	
0,360	0,430	0,070 (*)		P1	
0,430	0,440			P1	
0,440	0,475	0,035 (*)		P1	
0,485	0,500	0,015 (*)		P1	
0,500	0,625	0,125 (*)		P2-P1	
0,625	0,855			P2-P1	
0,855	0,885			P1	
0,885	1,115			P3-P2-P1	
1,135	1,270			P3-P2-P1	
1,270	1,285			P2-P1	
1,285	1,325			P3-P2-P1	
1,325	1,375			P2-P1	
1,375	2,480			P3-P2-P1	
2,480	2,605		P2-P1		
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar, in progetto					
0,080	0,095		Quiliano (SV)	P2-P1	Distretto dell'Appennino Settentrionale
0,095	0,105			P3-P2-P1	
0,105	0,225	0,120 (*)		P3-P2-P1	
0,225	0,330	0,105 (*)		P2-P1	
0,330	0,375	0,045 (*)		P3-P2-P1	
0,375	0,395			P3-P2-P1	
0,395	0,415			P2-P1	
0,415	0,990			P3-P2-P1	
0,990	1,075		P1	Distretto del Fiume Po	
10,215	10,245		Altare (SV)		P1
10,245	10,270	0,025 (*)			P2-P1
10,270	10,310	0,040 (*)			P3-P2-P1
17,090	17,125		Cairo Montenotte (SV)		P2-P1
17,125	17,145	0,020(*)			P2-P1
17,145	17,175	0,030 (*)			P3-P2-P1
22,060	22,065				P1
22,065	22,225				P2-P1
22,225	22,245	0,020 (*)			P3-P2-P1
22,245	22,350	0,105 (*)		P2-P1	

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 21 di 98
				Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità	Ambito di competenza
22,350	22,610	0,260 (*)	Cairo Montenotte (SV)	P1	Distretto del Fiume Po
22,610	22,705			P1	
23,015	23,035			P1	
23,035	23,150			P2-P1	
23,150	23,225			P3-P2-P1	
23,225	23,400			P1	
23,665	23,675			P2-P1	
23,675	23,685			P3-P2-P1	
23,685	23,690			P1	
Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar					
0,200	0,205		Cairo Montenotte (SV)	P1	Distretto del Fiume Po
0,205	0,210			P3-P2-P1	
0,210	0,220			P2-P1	
1,085	1,125			P1	
1,125	1,205			P2-P1	
1,205	1,675			P3-P2-P1	
1,675	1,685			P2-P1	
1,685	1,690			P1	
1,690	1,695			P2-P1	
1,695	1,950			P3-P2-P1	
1,950	1,960			P2-P1	
1,960	1,965			P1	
6,860	6,890			P3-P2-P1	
6,890	6,945			P2-P1	
12,850	12,960		Altare (SV)	P2-P1	
12,960	13,335			P3-P2-P1	
13,335	13,400			P2-P1	
13,400	13,515			P1	
13,535	13,560			P1	
13,560	13,725			P2-P1	
13,725	13,730		P1		

(*) Interferenza superata con metodologia di posa trenchless

Come riportato nella tabella precedente le opere oggetto del presente studio attraversano alcune aree a “pericolosità idraulica elevata - P3”, “aree a pericolosità idraulica media - P2” e “aree a pericolosità idraulica bassa - P1”.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 22 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

In particolare, il metanodotto “Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26”), DP 100 bar” interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di **1,525 km**;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di **2,080 km**, che si riduce a **1,955 km** considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di **2,450 km**, che si riduce a **2,150 km** considerando i tratti trenchless.

Il metanodotto “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30”), DP 75 bar” interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di **0,935 km**, che si riduce a **0,690 km** considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di **1,550 km**, che si riduce a **1,050 km** considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di **2,225 km**, che si riduce a **1,460 km** considerando i tratti trenchless.

Il metanodotto principale in dismissione “Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar” interessa le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva pari a **1,135 km**, le aree P2 per una lunghezza complessiva pari a **1,645 km** e le aree P1 per una lunghezza di **1,845 km**.

In merito alla compatibilità Idraulica dell’intervento è necessario ribadire che il metanodotto in progetto rappresenta un’infrastruttura lineare di trasporto del gas (infrastruttura energetica di interesse pubblico), che risulta tra le tipologie d’intervento per le quali, ai sensi delle Norme di Piano, è consentita l’interferenza con le aree a pericolosità idraulica, 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. A tal proposito, si evidenzia che il metanodotto in progetto non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o di allagamento dell’area e non determina alcun incremento del carico insediativo nell’area di intervento. 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.

Si segnala, inoltre, che sono localizzati all’interno di aree a pericolosità idraulica i seguenti impianti e punti di linea in progetto (Tabella 3.4/B):

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 23 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 3.4/B - PGRA: Pericolosità idraulica

Prog. (km)	Impianto	Comune	Classe di pericolosità	Ambito di competenza
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar, in progetto				
0,070	PIL 1	Vado Ligure	P1	Distretto dell'Appennino Settentrionale
1,350	PIL 2	Quiliano	P2-P1	
2,695	Impianto PDE		-	
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar, in progetto				
1,645	PIDI 1	Quiliano	-	Distretto dell'Appennino Settentrionale
11,080	PIDS 1.1/PIDA 1.1.1	Altare	- / P2-P1	Distretto del Fiume Po
12,435	PIDI 2	Carcare	-	
13,730	PIDS 2.1	Cairo Montenotte	-	
16,340	PIL 3		-	
17,105	PIDI 4		P2-P1	
21,125	PIDI 5		-	
22,085	PIDI 6		P3-P2-P1	
23,800	Impianto finale		-	

e in dismissione (Tabella 3.4/C):

Tabella 3.4/C - PGRA: Pericolosità idraulica

Prog. (km)	Impianto	Comune	Classe di pericolosità	Ambito di competenza
Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12"), MOP 64 bar				
0,000	PIL 4510100/7	Cairo Montenotte	-	Distretto del Fiume Po
2,010	PIDI 4500240/33		-	
2,575	PIL 4500240/33.1		-	
2,875	PIDA 4102154/1		-	
6,930	HPRS di Bragno		P2-P1	
7,655	PIL 4500510/2		-	
10,295	PIDS 20709/1		-	
11,630	PIDI DI VISPA 4500510/2.1	Carcare	-	
12,910	PIDS 4103134/0.1	Altare	P2-P1	
13,215	PIDA 4104307/1		P3-P2-P1	
17,375	PIL 4500510/5	Quiliano	-	Distretto dell'Appennino Settentrionale

La localizzazione dei punti di linea, indispensabili alla funzionalità e l'operatività dei metanodotti in progetto, all'interno di aree a pericolosità idraulica è compatibile con le prescrizioni delle Norme di Piano poiché gli effetti sull'assetto morfologico-idraulico non determinano modificazioni sostanziali rispetto alle condizioni fisiche e idrologiche locali preesistenti, non alterano i fenomeni idraulici naturali, non determinano un aumento dei rischi e non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 24 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

3.5 Interferenze dell'opera con i corsi d'acqua

Di seguito (Tab. 3.5/A) si riporta l'aggiornamento delle interferenze tra l'opera, in progetto e tutti i corsi d'acqua, di qualunque livello negli ambiti ricadenti nel Distretto dell'Appennino Settentrionale.

Il reticolo considerato è il Reticolo Idrografico Regionale adottato con D.G.R. N. 507 del 21/06/2019, scaricato dal [geoportale regionale](#) della Liguria.

Si evidenzia che con DGR n. 1280 del 14 dicembre 2023 è stata approvata la nuova cartografia del Reticolo idrografico regionale che costituisce il nuovo riferimento cartografico univoco a livello regionale. Ad oggi tale cartografia è disponibile solo in formato pdf, ma tanto è bastato per integrare le informazioni riportate nel presente elaborato.

Nella tabella 3.5/A sono anche riportate le metodologie realizzative previste per ogni attraversamento.

Tabella 3.5/A – Interferenze idrauliche: Ubicazione attraversamenti corsi d'acqua e metodologie realizzative – METANODOTTI IN PROGETTO

Progr. (km)	Comune	Provincia	Corsi d'acqua	Rif. Dis. tipologici	Modalità realizzative
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar, in progetto					
0,265	Vado Ligure	Savona	Rio Lusso	STD-D-11817	Cielo aperto
0,310			Rio Fontanazza	STD-D-11855	Trenchless (microtunnel)
0,410	Quiliano		Rio Villeggia	STD-D-11855	Trenchless (microtunnel)
0,950			Inizio percorrenza torrente Quiliano	STD-D-11817	Cielo aperto
2,475			Fine percorrenza torrente Quiliano	STD-D-11817	Cielo aperto
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar, in progetto					
0,190	Quiliano	Savona	Torrente Quiliano	STD-D-11855	Trenchless (microtunnel)
0,215			Torrente Quazzola	STD-D-11855	Trenchless (microtunnel)
0,425			Inizio percorrenza Torrente Quazzola	STD-D-11817	Cielo aperto
0,995			Fine percorrenza Torrente Quazzola	STD-D-11817	Cielo aperto

Per le condotte in progetto, l'analisi idraulica di dettaglio è stata condotta sugli attraversamenti dei corsi d'acqua classificati a pericolosità idraulica media ed elevata nella cartografia del PAI (e PGRA). Tali attraversamenti sono riportati nella tabella 3.5/B.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 25 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 3.5/B: Elenco attraversamenti corsi d'acqua in aree a pericolosità idraulica del PAI (e PGRA)

Id.	Progr. (km)	Attraversamento corso d'acqua	Ambito di competenza	Comune	Peric. Alluvione	Metodologia attravers.	Copertura min. in alveo (m)
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar, in progetto							
1	0,265	Rio Lusso (intubato)	Dist. Appennino Settentrionale / Bacini Regionali Liguri (ITR071)	Vado Ligure (SV)	Fascia C (P1)	Cielo aperto	2.00
2	0,310	Rio Fontanazza (intubato)			Fascia C (P1)	Microtunnel	3.00
3	0,410	Rio Villeggia (intubato)		Quiliano (SV)	Fascia C (P1)	Microtunnel	3.00
4	0,950 - 2,475	Torrente Quiliano			Alveo attuale (P3)	Cielo aperto	4.00
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar, in progetto							
5	0,190 - 0,215	Confluenza Torrente Quiliano / T. Quazzola	Dist. Appennino Settentrionale / Bacini Regionali Liguri (ITR071)	Quiliano (SV)	Alveo attuale (P3)	Microtunnel	4.00
6	0,425 - 0,995	Torrente Quazzola			Alveo attuale (P3)	Cielo aperto	4.00

Per l'approfondimento dell'analisi idraulica condotta e della compatibilità idraulica dei vari attraversamenti si rimanda ai capitoli successivi.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 26 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

4 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il bacino idrografico del Torrente Quiliano appartiene all'ambito regionale n. 11 Letimbro individuato dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale ai sensi ex L.R. n.9/1993 ed è situato principalmente nel territorio amministrativo del Comune di Quiliano ed in minima parte nei Comuni di Savona, Vado Ligure e Vezzi Portio.

Il bacino del Torrente Quiliano ha una superficie complessiva di circa 52 km² (area proiettata su di un piano orizzontale) ed è costituito dai due sottobacini dei Torrenti Trexenda e Quazzola. Il perimetro del bacino misura circa 34 km, la lunghezza dell'asta principale è di circa 17 km.

L'altezza massima nel bacino è di circa 954 metri s.l.m.; esso risulta geograficamente individuato nella Cartografia Tecnica Regionale agli elementi nn. 228-120, 229-050, 229-060, 229-090, 229-100 (C.T.R. 1:10000) ed alle tavolette nn. 228-2, 229-3, 229-4 (C.T.R.1:25000), e geologicamente individuato nel Foglio n.92-93 "Albenga-Savona" della Carta Geologica d'Italia.

Complessivamente, il reticolo idrografico è omogeneamente sviluppato e le valli dei principali affluenti sono a loro volta particolarmente articolate con una forte presenza di rii minori che seguono, in linea di massima, l'andamento delle principali famiglie di discontinuità strutturale.

Nella zona di testa dei bacini prevale normalmente l'attività erosiva dei torrenti e dei loro principali tributari, costituenti il reticolo di origine. Successivamente le pendenze si fanno più limitate e gli alvei sono normalmente caratterizzati dalla presenza di modeste coperture alluvionali, con sponde in roccia sub-affiorante.

Nei tratti terminali le valli si allargano, le pendenze si riducono e riprendono le coperture alluvionali la cui potenza è in costante aumento in direzione della piana terminale. Localmente possono aversi incrementi degli spessori delle alluvioni, o sacche isolate di alluvione in tratti normalmente in roccia affiorante, per la presenza di briglie di regimazione dei deflussi e di contrasto all'erosione spondale.

In particolare, il sottobacino del torrente Quazzola è caratterizzato da una forma allungata, versanti acclivi e buona omogeneità litologico-strutturale che determina situazioni geomorfologiche e tendenze evolutive di generale immaturità.

Il processo evolutivo più notevole è quello di tipo erosivo, sia diffuso su vaste aree che concentrato lungo le aste dei canali, con particolare incidenza al di sopra dei 300 m s.l.m. in connessione con la prevalenza delle aste fluviali di 1° e 2° ordine, cui corrisponde un reticolo assai articolato di tipo dendritico, ad elevata densità di drenaggio.

Lungo il fondovalle, caratterizzato da un'incisione molto stretta con bruschi raccordi versante-alveo, la pendenza longitudinale del corso d'acqua è tale da consentire il deposito dei sedimenti grossolani (con sovralluvionamento) e asporto dei fini, mentre in corrispondenza delle tortuosità nella porzione terminale del bacino (ove diminuisce ulteriormente le velocità) è possibile la sedimentazione delle medie granulometrie.

Il sottobacino del torrente Trexenda è caratterizzato da una notevole eterogeneità litologica e geomorfologica, che comporta differenze sostanziali rispetto al precedente sottobacino. Si manifesta una sensibile tendenza all'erosione diffusa al di sopra dei 400 m s.l.m., favorita dalle mediocri caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 27 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Laddove l'erosione concentrata diviene molto spinta e i versanti delle vallecole sono molto acclivi si possono verificare movimenti gravitativi sia per colamento/scivolamento di materiale detritico sia per crollo di cunei rocciosi; ad esempio lungo il tratto di versante in corrispondenza dell'abitato di Roviasca l'interazione tra l'assetto geologico-geomorfologico (alta fratturazione del substrato milonitico, potenti depositi eluvio-colluviali, acclività dei versanti) e il generale ruscellamento diffuso può portare all'instaurarsi di fenomeni gravitativi anche di notevole entità.

La delimitazione del bacino idrografico del torrente Quiliano è riferita allo scorrimento superficiale, pertanto definita dall'individuazione sulla carta topografica della linea spartiacque.

La forma "a ventaglio" del bacino è determinata da una omogenea distribuzione dei tratti di asta fluviale tra la sponda sinistra e la destra; tale assetto non è infrequente nei bacini liguri tirrenici. La forma piuttosto simmetrica del bacino implica anche una evidente omogeneità nella distribuzione degli affluenti, gerarchicamente articolati su entrambe le sponde.

La complessità dello sviluppo della rete idrografica, riportata nella figura seguente, può essere caratterizzata attraverso la gerarchizzazione del reticolo che permette di definire l'ordine del bacino, ossia l'ordine dell'asta fluviale terminale. La classificazione del reticolo idrografico è stata condotta secondo la metodologia proposta da Horton Strahler,

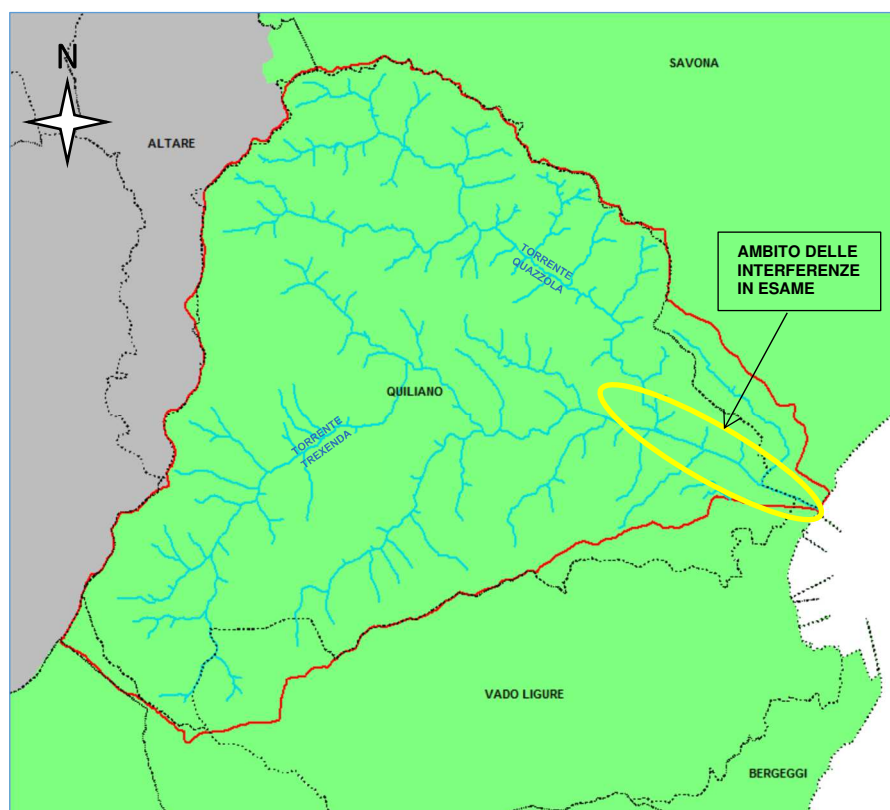


Figura 4.1 – Bacino del Quiliano ed indicazione dell'ambito in esame

I principali rii che drenano il versante destro conflueno nel torrente Quazzola sono:

Rio Bricco da cà (ordine 3), Rio Senestro (ordine 3), Rio Gallo (ordine 3), Rio Porcile (ordine 3), Rio Vallone (ordine 4), Rio Bocca Folle (ordine 3), Rio Baiselli (ordine 3), Rio Tigna (ordine

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 28 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-8006

3), Rio Tecci (ordine 5), Rio Cornaro (ordine 4), Rio Casale (ordine 3), Rio Arvo (ordine 4), Rio Concio (ordine 3), Rio Masuè (ordine 3) e Torrente Quazzola (ordine 5).

I principali rii che drenano il versante sinistro confluendo nel torrente Trexenda sono:

Rio della Porado (ordine 3), Rio del Poggio (ordine 3), Rio del Palazzo (ordine 3), Rio del Termine (ordine 3), Rio San Sebastiano (ordine 3), Rio Canale (ordine 3), Rio Ciase (ordine 4), Rio Serrate (ordine 3), Rio Pescio (ordine 3), Rio Livio (ordine 3), Rio Valle (ordine 3), Torrente Dane (ordine 3), Rio Notae (ordine 3), Rio Piattano e torrente Trexenda.

L'asta principale del torrente Quiliano è caratterizzata da ordine 6 a partire dalla confluenza della parte montana del torrente Quazzola con il torrente Trexenda all'altezza dell'abitato Quiliano, presenta inoltre tre ulteriori confluenze: il Rio Valletta del Monte in sponda sinistra, il Rio Meone e il rio Villeggia in sponda destra.

La zona dei fondovalle e della piana alluvionale è caratterizzata dalla presenza di fenomeni sia erosivi che deposizionali.

I torrenti perdono velocità e depositano sedimenti solo nella parte terminale del bacino svasata verso mare e localmente in corrispondenza delle anse lungo il loro corso intermedio.

Gli alvei dei torrenti d'ordine superiore (5° e 6°) sono generalmente impostati su alluvioni recenti e si evidenziano alternanze di fasi erosive e di sedimentazione, attraverso la presenza di lembi di terrazzi fluviali posti a diversa altezza. Gli alvei dei torrenti d'ordine intermedio (3° e 4°) sono invece caratterizzati da una prevalente attività erosiva visualizzata da valli a V molto strette con evidenti fenomeni di erosione concentrata di fondo. Quando gli accumuli detritici al piede dei versanti raggiungono gli alvei si possono instaurare fenomeni d'erosione con scalzamento al piede che conducono a smottamenti di una certa rilevanza.

Nel bacino del Torrente Quiliano sono presenti numerosi riporti legati principalmente alle importanti infrastrutture sul fondovalle antropizzato. Ma dal punto di vista della stabilità dei versanti non sono da sottovalutare tutti quei riporti artificiali e discariche di inerti deposti in quota su entrambi i versanti della valle del Torrente Quazzola; si tratta in gran parte di smarino per la realizzazione delle gallerie del tratto autostradale Savona-Torino e dei materiali di risulta delle lavorazioni inerenti alla costruzione dei piloni dei viadotti autostradali. Il ruscellamento, in presenza di tali riporti in quota, favorisce il verificarsi di notevoli trasporti solidi che, a causa della distribuzione del gradiente di pendio dei canali lungo i versanti, sono destinati a raggiungere il collettore principale e di qui il fondovalle.

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 urbanizzazione è decisamente più elevato.

Infatti, la struttura insediativa del bacino è caratterizzata da un sistema di nuclei storici collinari, attestati su crinali secondari, e da nuclei di fondovalle, che si sviluppano lungo percorsi pedecollinari e che si alternano a parti inedificate (coltivi, serre, oliveti). A questa struttura territoriale ad oggi ancora legata all'uso agricolo del suolo, si sono sovrapposti gli insediamenti della grande industria, localizzati principalmente lungo la sponda destra del Torrente e a monte dell'autostrada (depositi IP e complesso petrolifero Sarpom), le grandi infrastrutture di comunicazione (nodo viabilistico dell'autostrada, asse industriale parallelo alla costa) nonché alcune zone di recente espansione residenziale, che hanno quasi totalmente occupato le aree disponibili. Gran parte dell'area del bacino è costituita da zone boscate.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 29 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Per quanto riguarda i dati climatici all'interno del Bacino è presente la stazione di monitoraggio meteorologico "Montagna", a quota 256 m s.l.m., con periodo di osservazione 1926-1989 (con anni mancanti: 1977, 1981, 1988 e 1989 anno incompleto).

Dal punto di vista climatico, in base ai dati ricavati dalla suddetta stazione ("Il Clima della Liguria" - Osservatorio dei corpi idrici della Liguria, Autore: Prof. Geol.G. Brancucci), il bacino rientra nella zona climatica mediterranea ed in particolare nella sottoregione submediterranea, con una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale e secondario primaverile, e unimodale delle temperature che registrano il massimo in agosto ed il minimo in gennaio. La fascia costiera, in analogia con il territorio adiacente, appartiene alla sottoregione mesomediterranea.

All'incirca il 60 % delle precipitazioni annue è mediamente distribuito nei mesi invernali ed autunnali, manifestandosi spesso sotto forma di bruschi rovesci concentrati in autunno, periodo nel quale si sono in genere avute le principali piene e gli episodi alluvionali.

Pertanto, l'assetto idraulico dei corpi idrici nei tratti vallivi 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 "torrenziale" il regime di portata, strettamente legato, con brevi ritardi, all'andamento pluviometrico stagionale, alla distribuzione spaziale delle piogge sul bacino ed alla loro intensità.

4.2 Descrizione della rete idrografica e dell'area d'attraversamento

La rete idrografica è costituita dai tre tratti principali:

- Asta del Quazzola
- Asta del Trexenda e del Quiliano
- Asta terminale del Quiliano

Asta del Quazzola

Da monte il primo tratto del Quazzola (Rio Vallone) ha un andamento piuttosto rettilineo e la pendenza è modesta; sono evidenti alcuni fenomeni di sovralluvionamento.

Più a valle (Rio Tecci) l'asta è caratterizzata da un'incisione molto stretta con bruschi raccordi versante-alveo, la pendenza aumenta e l'andamento si fa più tortuoso fino a valle di località Tecci.

Da questo punto l'asta prende il nome di Torrente Quazzola ed acquista caratteristiche molto particolari di asta a debole pendenza ed andamento rettilineo, tale da consentire il deposito dei sedimenti grossolani ed asporto della frazione fine.

Nella porzione terminale, verso la confluenza con il T. Quiliano, l'andamento dell'asta si fa più irregolare pur mantenendo una sezione idraulica piuttosto ampia.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 30 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006



Figura 4.2/A – Torrente Quazzola, località via Quazzola (foto da valle verso monte). La linea rossa rappresenta il metanodotto in progetto.

Il metanodotto “**Collegamento dall’Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti**” che ha origine dal nuovo PDE di Quiliano, dopo aver attraversato con microtunnel il torrente Quiliano e il torrente Quazzola in prossimità della loro confluenza, entra nel letto del Quazzola in sinistra idrografica, circa **230 m** a monte della confluenza, e da qui risale il corso d’acqua in percorrenza per circa **570 m**, da realizzare con scavi a cielo aperto, per poi uscire dal letto fluviale in destra idrografica all’altezza di località Passeggi.

Asta del Trexenda e del Quiliano

Il Torrente Trexenda va dal Monte Poggio fino alla confluenza con il Rio Valle, dove prende il nome di Quiliano e lo mantiene fino alla foce.

Questo lungo tratto di asta ha le caratteristiche tipiche dell’area tirrenica: nella parte montana si hanno bruschi raccordi di pendenza tra versanti ed alveo, pendenze piuttosto elevate che determinano fenomeni di trasporto solido con erosioni spondali localizzate in corrispondenza delle sezioni a maggior velocità di deflusso.

A valle dell’ex mulino lo svasamento della piana e la diminuzione della pendenza longitudinale d’asta provocano la diminuzione delle velocità con conseguente deposito di sedimenti a granulometria decrescente; velocità di deflusso che vengono di nuovo leggermente incrementate a partire dall’abitato di Quiliano fino alla confluenza Quazzola-Trexenda a causa di restringimenti dell’alveo dovuti ad interventi di natura antropica.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 31 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006



Figura 4.2/B – Confluenza Trexenda-Quazzola, località via 25 Aprile (foto da monte verso valle). La linea rossa rappresenta il metanodotto in progetto.

Asta terminale del Quiliano

Dalla confluenza tra il tratto Quazzola e Trexenda-Quiliano verso il mare, la piana del Quiliano si allarga ad imbuto, in misura maggiore verso la sponda destra rispetto alla sponda sinistra, con alveo arginato.

Nel tratto terminale del Quiliano confluiscono il Rio Madonna (o Valletta) del Monte, in sinistra idrografica a circa 900 m dalla foce, e il rio Villeggia in sponda destra a circa 200 m dalla foce.

Il Rio Madonna del Monte nasce ad una quota di circa 350 m s.l.m. (Monte Passeggi) e confluisce nel Torrente Quiliano (in sinistra idrografica) nei pressi del cimitero del Comune di Quiliano.

Il metanodotto “**Allacciamento FSRU alto Tirreno**”, dopo l’iniziale sviluppo da realizzare mediante tecnologie trenchless, per poter attraversare agevolmente le infrastrutture esistenti e i rii intubati Fontanazza e Villeggia, affluenti di destra del tratto terminale del Quiliano, entra nel letto del corso d’acqua a circa 800 m dalla foce, in destra idrografica. Da qui risale il Quiliano in percorrenza per circa 1500 m, con scavi a cielo aperto, per infine uscire dal letto fluviale in destra idrografica e giungere al nuovo impianto PDE di Quiliano al km 2,695.

Il metanodotto “**Collegamento dall’Impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti**” che ha origine dal nuovo PDE di Quiliano, ubicato in destra idrografica del torrente Quiliano, giunge dopo circa 200 m alla confluenza del corso d’acqua con il torrente Quazzola che, come detto, verrà attraversata con microtunnel.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 32 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006



Figura 4.2/C – Torrente Quiliano, località via Briano (Ponte Strada di Scorrimento Veloce, foto da valle verso monte). La linea rossa rappresenta Il metanodotto in progetto.



Figura 4.2/D – Rio Villeggia, località via Briano (Ponte Strada di Scorrimento Veloce, foto aerea). La linea rossa rappresenta Il metanodotto in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 33 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

La viabilità principale si sviluppa in sponda sinistra per entrambi i tratti in esame.

Al fine di consentire una visione diretta degli ambiti in esame, qui di seguito si riporta una immagine aerea dove:

- i tracciati in progetto sono rappresentati mediante linee in rosso;
- il tratto di metanodotto da dismettere è indicato tramite una linea in verde;
- i metanodotti da mantenere in esercizio sono indicati tramite linee in blu.

Le percorrenze in esame, come già anticipato e meglio specificato nel seguito, verranno eseguite in parte con metodologia trenchless e in parte con scavi a cielo aperto.

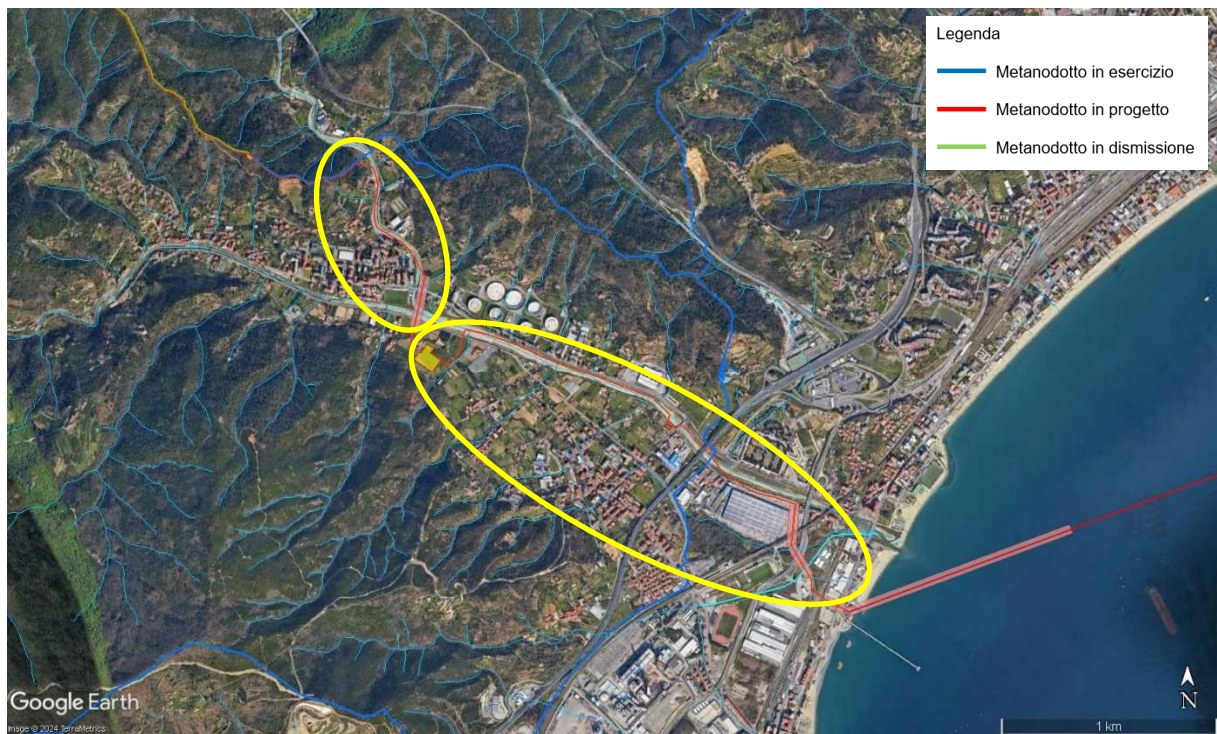


Figura 4.3 – Immagine aerea degli ambiti di attraversamento e percorrenza (areali cerchiati in giallo)

4.3 Caratterizzazione stratigrafica

Il territorio attraversato dai tracciati di progetto presenta una morfologia nettamente differenziata in quattro domini:

1. le aree di piana fluviale, fluvio-marina e marino-costiera;
2. le aree terrazzate, sia di bassa e bassissima quota, prossime alla costa, sia di quota media;
3. i rilievi a versanti tra il ripido e il molto ripido, tipici dei settori medio-alto e alto delle valli;
4. i rilievi e soprattutto i crinali montonati, spesso mammellonati, degli spartiacque.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 34 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Ciascuno dei domini individuati può essere ulteriormente specificato e articolato a seconda della litologia prevalente.

I tracciati di progetto in esame in questo elaborato (ambito del Distretto dell'Appennino Settentrionale) sono ubicati nella piana costiera del torrente Quiliano che sfocia sul Mar Ligure, al confine tra la periferia occidentale della città di Savona e quella orientale di Vado Ligure.

La cartografia ufficiale riporta in questo tratto la presenza di depositi del quaternario così descritti:

- *al – Depositi fluviali attuali e recenti; depositi di spiaggia (Olocene):*

comprendono i depositi di spiaggia e le alluvioni attuali, potenti e medio potenti, che ricadono nella zona costiera e nel tratto terminale dei fondivalle. Generalmente costituiti da depositi stratificati con passaggi laterali tra strati a diversa granulometria, anche di forma lenticolare in funzione delle variazioni del regime idrologico nel tempo (Rif. [9]).

Dal punto di vista granulometrico i depositi alluvionali sono costituiti da ghiaie, ghiaie grossolane e sabbie con subordinata frazione limosa.

5 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

5.1 Generalità

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

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

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

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

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

In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame. Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi-Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 35 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

5.2 Considerazioni specifiche preliminari

Nel caso in esame, tenuto conto delle finalità progettuali, per le valutazioni idrologiche si utilizzano i dati e le elaborazioni tratte dagli studi propedeutici al Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrologico del bacino del Quiliano (PAI) dell'ex Autorità di Bacino Regionale per l'Ambito 11 (Letimbro) e s.m.i. (Rif. [1]).

In tal senso, nel seguito, si provvederà a riportare dei cenni sulle metodologie di elaborazione idrologiche impiegate negli studi sopracitati, finalizzate alla determinazione delle portate di piena con assegnato periodo di ritorno, e quindi si procederà a selezionare i risultati di interesse per le finalità di cui al presente elaborato.

Senza entrare nel merito dei presupposti di calcolo delle stime riportate, si ammette che esse siano congruenti con i presupposti delle valutazioni progettuali relative all'esecuzione del metanodotto, non richiedendosi alla relativa analisi idrologica di addivenire a risultati di valenza assoluta ma solo di fornire un dato utile alla modellazione idraulica, per l'analisi dei potenziali effetti della piena, in relazione al tempo di ritorno cautelativamente prefissato e non corrispondente alla reale "vita utile" dell'opera. Il fine è, infatti, la stima degli eventuali fenomeni erosivi, che, sulla base di ampi coefficienti di sicurezza, devono dimostrarsi limitati entro valori tali da assicurare condizioni di stabilità della condotta ed assenza di interferenza tra questa e le correnti di piena.

5.3 Studi propedeutici al PAI

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.

5.3.1 Elaborazioni idrologiche - Cenni

Le valutazioni idrologiche sui corsi d'acqua esaminati nello studio del Piano di Bacino si basano su n.2 studi propedeutici, uno basato sul modello afflussi-deflussi e uno sul metodo della curva inviluppo.

Vista la mancanza di misurazioni dirette sui deflussi naturali, per la determinazione delle portate critiche in corrispondenza delle varie sezioni di interesse ci si è basati su metodi che permettono una valutazione indiretta delle piene sulla base delle precipitazioni.

Sulla base delle indicazioni della Regione Liguria, lo "Studio CIMA" risulta oggi un indirizzo cui attenersi in assenza di motivate ragioni che portino a discostarsi dai valori forniti dal suddetto studio poiché la metodologia è la più aggiornata a disposizione e l'analisi è condotta a scala regionale, consentendo l'uso di una maggiore quantità di informazioni sia per quanto riguarda la valutazione della precipitazione critica per i diversi bacini sia per quanto riguarda la validazione dei risultati della trasformazione afflussi-deflussi.

Il metodo CIMA è stato ripreso dallo studio Ferraris-Boni. Il tratto interessato dallo studio comprende il torrente Quiliano dalla confluenza con il torrente Quazzola alla foce nel territorio di competenza dell'Amministrazione Comunale di Quiliano. A monte di tale confluenza lo studio comprende il torrente Quazzola dalla confluenza con il Quiliano alla località Dadera e il torrente Quiliano sempre dalla citata confluenza al cimitero di Quiliano, verso monte nel tratto denominato Trexenda.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 36 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Le portate al colmo di piena per assegnato periodo di ritorno considerate nello studio Ferraris-Boni derivano dunque dallo studio condotto dal Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (C.I.M.A.) dell'Università degli Studi di Genova per conto della Regione Liguria (*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno - luglio 1999 -*).

Lo studio Ferraris-Boni è stato sottoposto al parere del Comitato Tecnico Provinciale in data 11/11/1999 ed in seguito l'Amministrazione Provinciale con D.G.P. n.494 del 23/11/1999 ha deliberato di prendere atto ed approvare la perimetrazione derivante dal suddetto studio. A partire da questi dati è stata svolta la mappatura delle aree inondabili per i tempi di ritorno di 50, 200, 500 anni.

Lo "Studio C.I.M.A." rappresenta ad oggi, a seguito di pubblica inchiesta, un "indirizzo a carattere tecnico generale alle Province della Liguria in vista della determinazione delle aree a rischio di esondazione (cfr. D.G.R. 1276 del 29/10/1999)". Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello "studio C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena.

In sintesi, il modello è costituito da tre moduli distinti:

- individuazione della rete di drenaggio;
- determinazione dei tempi di corrivazione;
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso la convoluzione degli idrogrammi unitari istantanei.

Sulla base delle elaborazioni condotte si è quindi giunti alla determinazione delle portate di piena, con assegnato periodo di ritorno, nei tratti fluviali esaminati.

É stata inoltre calcolata a scopo di confronto, per i tratti 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.

Infatti, l'informazione idrologica storica relativa alle portate al colmo di piena è sintetizzata, per la Regione Liguria, (l.r. 9/93, art. 26) nella cosiddetta "curva inviluppo dei contributi unitari alle portate al colmo di piena" per i bacini liguri con foce al Mar Tirreno, aggiornata dall'allora direttore del Servizio Idrografico - Compartimento di Genova con le osservazioni idrometriche conseguenti all'evento del 1970 nell'area centrale ligure.

Nella tabella seguente si riportano i valori di portata al colmo di piena approvati dal Comitato Tecnico Provinciale nella seduta dell'11/09/2003. Le portate al colmo di piena sono state ottenute con il metodo dello "studio CIMA", per i periodi di ritorno richiesti dalla Delibera della G.R. 2615. In ultima colonna a destra sono riportati per confronto i valori desunti dalla curva inviluppo (Cati, 1970).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 37 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 5.2 - Valori di portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno – “Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri” (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

PORTATA AL COLMO DI PIENA, quantile 50% Q[m ³ s ⁻¹]									
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m ³ s ⁻¹]						
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni	Curva di inviluppo (CATI)
Quiliano	Mar Tirreno	52	170	490	590	720	850	1030	750
Quiliano	Torrente Quazzola	30	100	290	340	420	490	590	520
Quazzola	Torrente Quiliano	16	60	160	190	240	280	340	360

Per l'esame di maggior dettaglio sulle metodologie di calcolo impiegate per le valutazioni idrologiche dei corsi d'acqua ricadenti nel bacino del Quiliano, si rimanda all'esame del paragrafo 2.8 della “Relazione” del Piano di bacino (Rif. [1]).

5.3.2 Selezione dei risultati di interesse

Ai fini degli scopi del presente elaborato, risultano utili le valutazioni idrologiche effettuate lungo le tre aste fluviali principali del bacino del Quiliano.

In tal senso qui di seguito si riportano i risultati delle valutazioni idrologiche effettuate sui corsi d'acqua nell'ambito degli studi del Piano di bacino, nei tratti di interesse, per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Tabella 5.3/A – Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Trexenda

Corso d'acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Portata [m ³ s ⁻¹]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Trexenda Loc. Roviasca	115 -128	19.2	242	350	422
Trexenda confluenza T.Quazzola	67 - 114	25.7	337	488	587

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 38 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 5.3/B – Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Quiliano

Corso d'acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Portata [m ³ s ⁻¹]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Quiliano foce	1 - 66	52	590	850	1000

Tabella 5.3/C – Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Quazzola

Corso d'acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Portata [m ³ s ⁻¹]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Quazzola	1 - 27	16	190	280	340

5.4 Portata di progetto

Conformemente a quanto previsto nell'Art.7 della Norme di Piano (Rif. [4]), si adotta come portata di progetto per la sezioni 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.

Tabella 5.4 - Portata di progetto

Corso d'acqua	Sezione Idrologica	Sup. Bacino (kmq)	Q _{progetto} (mc/s)	q _{max} (mc/s*kmq)
T. Trexenda	Confluenza T. Quazzola	25,7	488	18,99
T. Quiliano	Foce	52	850	16,3
T. Quazzola	Confluenza T. Quiliano	16	280	17,5

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 39 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

6 STUDIO IDRAULICO

6.1 Presupposti e finalità dello studio idraulico

Lo studio idraulico di supporto alla verifica delle condizioni di compatibilità è finalizzato alle seguenti determinazioni:

- stima ed analisi dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso della portata di piena di riferimento, in corrispondenza delle sezioni interessate dagli attraversamenti e/o percorrenze in subalveo da parte di metanodotti in progetto;
- valutazione dei potenziali fenomeni erosivi del fondo alveo e degli approfondimenti, che possono verificarsi sia in esso sia nell'area fluviale, in concomitanza delle piene di riferimento, assunte come parametro di calcolo.

In particolare, ai fini di stabilità e funzionalità del metanodotto, oltre che per escludere interferenze idrauliche e ambientali, occorre attestare come le condizioni di posa della tubazione disposta in sub-alveo permettano di escludere ogni mutua influenza tra l'opera e il deflusso, così come tra l'opera e la conformazione del corso d'acqua.

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

Per la stima dei parametri idraulici del deflusso di piena si fa riferimento ai risultati della *modellazione in moto permanente* eseguita dall'Autorità di Bacino Regionale nell'ambito del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrologico del bacino del Quiliano (Rif. [1]), relativamente ai tronchi fluviali interessati dalle interferenze con le opere in progetto.

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-RAS¹ 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 dei corsi d'acqua, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate ai corsi d'acqua alterazioni tali da modificarne le condizioni di deflusso della corrente.

¹ River Analysis System, sviluppato da U.S. Army Corp of Engineers - Hydrologic Engineering Center - 609 Second Street, Davis, CA (U.S.A.)

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 40 di 98	Rev. 1	

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

6.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

6.2.1 Assetto geometrico di modellazione

I dati geometrici di base derivano da rilievi topografici e dalle geometrie delle diverse sezioni riportate in vari studi propedeutici alla realizzazione del PAI, integrati con rilievi specifici. Sulla base di tali dati e della conoscenza topografica delle aree limitrofe al corso d'acqua, determinata attraverso la cartografia regionale in scala 1:5000 integrata da sopralluoghi, sono stati determinati i livelli idrici attesi corrispondentemente alle portate di piena.

La determinazione dei profili di corrente è stata condotta, come detto, in ipotesi di moto permanente per ogni tratto del corso d'acqua analizzato, con particolare riguardo ai tratti in corrispondenza di opere, per le quali sono state previste opportune valutazioni di riduzione della sezione utile per gli effetti di piena (ostruzioni di arcate di ponti o coperture per eccezionale trasporto solido, ecc.).

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportata una planimetria (estrapolata dalla Tavola 17 del PAI) nella quale i tratti del corso d'acqua considerati nella modellazione idraulica sono indicati in colore rosso.

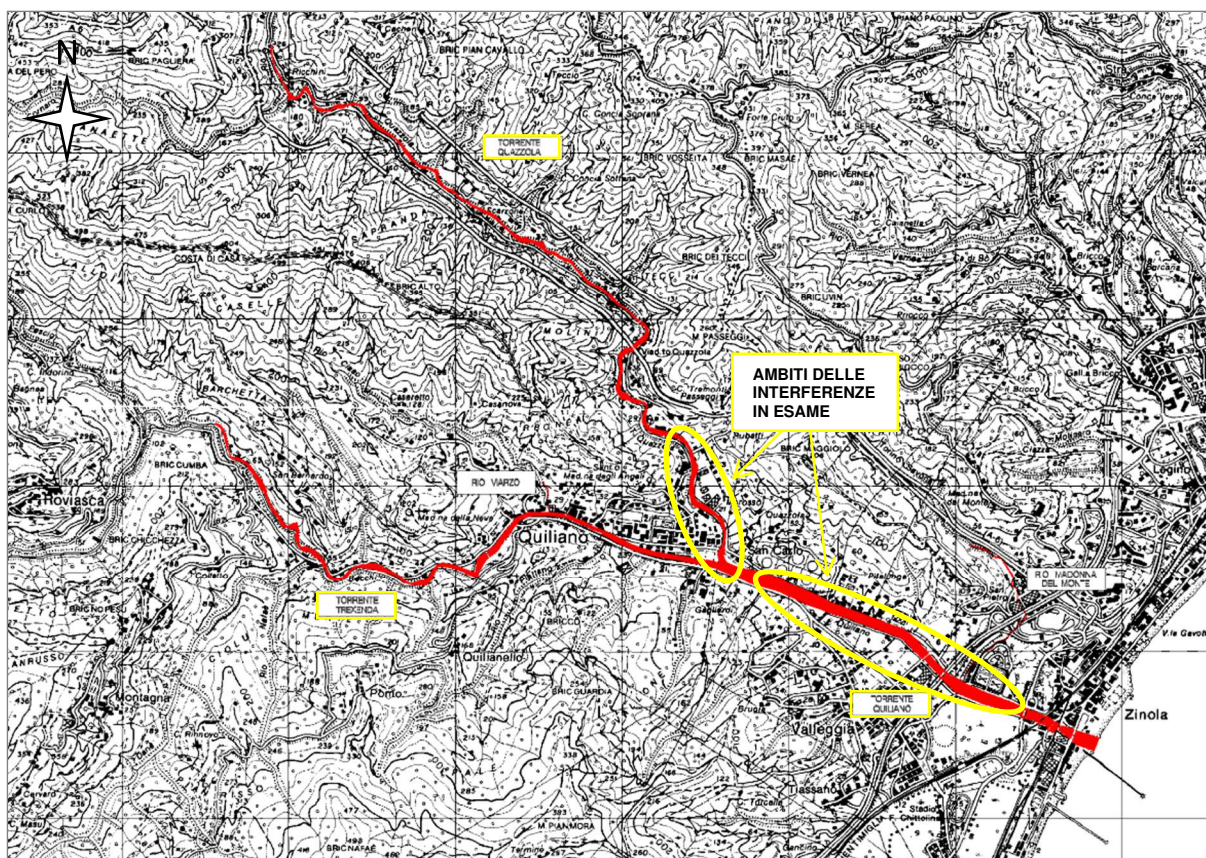


Figura 6.2 – Stralcio di Carta dei tratti d'alveo indagati (PAI, Tavola 17, scala 1:25.000)

Dai vari progetti disponibili sono state estrapolate 75 sezioni trasversali per il torrente Quilliano (compreso il tratto del torrente Trexenda, a monte della confluenza con il torrente Quazzola) e 27 sezioni per il torrente Quazzola.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 41 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Il modello calcola quindi i profili di rigurgito per i 2500 metri del corso del Quiliano, dalla sezione numero 1 in corrispondenza della foce alla sezione 77 sita a monte del cimitero (posta a circa 900 metri dalla confluenza del torrente Quazzola) e per i 1300 metri del corso del Quazzola dalla sezione numero 1 in corrispondenza della confluenza alla sezione 27.

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto	Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} s]	Programma di modellazione idraulica utilizzato
T. Trexenda	126 - 121	Da località Rive a località Barchetta (settembre 2003)	25	MIKE 11
T. Quiliano	121 - 104	Da località Becchi alla confluenza con il T.Quazzola (giugno 2003)	30	HEC RAS
	103 - 66		35	
T.Quiliano	66 - 45	Dalla confluenza con il T.Quazzola alla foce: - Stato attuale al 31/01/01 - Stato di progetto	40	HEC RAS
	45 - 1		45	
T. Quazzola	50 - 27	Da località Brai a località Dadera (settembre 2003)	25	MIKE 11
T. Quazzola	27 - 1	Da località Dadera alla confluenza con il T. Quazzola (marzo 2001)	40	HEC RAS
Rio Madonna del Monte	26 - 14	Tratto tombinato	40	HEC RAS
	28 - 26	Tratto del corso d'acqua naturale a cielo aperto	30	
	14 - 1			
Rio Viarzo	11 -1	Tratto a monte della parrocchia della Chiesa di S.Lorenzo nel centro abitato di Quiliano sino alla confluenza con il Torrente Quiliano	30	HEC RAS

Figura 6.2 – Tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Quiliano con i rispettivi parametri di scabrezza assegnati e i programmi di modellazione utilizzati

Come evidenziato nelle figure precedenti, il tracciato dei metanodotti in progetto attraversa l'alveo dei corsi d'acqua in diversi ambiti.

In particolare, di interesse ai fini progettuali sono i seguenti tratti:

- T. Quiliano-Trexenda: il tratto subito a monte della confluenza con il torrente Quazzola, dalla sez. 70 alla sez. 67, in cui ricade l'attraversamento in subalveo del metanodotto "Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale", per una lunghezza di circa 180 m;
- T. Quiliano-Foce: il tratto intermedio che va dalla sez.66 alla sez.26 in cui ricade la percorrenza in subalveo del metanodotto "Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra)", per una lunghezza di circa 2000 m;
- T. Quazzola: il tratto subito a monte della confluenza con il torrente Quazzola dalla sez.6 alla sez.1, in cui ricade l'attraversamento del metanodotto "Collegamento dall'Impianto PDE alla Rete Nazionale" e il tratto che va dalla sez. 21 alla sez.10 in cui si è localizzata la percorrenza in subalveo dello stesso metanodotto, per una lunghezza di circa 600 m.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 42 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

6.2.2 Dati di input e condizioni al contorno

La verifica idraulica del corso d'acqua principale è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni con ipotesi di moto permanente.

Il valore di portata assegnato ad ogni tronco è stato mantenuto costante nella modellazione idraulica. Inoltre, la portata è stata mantenuta costante nel tempo, in conformità ad una delle ipotesi del moto permanente.

Le successive elaborazioni per il calcolo delle erosioni di fondo, invece, sono state effettuate considerando solo l'evento di piena associato ad un tempo di ritorno di 200 anni.

Le condizioni al contorno imposte alle estremità dei tronchi d'alveo oggetto di studio in termini di carico piezometrico sono:

T. Trexenda:

a monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno

a valle: livello del pelo libero a pari tempo di ritorno desunto dallo studio idraulico del T. Quiliano in corrispondenza della sezione numero 121

T. Quiliano:

a monte: profondità critica

a valle: livello del pelo libero a pari tempo di ritorno desunto dallo studio idraulico del T. Quiliano – tratto focivo in corrispondenza della sezione numero 66

T. Quiliano – tratto focivo:

a monte: profondità critica

a valle: profondità critica

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza di Manning "n", valutati considerando lo stato di mantenimento degli argini e/o delle sponde naturali nonché la pezzatura dei materiali del fondo, normalmente movimentati durante i fenomeni di piena.

Nello specifico, sono stati assunti i seguenti valori: per tutto il tratto urbano un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0,025 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ (Coefficiente di scabrezza secondo Strickler $K_s = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$), corrispondente a tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato; per i tratti non urbanizzati un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0,035 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ (Coefficiente di scabrezza secondo Strickler $K_s = 29 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) corrispondente a corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo.

6.3 Risultati della simulazione idraulica

La verifica idraulica del corso d'acqua principale è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni con ipotesi di moto permanente. Ai fini delle valutazioni del presente elaborato si fa riferimento alle verifiche con TR200.

L'analisi del flusso di piena è basata sulle sezioni trasversali. La loro lunghezza è tale da includere l'intera area fluviale e le aree golenali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 43 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Qui di seguito si riportano i grafici, estrapolati dall'elaborato "Verifiche Idrauliche" del Piano di Bacino (Rif. [3]), relativi ai risultati di maggiore interesse idraulico, limitatamente alle interferenze con le nuove opere in progettazione.

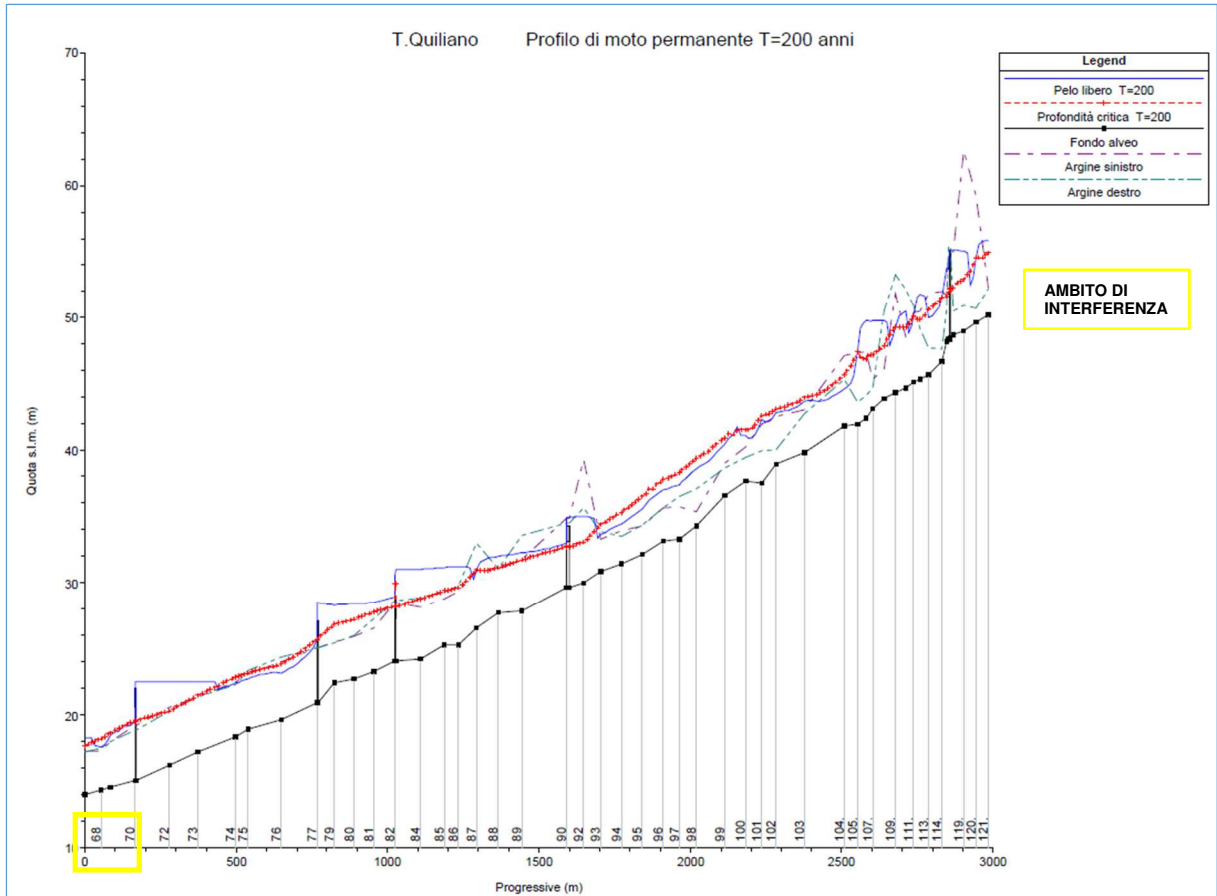


Figura 6.3/A – Profilo longitudinale per le portate di piena (TR200) del tratto del torrente Trexenda/Quiliano interessato dall'attraversamento

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 44 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

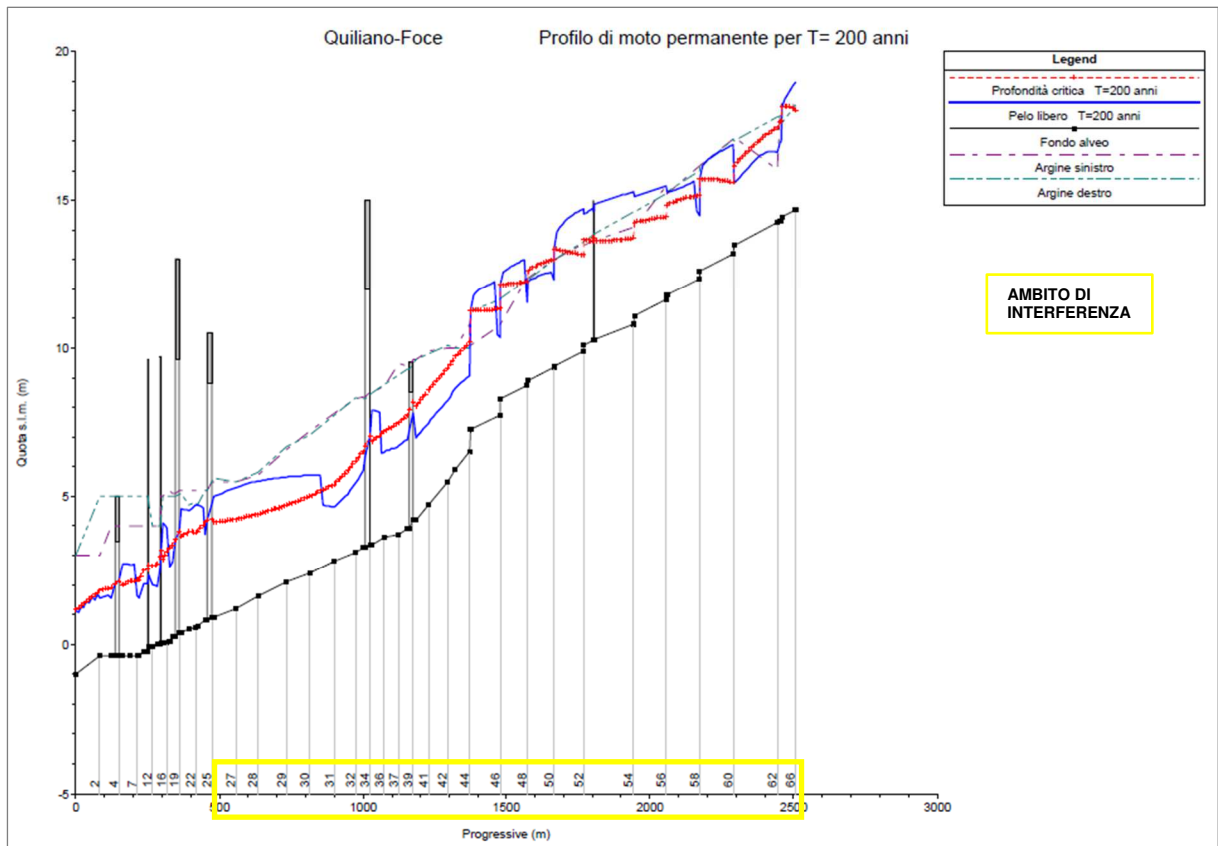


Figura 6.3/B – Profilo longitudinale per le portate di piena (TR200) del tratto del torrente Quiliano interessato dalla percorrenza (a seguito interventi di sistemazione idraulica)

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 45 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

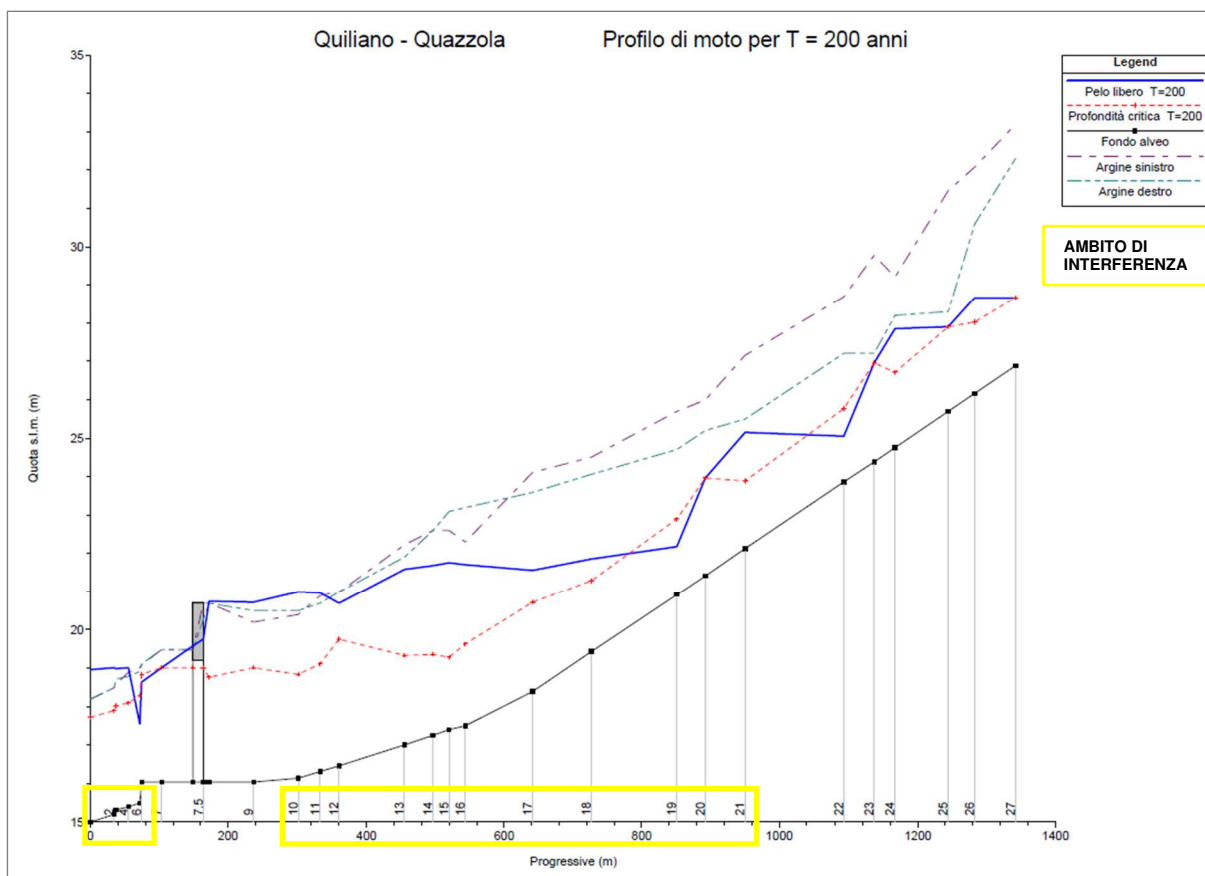


Figura 6.3/C – Profilo longitudinale per le portate di piena (TR200) del tratto del torrente Quazzola interessato dall'attraversamento (sx) e dalla percorrenza (dx)

Nelle tabelle seguenti si riportano i prospetti riepilogativi dei risultati conseguiti nell'elaborazione idraulica (TR200) relativamente alle varie sezioni di calcolo dei tratti interessati dalle interferenze con i metanodotti in progetto.

Tabella 6.3/A: Tabella Riepilogativa di Output per il tratto del torrente Trexenda

Torrente Quiliano T=200 anni										
Sezioni	Portata totale	Fondo alveo	Argine sinistro	Argine destro	Pelo libero	Profondità critica	Energia (m.)	Velocità (m/s)	Area bagnata	N° Froude
71	488	15.11	19.26	18.85	22.5	4.45	23.13	3.51	138.04	0.43
70.5 Bridge										
70	488	15.11	19.26	18.85	19.56	4.45	21.49	6.15	79.14	0.99
69	488	14.6	18	18	18.49	4.09	20.64	6.51	74.78	1.07
68	488	14.37	17.3	17.5	17.55	3.86	20.2	7.22	67.58	1.37
67	488	14.03	17.32	17.2	18.32	3.61	19.52	4.85	100.27	0.76

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 46 di 98 Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 6.3/B: Tabella Riepilogativa di Output per il tratto del torrente Quiliano

Torrente Quiliano - Foce T=200 anni										
Sezioni	Portata totale (m3/s)	Fondo alveo (m)	Argine sinistro (m)	Argine destro (m)	Pelo libero (m)	Profondità critica (m)	Energia (m)	Velocità (m/s)	Area bagnata (m2)	N° Froude
66	850	14.68	18.2	18.18	18.97	3.36	19.98	4.46	190.74	0.69
65	850	14.45	18.26	17.6	18.12	3.67	19.76	5.69	149.45	1
64	850	14.33	18.2	17.88	16.96	3.35	19.64	7.26	117.12	1.44
63	850	14.3	18.08	17.85	16.97	3.35	19.59	7.17	118.55	1.41
62	850	14.25	16.03	17.8	16.63	3.19	19.46	7.45	114.02	1.58
61	850	13.5	17.12	17.01	15.57	2.67	17.71	6.48	131.1	1.55
60	850	13.18	17.07	17.08	16.87	2.43	17.39	3.19	266.51	0.53
59	850	12.6	16.17	16.1	15.72	3.12	17.07	5.16	164.82	1
58	850	12.35	16.15	16	14.47	2.81	16.95	6.97	122.01	1.53
57	850	11.8	15.22	15.29	15.29	3.04	16.33	4.5	188.71	0.8
56	850	11.65	15.5	15.22	15.48	2.81	16.23	3.82	222.28	0.62
55	850	11.1	14.1	14.62	15.11	3.16	15.98	4.12	206.44	0.68
54	850	10.8	14.1	14.61	15.28	2.94	15.9	3.51	242.19	0.53
53.6	850	10.27	13.65	13.86	14.86	3.38	15.67	3.99	212.79	0.61
53.5	Bridge									
53.4	850	10.26	13.64	13.84	14.74	3.4	15.6	4.12	206.46	0.64
53	850	10.1	13.5	13.61	14.54	3.59	15.53	4.42	192.18	0.7
52	850	9.9	13.54	13.6	14.72	3.26	15.45	3.79	224.32	0.55
51	850	9.4	13	13	13.36	3.96	15.16	5.94	142.98	1
50	850	9.35	13	13	12.34	3.66	15.06	7.31	116.25	1.36
49	850	8.9	12.4	12.33	12.27	3.7	14.41	6.47	131.29	1.16
48	850	8.73	12.4	12.32	11.54	3.53	14.32	7.39	115.06	1.41
47	850	8.28	10.81	11.68	12.17	3.89	13.93	5.89	144.13	1
46	850	7.75	10.79	11.66	10.35	3.59	13.77	8.2	103.7	1.63
45	850	7.25	10.1	11.27	11.29	4.04	13.08	5.92	143.48	1
44	850	6.5	10.8	10	9.08	3.7	12.87	8.62	98.56	1.78
43	850	5.9	10	10	8.65	3.82	12.31	8.47	100.32	1.69
42	850	5.5	10	10.1	8.22	3.82	11.96	8.56	99.26	1.71
41	850	4.7	9.9	9.8	7.46	3.87	11.21	8.57	99.14	1.71
40	850	4.2	9.6	9.6	6.95	3.83	10.61	8.47	100.33	1.69
39	Bridge									
38	850	3.9	9.4	9.3	6.91	3.83	9.93	7.69	110.47	1.46
37	850	3.7	9.5	9.1	6.7	3.79	9.66	7.62	111.6	1.45
36	850	3.6	8.7	8.79	6.5	3.58	9.16	7.22	117.65	1.39
35	850	3.35	8.5	8.47	7.9	3.49	8.87	4.34	195.69	0.66
34	Bridge									
33	850	3.25	8.35	8.3	5.87	3.27	8.37	7	121.46	1.42
32	850	3.1	8.3	8.31	5.45	3.1	8.11	7.23	117.54	1.55
31	850	2.8	7.8	7.75	4.63	2.6	7.25	7.17	118.48	1.74
30	850	2.4	7.18	7.07	5.71	2.59	6.46	3.84	221.4	0.68
29	850	2.1	6.57	6.69	5.66	2.61	6.32	3.59	236.93	0.62
28	850	1.6	5.7	5.82	5.51	2.8	6.19	3.64	233.56	0.6
27	850	1.2	5.5	5.5	5.29	3.03	6.06	3.91	217.64	0.63
26	850	0.9	5.5	5.6	4.99	3.24	5.93	4.29	198.33	0.69

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 47 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 6.3/C: Tabella Riepilogativa di Output per il tratto del torrente Quazzola

Torrente Quiliano - Quazzola T=200 anni										
Sezioni	Portata totale (m3/s)	Fondo alveo (m)	Argine sinistro (m)	Argine destro (m)	Pelo libero (m)	Profondità critica (m)	Energia (m)	Velocità (m/s)	Area bagnata (m2)	N° Froude
27	280	26.88	33.2	32.29	28.66	1.78	29.56	4.2	66.69	1
26	280	26.16	32.09	30.6	28.66	1.87	29.18	3.21	87.31	0.65
25	280	25.7	31.45	28.3	27.89	2.19	28.99	4.65	60.21	1
24	280	24.76	29.2	28.2	27.84	1.96	28.23	2.76	101.56	0.52
23	280	24.39	29.77	27.2	26.95	2.56	28.08	4.72	59.37	1
22	280	23.86	28.7	27.2	25.06	1.9	27.47	6.88	40.7	2.01
21	280	22.12	27.16	25.5	25.15	1.78	25.46	2.46	113.65	0.45
20	280	21.42	26	25.2	23.96	2.54	25.24	5.02	55.81	1.01
19	280	20.91	25.7	24.7	22.18	2	24.67	6.98	40.1	1.98
18	280	19.42	24.5	24.05	21.86	1.86	22.41	3.28	85.36	0.67
17	280	18.38	24.1	23.6	21.57	2.33	22.2	3.51	79.7	0.63
16	280	17.51	22.3	23.2	21.71	2.11	21.98	2.3	121.71	0.36
15	280	17.39	22.6	23.1	21.76	1.9	21.94	1.88	148.55	0.29
14	280	17.25	22.6	22.6	21.68	2.11	21.92	2.18	128.49	0.33
13	280	17.01	22.23	21.9	21.58	2.33	21.89	2.45	114.26	0.37
12	280	16.47	21	21	20.69	3.28	21.69	4.42	63.31	0.69
11	280	16.31	20.9	20.7	20.98	2.8	21.48	3.16	88.67	0.47
10	280	16.14	20.39	20.5	21	2.7	21.42	2.88	97.18	0.42
9	280	16.05	20.2	20.5	20.72	2.96	21.32	3.43	81.66	0.51
8	280	16.05	20.7	20.7	20.74	2.7	21.17	2.91	96.2	0.46
7.5	Bridge									
7	280	16.05	19.47	19.48	19	19	20.5	5.41	51.71	1.01
6	280	16.05	19.09	19.12	18.64	18.85	20.29	5.69	49.23	1.13
5	280	15.5	19	18.9	17.56	18.3	20.17	7.17	39.07	1.6
4	280	15.4	18.89	18.78	19.01	18.1	19.78	3.88	72.25	0.65
3	280	15.31	18.6	18.72	18.98	18.01	19.72	3.81	73.48	0.63
2	280	15.2	18.5	18.5	19.02	17.91	19.7	3.67	76.34	0.6
1	280	15	18.2	18.2	18.97	17.73	19.62	3.57	78.47	0.57

Infine, nelle figure seguenti si riportano alcune schermate di output delle sezioni di calcolo considerate nelle elaborazioni idrauliche (quella più a valle nel rispettivo tratto di interesse).

Le sezioni sono costruite osservando i corsi d'acqua da monte verso valle.

Per la consultazione delle altre sezioni si rimanda all'elaborato di Piano "Verifiche Idrauliche" (Rif. [3]).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 48 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

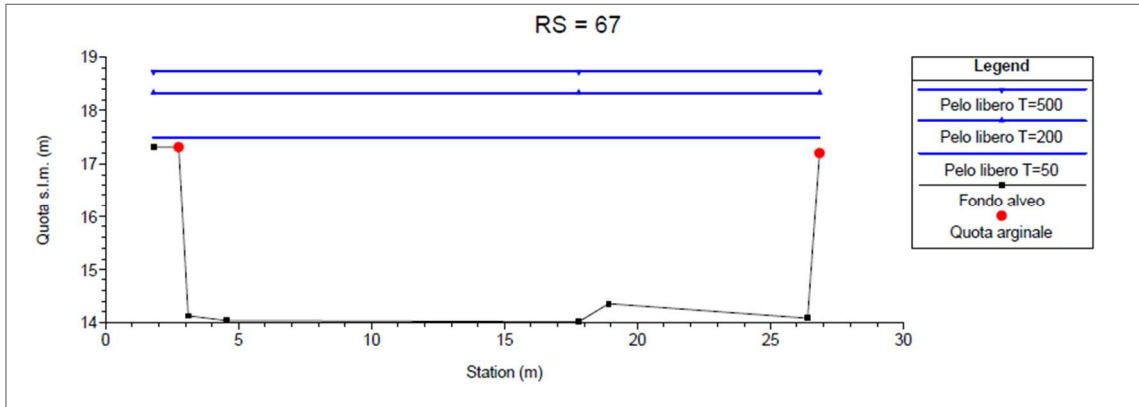


Figura 6.3/D – Sezione trasversale del tratto Trexenda-Quiliano

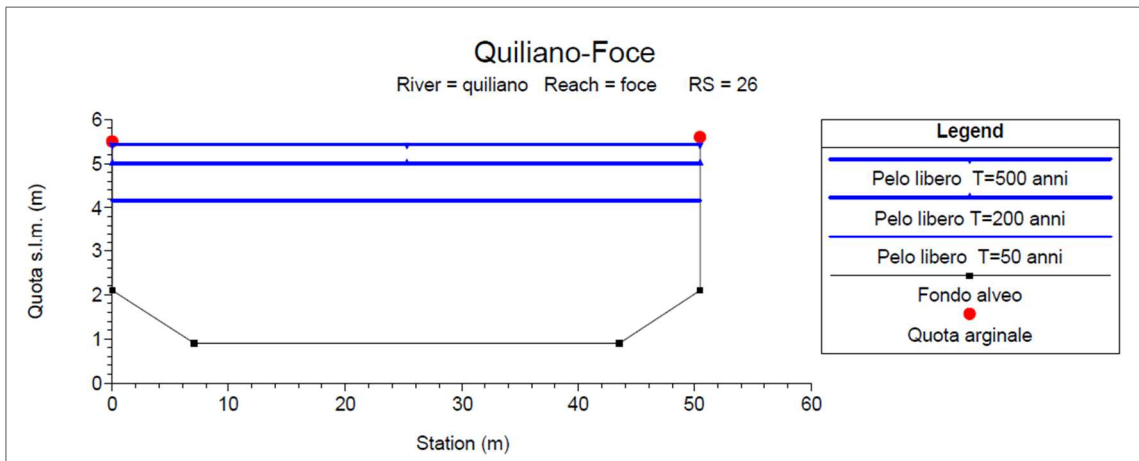


Figura 6.3/D – Sezione trasversale del tratto Quiliano-foce

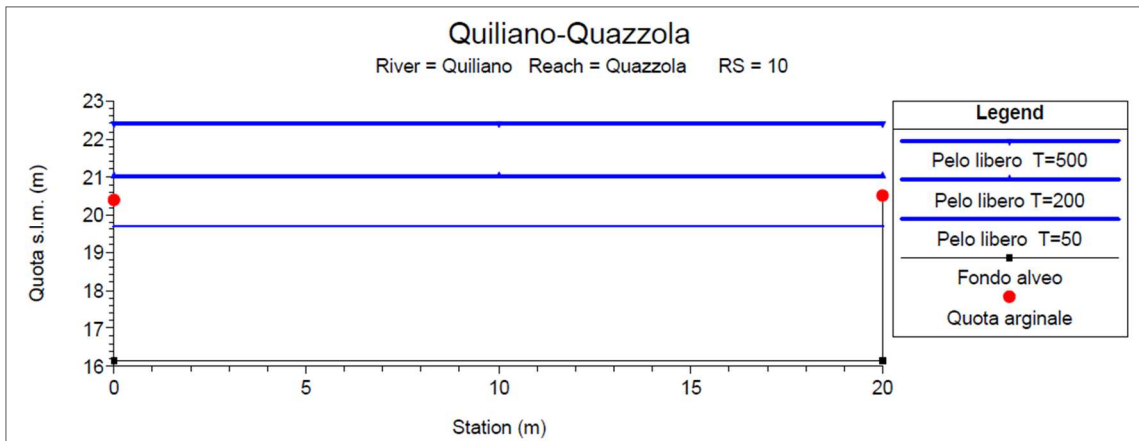


Figura 6.3/D – Sezione trasversale del tratto di valle del Quazzola

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 49 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

6.4 Analisi dei risultati conseguiti

Nelle Tabelle 6.3 (paragrafo precedente) è stato riportato il prospetto riepilogativo dei risultati conseguiti nelle varie sezioni di calcolo considerate nella modellazione idraulica per TR200. Inoltre, sempre nel paragrafo 6.3, sono state riportate le schermate di output del programma ritenute maggiormente indicative per rappresentare i risultati delle elaborazioni (profilo longitudinale lungo l'asta fluviale, sezioni trasversali).

In generale, dalle verifiche si evince come molte sezioni non siano sufficienti a smaltire la portata di progetto duecentennale; tale situazione è determinata da mancanze arginali o da attraversamenti che, riducendo sensibilmente la sezione libera al deflusso, innescano verso monte importanti fenomeni di rigurgito idraulico, tali da generare tiranti idrici superiori, talora anche di molto, alle quote di piene rive.

In molti casi i fenomeni di esondazione risultano conseguenti alla insufficienza dei rii affluenti sia in sponda sinistra che destra dei torrenti Quazzola, Trexenda e Quiliano: l'energia legata alle elevate pendenze si scarica e la lama d'acqua si espande non appena le pendenze diminuiscono in corrispondenza delle aste principali di Quazzola, Trexenda e Quiliano.

Negli altri casi di fenomeni di esondazione diretta dei corsi d'acqua principali, i tiranti idrici che si possono riscontrare nelle aree limitrofe sono, in maggior parte, modesti e con basse velocità.

Per quanto riguarda in particolare il bacino del torrente Quiliano, l'asta terminale del Torrente Quiliano non è in grado di contenere la portata duecentennale, ragion per cui è oggetto da alcuni anni di interventi di sistemazione idraulica.

Particolarmente critica risulta anche la situazione dell'abitato di Quiliano nella zona di confluenza con il T.Quazzola, dove sono stati depositati forti apporti detritici.

Il T.Quazzola è in grado di contenere la portata duecentennale da monte fino a circa 500 m prima della confluenza con il Quiliano; il ponte della Strada Provinciale n.29 che attraversa il Quazzola (sez.7, 8), infatti, risulta insufficiente al passaggio financo della portata 50ennale a causa della ridotta sezione e della posizione particolarmente critica ai fini del deflusso per quanto riguarda il tracciato e le ridotte pendenze.

La valutazione dei livelli idrici attesi nell'evento di piena, è stata effettuata trascurando il fenomeno del trasporto di sedimenti da parte della corrente e quindi attraverso una modellazione idraulica a fondo fisso. Sebbene ciò possa fornire risultati sottostimati rispetto ad una soluzione a fondo mobile, questi sono accettabili ai fini delle valutazioni del presente elaborato, in considerazione dei metodi conservativi utilizzati per la valutazione delle erosioni.

C'è da considerare che il fenomeno è strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche e geologiche del bacino ed è difficilmente quantificabile a meno di monitoraggi e di modellazioni complesse. La valutazione del trasporto solido assume importanza in tutti quei casi in cui la stabilità di opere in alveo possa essere alterata da fenomeni di scalzamento. Negli ambiti in esame nel presente studio non sono previste opere permanenti in alveo.

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 NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 50 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

7 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

7.1 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 NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 51 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

7.2 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 Schoklitsh² 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** = $h_o + v^2/2g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **h_o** = 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.

² Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 52 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

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 studiate³ 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 Italia⁴, 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_0), ovvero:

$$Z = 0,5 \cdot h_0$$

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 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 franchi di sicurezza (valutati anche in funzione delle condizioni peculiari rilevati nel contesto d'intervento), consentono di garantire all'infrastruttura lineare in progetto condizioni di sicurezza adeguate nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo.

³ Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

⁴ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 53 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

7.3 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 dei tratti di interesse 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 dello studio idraulico.

In particolare, i valori riportati in nero sono stati estrapolati dai parametri caratteristici del deflusso (di cui alle tabelle 6.3/A/B/C); mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente (par. 7.2). Le ultime due colonne rappresentano rispettivamente i valori relativi agli approfondimenti localizzati (S) e alle arature di fondo (z).

Tabella 7.3/A: Erosioni nel fondo alveo per il tratto del torrente Trexenda

River Station	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)	Portata Specifica q (m ³ /s m)	Carico Totale H (m)	Approfond. Localizzati S (m)	Arature di fondo z (m)
70	488	6.15	21.50	4.45	22.70	6.38	2.95	2.23
69	488	6.51	21.60	3.89	22.59	6.25	2.92	1.95
68	488	7.22	26.20	3.18	18.63	6.52	2.79	1.59
67	488	4.85	25.00	4.29	19.52	4.81	2.45	2.15

Tabella 7.3/B: Erosioni nel fondo alveo per il tratto del torrente Quiliano

River Station	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)	Portata Specifica q (m ³ /s m)	Carico totale H (m)	Approfond. Localizzati S (m)	Arature di fondo z (m)
66	850	4.46	44.46	4.29	19.12	1.01	1.18	2.15
65	850	5.69	40.72	3.67	20.87	1.65	1.51	1.84
64	850	7.26	44.53	2.63	19.09	2.69	1.85	1.32
63	850	7.17	44.40	2.67	19.14	2.62	1.83	1.34
62	850	7.45	47.91	2.38	17.74	2.83	1.85	1.19
61	850	6.48	63.33	2.07	13.42	2.14	1.48	1.04
60	850	3.19	72.22	3.69	11.77	0.52	0.75	1.85
59	850	5.16	52.83	3.12	16.09	1.36	1.27	1.56
58	850	6.97	57.55	2.12	14.77	2.48	1.63	1.06
57	850	4.5	54.07	3.49	15.72	1.03	1.11	1.75
56	850	3.82	58.04	3.83	14.65	0.74	0.94	1.92
55	850	4.12	51.48	4.01	16.51	0.87	1.05	2.01
54	850	3.51	54.06	4.48	15.72	0.63	0.89	2.24
53.6	850	3.99	46.36	4.59	18.33	0.81	1.05	2.30
53.5 Bridge								
53.4	850	4.12	46.08	4.48	18.44	0.87	1.08	2.24
53	850	4.42	43.28	4.44	19.64	1.00	1.18	2.22
52	850	3.79	46.54	4.82	18.26	0.73	1.00	2.41
51	850	5.94	36.11	3.96	23.54	1.80	1.64	1.98
50	850	7.31	38.88	2.99	21.86	2.72	1.94	1.50

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 54 di 98 Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

49	850	6.47	38.96	3.37	21.82	2.13	1.73	1.69
48	850	7.39	40.95	2.81	20.76	2.78	1.93	1.41
47	850	5.89	37.05	3.89	22.94	1.77	1.61	1.95
46	850	8.2	39.88	2.6	21.31	3.43	2.15	1.30
45	850	5.92	35.51	4.04	23.93	1.79	1.64	2.02
44	850	8.62	38.20	2.58	22.25	3.79	2.29	1.29
43	850	8.47	36.48	2.75	23.30	3.66	2.28	1.38
42	850	8.56	36.49	2.72	23.29	3.73	2.31	1.36
41	850	8.57	35.92	2.76	23.66	3.74	2.32	1.38
40	850	8.47	36.48	2.75	23.30	3.66	2.28	1.38
39 Bridge								
38	850	7.69	36.70	3.01	23.16	3.01	2.08	1.51
37	850	7.62	37.20	3	22.85	2.96	2.05	1.50
36	850	7.22	40.57	2.9	20.95	2.66	1.89	1.45
35	850	4.34	43.01	4.55	19.76	0.96	1.16	2.28
34 Bridge								
33	850	7	46.36	2.62	18.34	2.50	1.76	1.31
32	850	7.23	50.02	2.35	16.99	2.66	1.77	1.18
31	850	7.17	64.74	1.83	13.13	2.62	1.61	0.92
30	850	3.84	66.89	3.31	12.71	0.75	0.91	1.66
29	850	3.59	66.55	3.56	12.77	0.66	0.85	1.78
28	850	3.64	59.73	3.91	14.23	0.68	0.89	1.96
27	850	3.91	53.21	4.09	15.97	0.78	0.99	2.05
26	850	4.29	48.49	4.09	17.53	0.94	1.11	2.05

Tabella 7.3/C: Erosioni nel fondo alveo per il tratto del torrente Quazzola

River Station	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth (m)	Portata specifica q (m ³ /s m)	Carico Totale H (m)	Approfond. Localizzati S (m)	Arature di fondo z (m)
27	280	4,2	37,47	1,78	7,47	2,68	1,36	0,89
26	280	3,21	34,92	2,5	8,02	2,40	1,32	1,25
25	280	4,65	27,49	2,19	10,18	3,29	1,65	1,10
24	280	2,76	32,97	3,08	8,49	2,35	1,33	1,54
23	280	4,72	21,13	2,81	13,25	3,70	1,90	1,41
22	280	6,88	12,19	3,34	22,98	4,31	2,46	1,67
21	280	2,46	33,62	3,38	8,33	2,09	1,25	1,69
20	280	5,02	21,97	2,54	12,74	3,82	1,91	1,27
19	280	6,98	31,57	1,27	8,87	4,48	1,83	0,64
18	280	3,28	34,98	2,44	8,00	2,41	1,32	1,22
17	280	3,51	24,98	3,19	11,21	2,96	1,62	1,60
16	280	2,3	28,98	4,2	9,66	2,38	1,40	2,10
15	280	1,88	33,99	4,37	8,24	2,08	1,25	2,19
14	280	2,18	29,00	4,43	9,65	2,35	1,39	2,22
13	280	2,45	25,00	4,57	11,20	2,64	1,54	2,29

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 55 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

12	280	4,42	15,00	4,22	18,66	4,28	2,28	2,11
11	280	3,16	18,99	4,67	14,75	3,31	1,87	2,34
10	280	2,88	20,00	4,86	14,00	3,12	1,79	2,43
9	280	3,43	17,49	4,67	16,01	3,56	1,99	2,34
8	280	2,91	20,51	4,69	13,65	3,13	1,78	2,35
7.5 Bridge								
7	280	5,41	17,53	2,95	15,97	1,49	1,33	1,48
6	280	5,69	19,01	2,59	14,73	1,65	1,35	1,30
5	280	7,17	18,97	2,06	14,76	2,62	1,68	1,03
4	280	3,88	20,01	3,61	13,99	0,77	0,94	1,81
3	280	3,81	20,02	3,67	13,98	0,74	0,93	1,84
2	280	3,67	19,98	3,82	14,01	0,69	0,90	1,91
1	280	3,57	19,77	3,97	14,17	0,65	0,88	1,99

Nelle precedenti tabelle, i parametri riportati hanno i significati qui di seguito specificati:

River Station:	Numero identificativo della sezione
Q Total:	Portata complessiva defluente nell'intera sezione trasversale
Vel Chnl:	Velocità media nel canale principale dell'alveo
Top Width:	Larghezza superiore della sezione liquida
Hydr Depth:	Altezza liquida nel canale principale

7.4 Analisi dei risultati e considerazioni progettuali

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente ai tronchi d'alveo analizzati (nei quale ricadono gli attraversamenti e/o percorrenze da parte dei metanodotti in progetto), le massime erosioni attese al fondo alveo, in concomitanza dell'evento di piena di progetto, si attestano intorno a valori dell'ordine dei 2,5 m.

I valori delle potenziali erosioni riscontrabili all'interno dell'alveo, riferiti all'evento di piena duecentennale, 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).

Essendo note la struttura del fondo alveo e delle aree attraversate (caratterizzate dalla presenza di diverse briglie), e i livelli stratigrafici di interesse (par. 4.3), 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 > 4 m per la realizzazione delle opere di attraversamento e/o percorrenza, ritenuta adeguatamente cautelativa, in considerazione degli aspetti progettuali inerenti alla metodologia costruttiva (vedere capitolo successivo) e anche in considerazione del fatto che nei tratti d'intervento si rileva una tendenza evolutiva di sovralluvionamento del letto fluviale per conseguenza del consistente trasporto solido proveniente dai tratti più a monte.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 56 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-8006

8 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

8.1 Premessa

Il gasdotto è costituito da un sistema di tubazioni interrato, formate da tubi in acciaio di qualità saldati di testa, con una copertura minima di 1,50 m (maggiorato rispetto al limite previsto dal DM 17.04.2008 pari a 0,90 m).

La realizzazione dell'opera si attua attraverso l'esecuzione di fasi di lavoro sequenziali che, avanzando progressivamente nel territorio, permettono di confinare le operazioni, per un intervallo di tempo contenuto, in un tratto limitato della linea di progetto

La definizione del progetto di attraversamenti e percorrenze in subalveo 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.

Le metodologie realizzative previste per ciascun attraversamento / percorrenza cambiano in funzione di diversi fattori (profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, intensità del traffico, eventuali prescrizioni dell'ente competente, ecc.) e si possono così raggruppare:

- posa con scavi a cielo aperto;
- posa attraverso il ricorso a tecnologie *trenchless*.

8.2 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).

In particolare, analizzando le caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza, si è arrivati all'individuazione del miglior sistema di posa in subalveo della pipeline.

Infatti, nei casi 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 rinterrati 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:

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 57 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

- nello scavo di una trincea lungo il profilo dell'attraversamento / 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 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.

8.2.1 By-pass del flusso idrico mediante parzializzazione della sezione d'alveo

Con lo scopo di limitare le potenziali interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua, si procede operativamente per "fasi chiuse" (ossia scavo, posa condotta e rinterro), considerando dei tratti successivi di lunghezze non superiori alla semilarghezza dell'alveo del corso d'acqua.

Preliminarmente alla fase di scavo verranno realizzati, ove necessario, degli interventi temporanei di deviazione del flusso idraulico, che verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli. Tali interventi di by-pass, realizzati mediante argini e/o ture ecc., assicureranno il normale deflusso delle acque.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 58 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

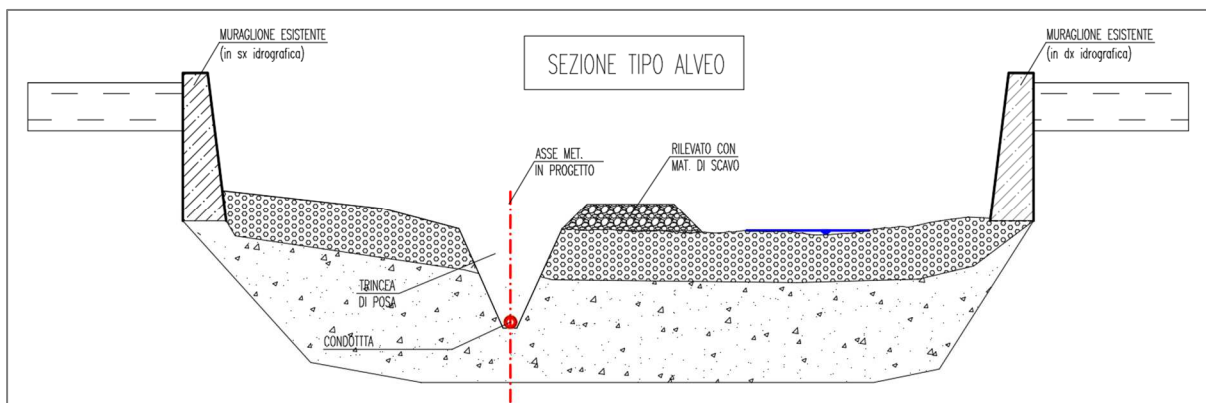


Figura 8.2/A – Esempio di parzializzazione della sezione del corso d’acqua

Tale procedura prevede che si completi per ogni tratto le varie fasi connesse alla posa della condotta, prima dell’inizio del tratto successivo, eseguendo dunque in progressione lo scavo, la posa della condotta e i rinterri.

Il normale deflusso delle acque del corso d’acqua sarà comunque garantito nella restante parte della sezione d’alveo (seppur parzializzata).

Ultimate tutte le varie fasi connesse alla posa nel primo tratto, si passerà ad eseguire le medesime fasi operative per il tratto successivo.

Al termine dei lavori, tutti gli interventi di deviazione e di regimentazione temporanea del deflusso idraulico verranno rimossi e sarà, dunque, integralmente ripristinata la configurazione dell’alveo preesistente, prevedendo il totale riutilizzo del materiale movimentato durante i lavori. Tutto il materiale provenienti dagli scavi (tout venant) verrà riutilizzato per il rinterro della trincea. Eventuali piccoli esuberanti di materiali (dovuti all’ingombro della condotta in subalveo) dovranno essere comunque ricollocati per la riprofilatura d’alveo, possibilmente colmando le eventuali depressioni localizzate individuate nell’ambito fluviale.

8.2.2 Realizzazione di guadi provvisionali in alveo

Prima di iniziare le attività di scavo, viene realizzato (immediatamente a monte o immediatamente a valle della sezione di attraversamento) un guado provvisorio di passaggio sul corso d’acqua, per la costituzione della pista di lavoro (di larghezza di almeno 4.5 m). Il manufatto viene realizzato mediante l’impiego di tomboni in grado in generale di far defluire adeguatamente le portate (anche di piena) del corso d’acqua. Tuttavia, si evidenzia che nel caso di manifestazione di portate di piena significative il guado provvisorio viene sormontato dalle acque, senza però garantire la transitabilità da parte dei mezzi. Si precisa che in tal caso la perturbazione idraulica, in considerazione della posizione dell’attraversamento (situato nell’alveo del corso d’acqua principale, in corrispondenza degli apporti laterali, e lontano da qualsiasi manufatto antropico) e delle caratteristiche morfologiche dell’alveo (inciso e arginato), rimangono localizzate in prossimità del guado stesso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 59 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

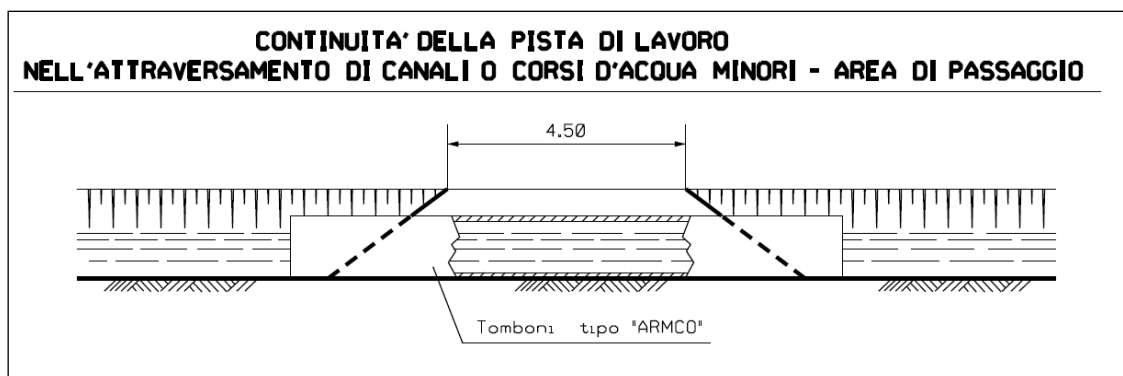


Figura 8.2/B - Disegno tipico di guado provvisorio con tomboni

Una volta ultimate le attività di posa in alveo, si procederà a rimuovere il guado provvisorio e a risagomare l'alveo, in modo da consentire il ripristino morfologico complessivo dell'ambito di intervento.

8.3 Effetti sulla qualità delle acque

Le metodologie lavorative esposte riducono e minimizzano le variazioni della corrente fluviale, che sono comunque temporanee e limitate strettamente al tempo necessario per la messa in opera (o rimozione) della condotta, senza che vi siano effetti in tempi successivi alla conclusione delle attività di lavoro.

Potendosi escludere variazioni significative sul chimismo, l'impatto sulla qualità delle acque superficiali è limitato a un possibile intorbidimento a valle del tratto interessato dai lavori, a causa della messa in sospensione, per effetto delle operazioni di scavo, dei materiali fini limoso-argillosi presenti nei sedimenti.

Si tratta di un fenomeno che avviene naturalmente in occasione dei regimi di piena. Anche in tali condizioni è un fenomeno temporaneo e reversibile.

Entrambe le metodologie di intervento descritte consentono di limitare gli effetti di intorbidamento, riducendo l'entità dello scavo in alveo, in particolare nel caso della tombatura. Considerando la natura temporanea delle attività in progetto (circoscritte alla sola fase di cantiere e della durata di alcuni giorni) e le modalità operative volte al contenimento dell'intorbidamento, l'impatto può essere considerato temporaneo e reversibile, e quindi poco significativo.

Infine, i mezzi impiegati (in gran parte escavatori) sono mantenuti in perfetta efficienza a cura dell'Appaltatore ed è pertanto da ritenersi piuttosto remota l'eventualità che il loro utilizzo possa compromettere lo stato di qualità ambientale del corso d'acqua interessato dai lavori.

8.4 Disposizioni generali di sicurezza

Durante le fasi operative i mezzi ed il personale presenti in alveo saranno quelli strettamente necessari per l'esecuzione dei lavori, con deposito del materiale di servizio e delle attrezzature fuori dall'ambito fluviale. Ciò con lo scopo di agevolare il rapido allontanamento dei mezzi e del personale dall'ambito fluviale nel caso di una manifestazione di un evento di piena significativo. Al termine di ogni giornata lavorativa i mezzi d'opera verranno comunque collocati fuori dalla pertinenza fluviale del corso d'acqua.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 60 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

In ogni caso tutte le procedure di sicurezza connesse a sistemi di preallertamento e alle disposizioni operative in caso di manifestazione di eventi di piena significative verranno stabilite nel PSC e comunque si pone particolare evidenza sulla necessità di tenersi costantemente aggiornati sulle condizioni meteorologiche, consultando il Bollettino del Centro Funzionale della Regione Liguria, e di sospendere i lavori in occasione di intense precipitazioni, anche a carattere locale.

In particolare, sarà vietato effettuare lavorazioni in alveo nelle giornate di allerta meteo per precipitazioni intense; in aggiunta, nel caso di previsione di allerta meteo per le giornate seguenti, si dovranno mettere in atto tutte le misure di sicurezza volte a limitare la possibilità di erosione in presenza di scavi aperti, anche eventualmente con la messa in opera di opere provvisoriale, che in ogni caso non dovranno diminuire in maniera significativa la sezione utile di deflusso.

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

8.5 Metodologia operativa: Microtunnel

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

L'azione di avanzamento è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel (che in questo caso è di cemento armato). L'elemento principale del microtunnelling è il microtunneller che è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Le teste fresanti vengono scelte in funzione delle condizioni geologiche dei terreni interessati. Vi è la possibilità di combinare le varie soluzioni per ottenere teste "miste", utilizzabili in terreni che presentano nelle varie stratigrafie materiali diversi.

8.5.1 Requisiti generali del sistema costruttivo

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

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

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica

E' necessario ricorrere all'uso di un sistema che preveda una fresa integrale con scudo chiuso con bilanciamento della pressione sul fronte di scavo tramite fanghi bentonitici. In questo modo, in corso d'opera l'equilibrio delle pressioni sul fronte di scavo inibisce in modo sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel.

- Stazione di spinta

La potenza della stazione di spinta sarà adeguata alle previste resistenze all'avanzamento ed alle modalità e caratteristiche esecutive che verranno adottate in fase di avanzamento della trivellazione.

L'unità di spinta verrà messa a contrasto con il muro reggispinga, realizzata all'interno

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 61 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

della postazione di partenza della trivellazione.

- **Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione**

Sarà approntato un sistema per il controllo (durante l'avanzamento) della direzionalità del tunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.

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

- **Tubi di rivestimento in c.a.**

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

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

- **Giunti di tenuta idraulica**

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

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

- **Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"**

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

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

- **Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)**

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 62 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione**
 Verrà predisposto in cantiere un impianto di produzione di fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato. L'impianto di produzione sarà dotato di un'unità di miscelazione ad alta turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.
- Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento**
 Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.
- Sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento**
 La sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento sarà eseguita dall'interno del tunnel successivamente alle operazioni di avanzamento, con malta di cemento ad alta resistenza in modo da ottenere una superficie interna del tunnel perfettamente liscia e priva di risalti con lo scopo di realizzare un'ulteriore garanzia di tenuta dei giunti nei confronti di possibili fenomeni di filtrazione, in aggiunta a quella strutturale del giunto.
- Intasamento interno del tunnel**
 Terminate le operazioni di varo ed eseguito il collegamento di linea delle condotte, dovrà essere realizzato il riempimento dell'intercapedine tra tubo di linea e tubo di rivestimento tramite idonee miscele, con lo scopo di saturare l'intercapedine stessa e impedire la formazione di flussi idrici all'interno del tubo di rivestimento ed eliminare la camera d'aria altrimenti presente tra tubo di linea e pareti del tunnel. Le miscele impiegate possono essere: conglomerati cementizi additivati e/o alleggeriti oppure miscele di tipo bentonitico.

8.5.2 Fasi operative

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

Fasi Operative:

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

Impianto cantiere

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

Esecuzione delle postazioni di estremità

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 63 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

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

Esecuzione della trivellazione

La trivellazione sarà eseguita con una fresa a scudo chiuso con il bilanciamento della pressione sul fronte di scavo. Le caratteristiche tecniche del sistema costruttivo sono state descritte nel paragrafo precedente.

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

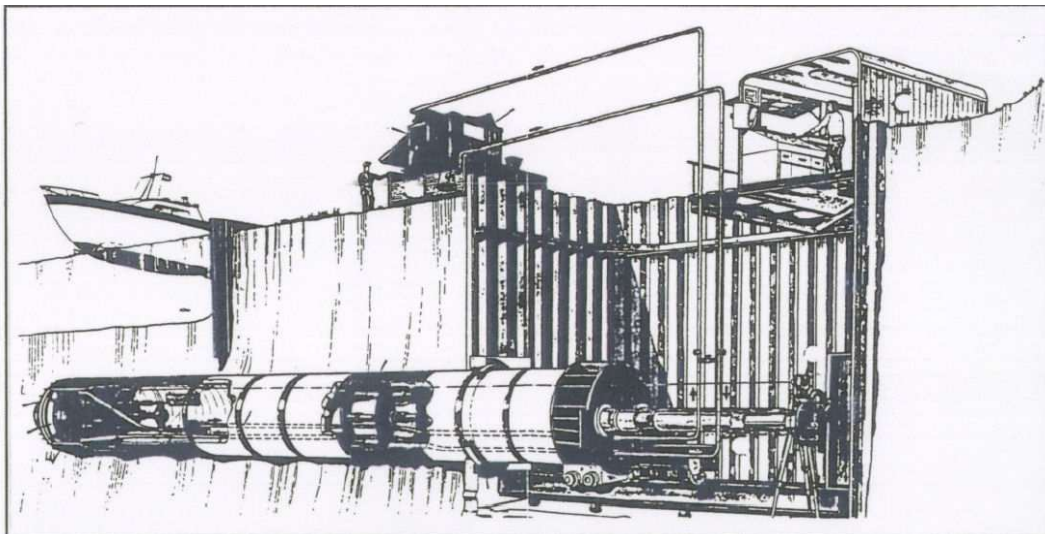


Figura 8.5/A: Schema del sistema di trivellazione con microtunnel



Figura 8.5/B: Scudo con bilanciamento pressione meccanica del terreno (microtunneller)

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 64 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Varo delle condotte

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

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

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

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La condotta sarà protetta con:

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

Collaudo idraulico delle condotte

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

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

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 65 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Posa dei cavi

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

Ripristini

Al termine delle operazioni di intasamento interno del tunnel e del collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al ritombamento dei pozzi e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino per la restituzione delle aree alle normali attività agricole.

8.6 Geometria delle condotte ed interventi di ripristino

Dislocazione planimetrica della condotta

In ragione delle condizioni individuate in sito, nella percorrenza del torrente Quiliano, si è deciso di posizionare il tracciato del metanodotto nella parte **di sinistra** dell'alveo del corso d'acqua, in posizione tale da non interferire durante le operazioni di scavo con le due condotte Sarprom già presenti in alveo (localizzate nel lato in destra idrografica) e da non indurre cedimenti e/o sollecitazioni ai muraglioni presenti.

Nella percorrenza del torrente Quazzola, poiché il tratto fluviale non è rettilineo, il tracciato del metanodotto avrà un posizionamento più centrale all'interno dell'alveo in modo da minimizzare la lunghezza della percorrenza stessa.

Opere di presidio idraulico

Relativamente a tutti i tratti di sviluppo delle percorrenze d'alveo si è optato di non realizzare opere di presidio idraulico "fuori terra". Ciò con lo scopo di evitare di introdurre dei manufatti che in qualche modo potessero interferire con il regime idraulico naturale del corso d'acqua. Pertanto, le condizioni di sicurezza della condotta vengono affidate ai valori di copertura in subalveo, di cui al punto seguente.

L'unica opera prevista in progetto nell'ambito in questione è rappresentata da una scogliera in massi naturali con sviluppo lineare di circa 30 m da realizzare in prossimità del punto terminale della percorrenza d'alveo, sul terrazzo alluvionale in destra idrografica, area classificata a bassa pericolosità da alluvione (P1) nel PGRA.

Detta opera è finalizzata sia alla protezione della nuova condotta, in un tratto a repentino cambio di pendenza, sia del piede del versante collinare ed assume la funzione di presidio idraulico della sponda stessa.

Nella figura seguente è riportata la posizione planimetrica della scogliera prevista in progetto, individuata nell'elaborato cartografico PG-PAI-D-11420. Per le caratteristiche tipologiche e dimensionali dell'opera, si rimanda invece alla visione dell'elaborato grafico standard di progetto STD-D-11850.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 66 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

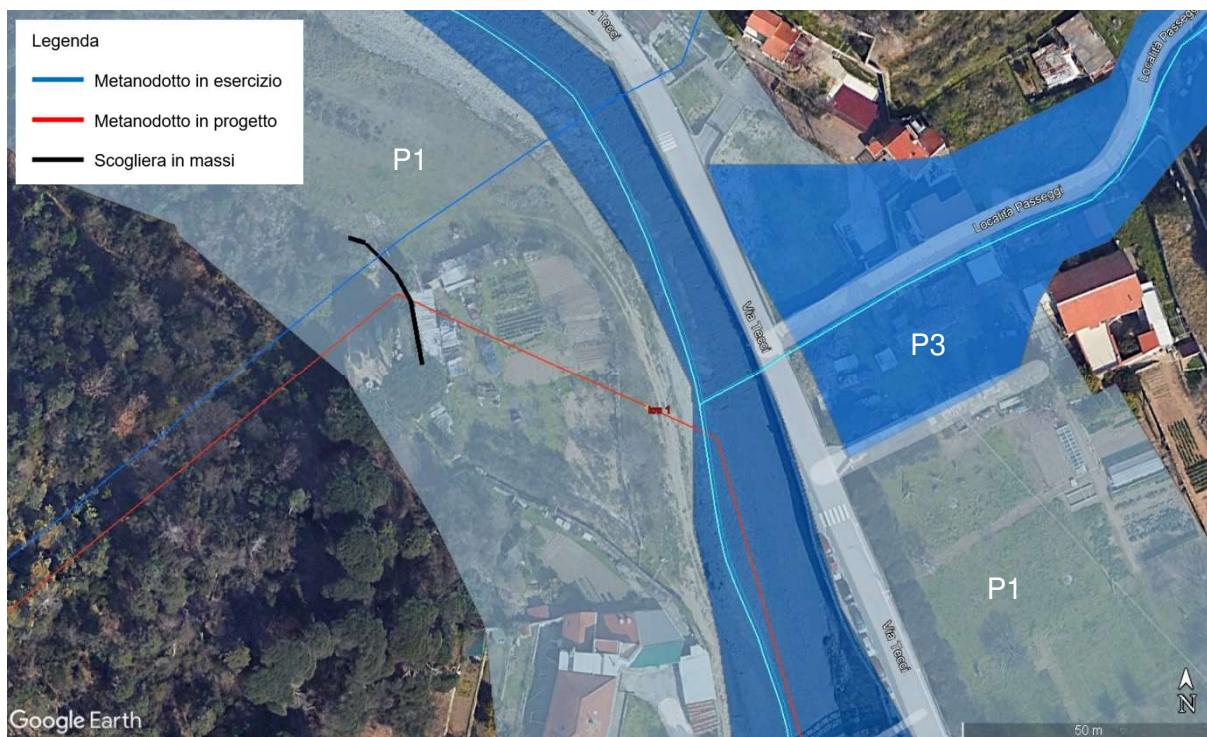


Figura 8.6 – Immagine aerea con indicazione dell'ubicazione della scogliera in massi

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa delle condotte in progetto in corrispondenza degli attraversamenti e/o delle percorrenze in subalveo in esame, in considerazione dei risultati delle valutazioni precedentemente riportati (par. 7.4) e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare le nuove condotte con una copertura minima in alveo di 4 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 (2,5 m), un ricoprimento minimo di sicurezza sulle condotte di almeno 1,5 m.

Detta scelta progettuale mira a garantire la sicurezza delle condotte 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.) né tantomeno compromettere gli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico previsti nel Piano di Bacino (Rif. [2]).

Infine, è importante osservare che, nel tratto del Quiliano interessato dalla percorrenza, sono presenti una decina di opere trasversali al corso d'acqua, quali briglie e controbriglie, che hanno la funzione di correggere o fissare le quote del fondo alveo, fino al raggiungimento del profilo di compensazione, per evitare fenomeni di erosione di fondo. Pertanto, previe ulteriori verifiche, è plausibile pensare a una riduzione della copertura minima fino a 2,5-3,0 m.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 67 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Interventi di ripristino

Gli unici interventi in progetto sono quelli relativi al ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente. Tutto il materiale proveniente dagli scavi (tout venant) verrà riutilizzato per il rinterro della trincea. Eventuali piccoli esuberanti di materiali (dovuti all'ingombro della condotta in subalveo) dovranno essere comunque ricollocati per la riprofilatura d'alveo, possibilmente colmando le eventuali depressioni localizzate individuate nell'ambito fluviale.

8.7 Impianti e punti di linea

Per quanto attiene le nuove linee, il progetto prevede, oltre agli accessori funzionali quali armadietti per apparecchiature di controllo e per la protezione catodica, cavi di telecontrollo e telecomando, sfianti delle opere di protezione e cartelli segnalatori, la realizzazione dei seguenti punti di linea:

Punti di intercettazione

In accordo alla normativa vigente (DM 17.04.08), la condotta sarà sezionabile in tronchi mediante apparecchiature di intercettazione (valvole) denominate:

- Punto di intercettazione di linea (PIL), che ha la funzione di sezionare la condotta interrompendo il flusso del gas;
- Punto di intercettazione di derivazione importante (PIDI) che, oltre a sezionare la condotta, ha la funzione di consentire sia l'interconnessione con altre condotte, sia l'alimentazione di condotte derivate dalla linea principale;

I punti di intercettazione sono costituiti da tubazioni interrato, ad esclusione della tubazione di scarico del gas in atmosfera (attivata, eccezionalmente, per operazioni di manutenzione straordinaria e durante le operazioni di allacciamento delle condotte derivate) e della relativa struttura di sostegno. Gli impianti comprendono, inoltre, valvole di intercettazione interrato e apparecchiature per la protezione elettrica della condotta.

Le valvole di intercettazione di linea saranno motorizzate per mezzo di attuatori fuori terra e manovrabili a distanza mediante cavo telecomando, interrato a fianco della condotta, e/o tramite ponti radio con possibilità di comando a distanza (telecontrollo) per un rapido intervento di chiusura. Le valvole di intercettazione saranno telecontrollate dalla Centrale Operativa Snam Rete Gas di San Donato Milanese.

La collocazione di tutti gli impianti è prevista, per quanto possibile, in vicinanza di strade esistenti dalle quali verrà derivato un breve accesso carrabile. Ove non è possibile soddisfare questo criterio, si cerca, per quanto possibile, di utilizzare l'esistente rete di viabilità minore, realizzando, ove necessario, opere di adeguamento di tali infrastrutture, consistenti principalmente nella ripulitura e miglioramento del sedime carrabile, attraverso il ricarico con materiale inerte, e nella sistemazione delle canalette di regimazione delle acque meteoriche.

Nello specifico, il progetto, per l'ambito territoriale afferente al Distretto dell'Appennino Settentrionale, prevede la realizzazione dei seguenti impianti e punti di linea.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 68 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26"), DP 100 bar

Punto di Intercettazione di Linea PIL n. 1

Si tratta di un impianto (PIL) telecomandato ubicato in località "Via Tecnomaso" a monte (rispetto alla costa) dell'attraversamento della ferrovia, in comune di Vado Ligure.

Impianto di Intercettazione di Linea PIL n. 2

Si tratta di un impianto (PIL) telecomandato ubicato in località "Via Fiume" a valle (rispetto alla costa) dell'attraversamento della ferrovia, in comune di Quiliano.

Impianto PDE di Quiliano

Si tratta di un impianto ex-novo, ubicato nel comune di Quiliano in località Casina, dove è prevista sia la trappola di arrivo del nuovo metanodotto "Allacciamento FRSU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar", sia la trappola di partenza del nuovo metanodotto "Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar"; all'interno di tale area sono previste le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar.

Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar

Impianto di intercettazione di derivazione importante PID1 n. 1

Si tratta di un impianto di interconnessione con il met. "Cairo Montenotte-Savona DN 300 (12") e regolazione della pressione da 75 bar a 64 bar, telecomandato ubicato in località "Carbonea"; in comune di Quiliano.

Gli altri impianti e punti di linea in progetto, ricadenti nell'ambito territoriale del Distretto del fiume Po, sono stati trattati in altro elaborato, doc. REL-PAI-E-11007.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 69 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

9 VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

9.1 Generalità

Il territorio interessato dai tracciati dello studio in oggetto ricade nei comuni di Vado Ligure e Quiliano, in provincia di Savona.

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.

Per la progettazione dell'opera si è fatto riferimento al 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.

Per le analisi di compatibilità si è fatto riferimento agli strumenti di pianificazione territoriale di settore trattati al precedente capitolo 3.

9.2 Interferenze con aree a pericolosità idraulica

Negli ambiti di attraversamento e/o percorrenza in esame s'individuano delle interferenze sia con le perimetrazioni del PAI, che con quelle del PGRA (**le quali, come estensione, ricalcano quelle del PAI**).

Nelle figure seguenti è riportato uno stralcio planimetrico dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto con l'alveo del corso d'acqua e con le aree inondabili censite dal PAI e dal PGRA (riportate mediante campiture semi-trasparenti con varie tonalità).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 70 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar

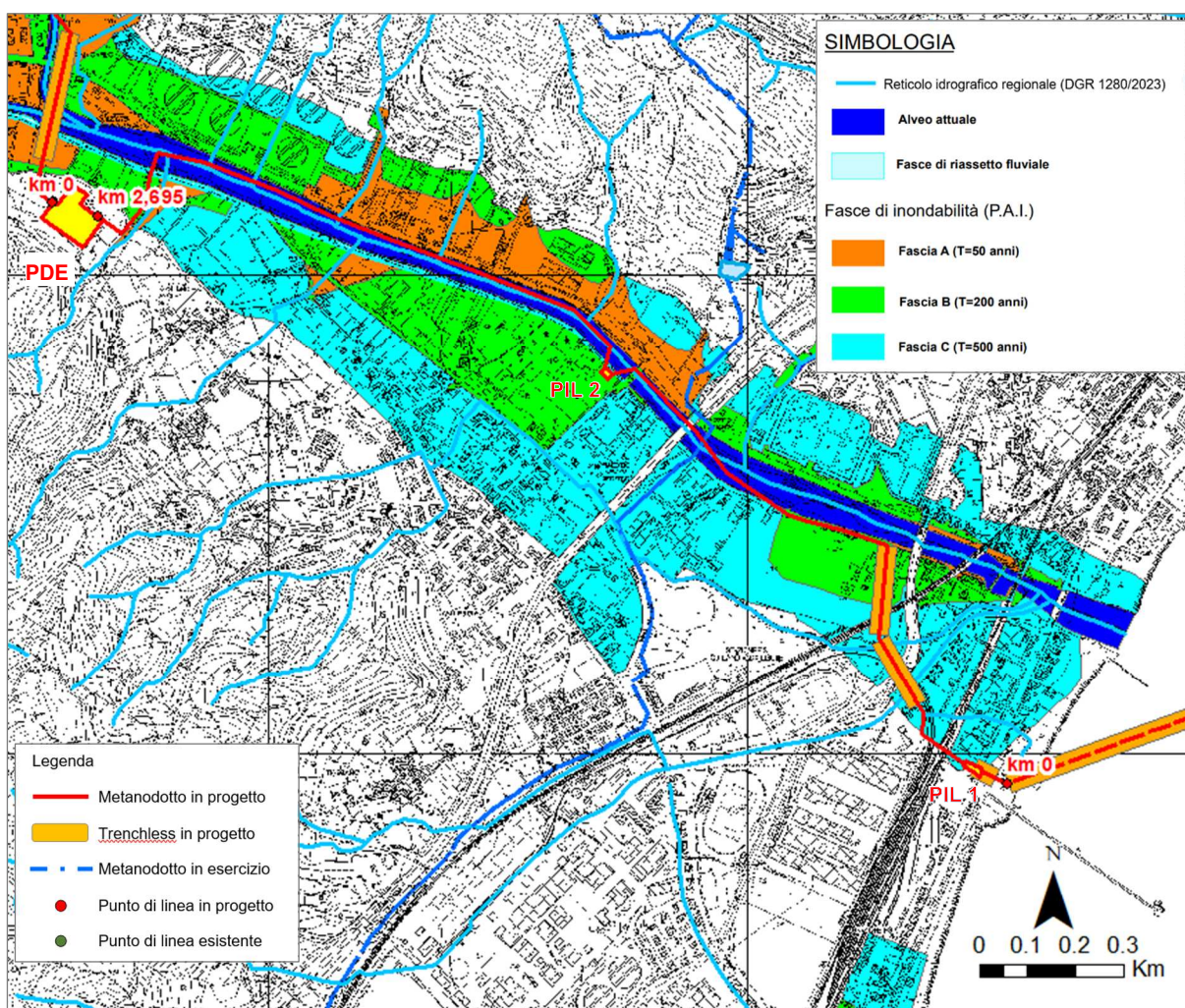


Fig.9.2/A: Fasce di inondabilità del PAI interferite dal metanodotto DN 650 (26")

Come si può vedere nella figura precedente, il tracciato in progetto si sviluppa quasi interamente in percorrenza nell'area dell'alveo attuale del corso d'acqua e in misura minore in altre aree inondabili censite dal PAI.

Giunto a terra con metodologia trenchless, il tracciato del metanodotto attraversa aree inondabili con tempo di ritorno di 500 anni (fascia C – Pericolosità idraulica bassa) e aree inondabili con tempo di ritorno di 200 anni (fascia B – Pericolosità idraulica media), sia con metodologie trenchless sia con scavi a cielo aperto, prima di entrare nell'alveo attuale del Quiliano da dove prosegue in percorrenza, solo con scavi a cielo aperto, fino al PIL2 (km 1,350) e infine al PDE (km 2,695), con dei brevi tratti di collegamento a detti impianti che attraversano sia la fascia di riassetto fluviale sia la fascia B a pericolosità idraulica media.

Relativamente al reticolo idrografico regionale adottato con D.G.R. n. 1280 del 14/12/2023 (ex D.G.R. 507/2019), si registrano le interferenze con il rio Lusso (km 0,265), il rio Fontanazza (km 0,310) e il rio Villeggia (km 0,410), in un tratto intubato dei corsi d'acqua.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 71 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

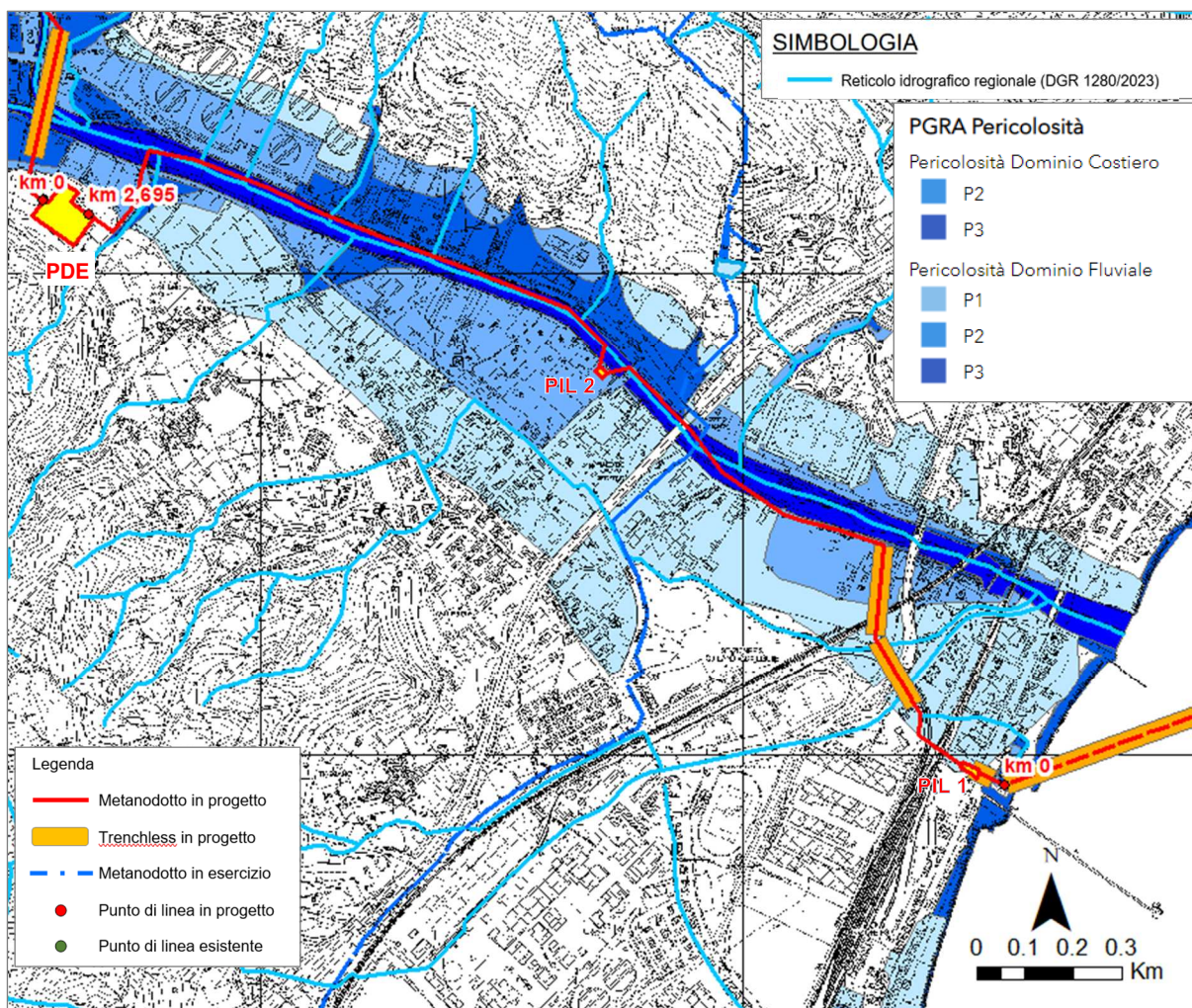


Fig.9.2/B: Fasce di inondabilità del PGRA interferite dal metanodotto DN 650 (26'')

Relativamente alle aree inondabili censite dal PGRA, per quanto concerne il dominio costiero, si può riscontrare un'interferenza con aree a pericolosità idraulica P3 (elevata) e P2 (media) subito dopo il tratto di approdo a terra, realizzato con microtunnel.

Proseguendo verso l'interno, il tracciato del metanodotto attraversa marginalmente aree a pericolosità P1 (bassa) in cui è ubicato anche il PIL 1 (km 0,070), sia con metodologie trenchless sia con scavi a cielo aperto, per poi entrare nell'alveo del Quiliano, a pericolosità P3, da dove prosegue in percorrenza, con scavi a cielo aperto, fino al PIL2 (km 1,350) e infine al PDE (km 2,695), con dei brevi tratti di collegamento a detti impianti che attraversano aree a pericolosità idraulica P2 (media).

Relativamente al reticolo idrografico regionale adottato con D.G.R. n. 1280 del 14/12/2023 (ex D.G.R. 507/2019), si registrano le interferenze con il rio Lusso (km 0,265), il rio Fontanazza (km 0,310) e il rio Villeggia (km 0,410), in un tratto intubato dei corsi d'acqua.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 72 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti **DN 750 (30")** DP 75 bar

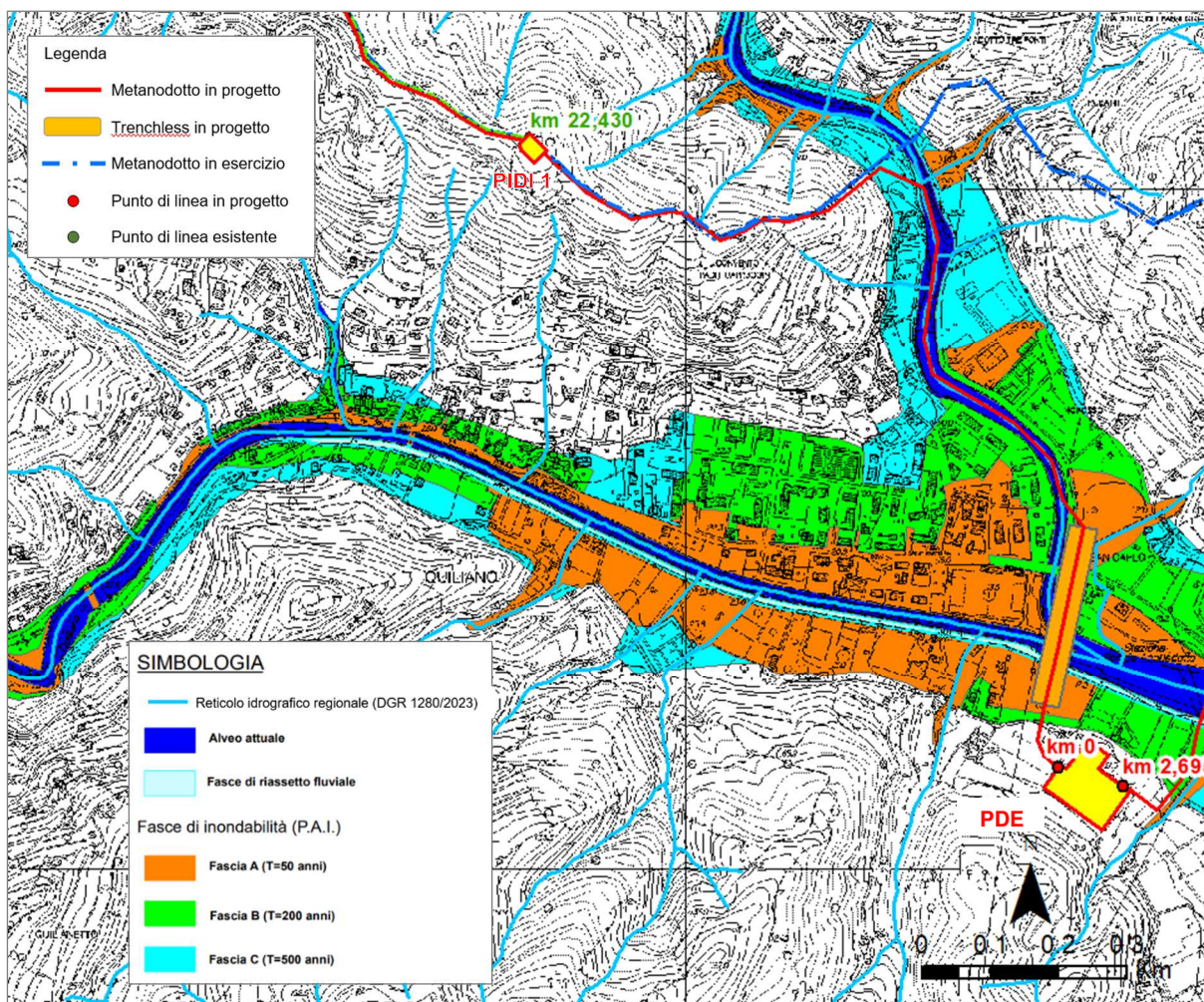


Fig.9.2/C: Fasce di inondabilità del PAI interferite dal metanodotto DN 750 (30")

Come si può vedere nella figura precedente, relativa all'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, **nella parte iniziale il tracciato in progetto attraversa, con scavi a cielo aperto, aree inondabili con tempo di ritorno di 200 anni (fascia B – Pericolosità idraulica media) e aree inondabili con tempo di ritorno di 50 anni (fascia A – Pericolosità idraulica molto elevata).**

Proseguendo il suo percorso verso nord, attraversa con la metodologia del microtunnel la zona di confluenza del torrente Quazzola con il Quiliano e le diverse fasce inondabili ivi presenti (in sequenza: A, fascia di riassetto fluviale, alveo attuale, B, A).

A circa 230 m dalla confluenza, il tracciato entra in alveo del Quazzola e lo risale in percorrenza con scavi a cielo aperto per circa 570 m. Infine, uscito dall'alveo, interferisce con aree inondabili con tempo di ritorno di 500 anni (fascia C – Pericolosità idraulica bassa), sempre con scavi a cielo aperto, per poi proseguire il suo percorso verso l'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 73 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

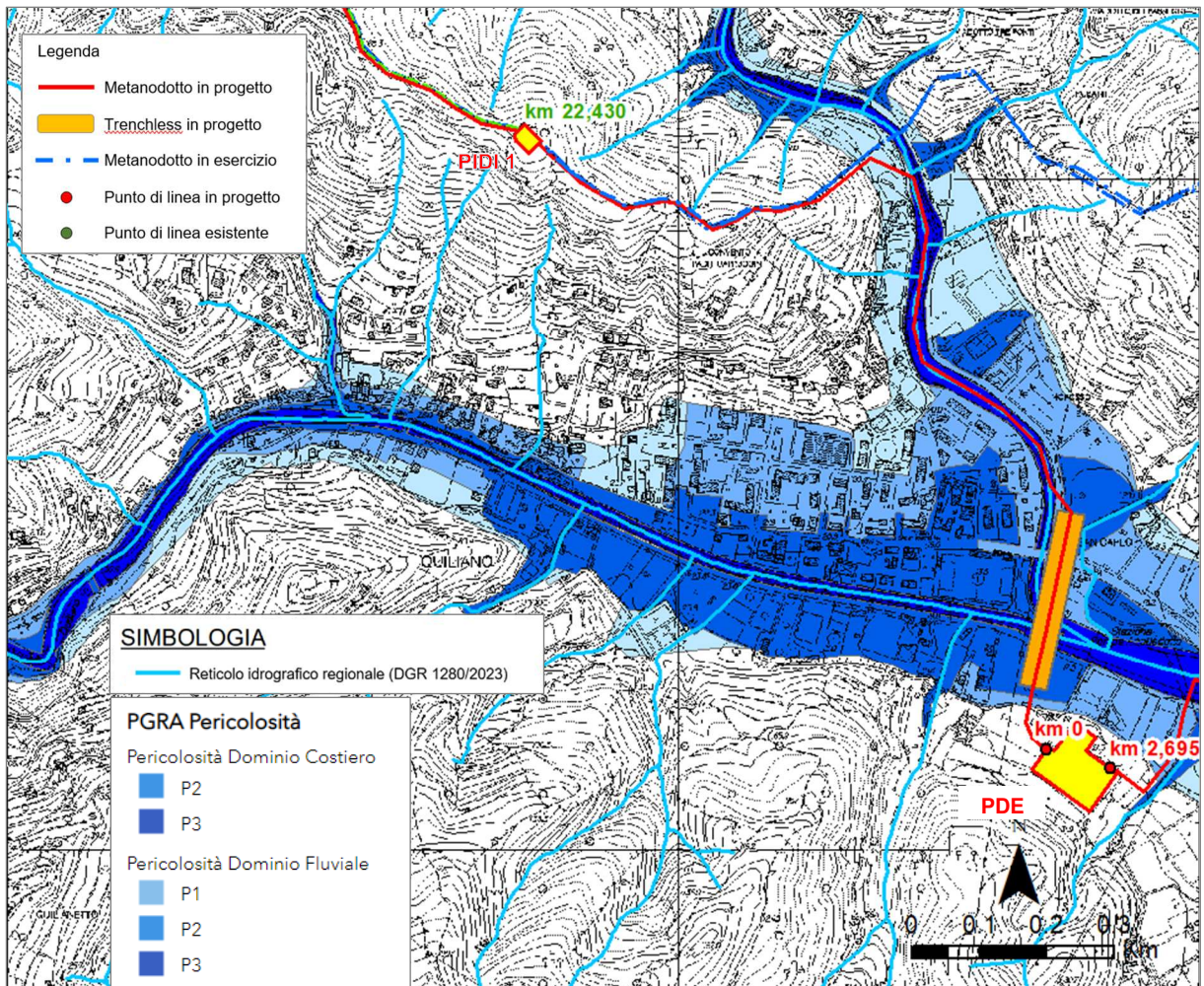


Fig.9.2/D: Fasce di inondabilità del PGRA interferite dal metanodotto DN 750 (30'')

Relativamente alle aree inondabili censite dal PGRA, **nella parte iniziale il tracciato in progetto attraversa, con scavi a cielo aperto, fasce inondabili a pericolosità P2 (media) e P3 (alta).**

Proseguendo il suo percorso verso nord, attraversa con la metodologia del microtunnel la zona di confluenza del torrente Quazzola con il Quiliano e le relative fasce inondabili **(in sequenza: P3, P2, P3).**

A circa **230 m** dalla confluenza, il tracciato entra in alveo del Quazzola e lo risale in percorrenza con la metodologia degli scavi a cielo aperto per circa **570 m**. Infine, uscito dall'alveo, il tracciato interferisce con aree a pericolosità P1 (bassa), sempre con scavi a cielo aperto, per poi proseguire il suo percorso verso l'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 74 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

9.3 Compatibilità idraulica degli attraversamenti e percorrenze in subalveo

9.3.1 Considerazioni di carattere generale

I metanodotti in progetto rappresentano 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.

Le interferenze specifiche con le aree censite a pericolosità idraulica dei corsi d'acqua sono state determinate da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice dei tracciati dei metanodotti, per le quali sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare, si pone in evidenza che (in ogni caso) non è risultato possibile evitare completamente l'interessamento delle aree a pericolosità idraulica di pertinenza dei corsi d'acqua. Ciò in considerazione della morfologia e dell'alto grado di urbanizzazione della zona costiera, e pertanto nell'ambito del proprio sviluppo l'infrastruttura in progetto deve necessariamente interferire con i vari corsi d'acqua che si sviluppano nel territorio costiero.

In ogni caso, si evidenzia che i metanodotti in progetto risultano nel complesso 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 e/o percorrenza.

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

9.3.2 Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di interferenza

Entrando in maggior dettaglio in merito agli aspetti connessi alle specifiche interferenze idrauliche in corrispondenza dell'alveo dei corsi d'acqua, dove la posa della condotta è prevista mediante "scavi a cielo aperto" e/o "microtunnel", si evidenzia quanto segue:

- Ogni attraversamento e/o 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;
- La configurazione morfologica d'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente;

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 75 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

- La configurazione geometrica della linea in ogni 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.).

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

1. Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena

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

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

Le condotte in progetto, essendo completamente interrate, non creano 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 sottraggono capacità d'invaso.

3. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo

Le opere in progetto non inducono alcuna modifica all'assetto morfologico degli alvei incisi, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo queste localizzate in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione delle 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 dei corsi 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 le opere del tutto interrate, 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 NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 76 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

9.4 Compatibilità idraulica dei punti di linea interferenti

Dal confronto fra i dati di progetto e dei PAI/PGRA, le uniche opere fuori terra che rientrano all'interno delle aree a pericolosità idraulica, sono quelle relative ai punti di linea PIL n.1 e **PIL n.2**.

Nello specifico:

- il punto PIL n.1 (Vado Ligure) ricade nella fascia a pericolosità da alluvione bassa (P1);
- il punto **PIL n.2** (Quiliano) ricade nella fascia a pericolosità da alluvione media (P2).

Dall'esame dei risultati delle simulazioni idrauliche riportate nel presente studio, si rileva che, per la portata di progetto (portata duecentennale), i punti di linea in questione non verranno investiti direttamente dall'onda di piena trovandosi a una quota maggiore rispetto a quella del pelo libero massimo (WS TR200).

Tutti gli interventi sono localizzati al di fuori dagli alvei attivi, a distanza di sicurezza da essi, in zone poco antropizzate. Inoltre, i punti di linea saranno recintati esclusivamente con pannelli in grigliato di ferro zincato alti 2,30 m dal piano impianto e fissati su cordolo di calcestruzzo armato dell'altezza dal piano campagna di appena 60 cm. Considerate le dimensioni geometriche degli impianti, la tipologia strutturale e localizzazione, si può affermare che essi non costituiranno un ostacolo al deflusso delle piene, neanche in caso di eventuali piene eccezionali (TR>200 anni), né determineranno una diminuzione della capacità d'invaso delle aree inondabili.

Relativamente alla posizione del PDE, l'impianto ricade al di fuori delle aree censite a pericolosità idraulica dal PAI-PGRA e non interferisce né con il reticolo idrografico regionale né con le sue aree di pertinenza (art. 4 R.R. 3/2011 - Fasce di tutela).

Nelle figure seguenti sono riportate le caratteristiche significative dei punti interferenti con le aree a pericolosità idraulica del PGRA.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 77 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006



Figura 9.4/A – Ubicazione del punto di linea PIL n.1, Vado Ligure (SV)

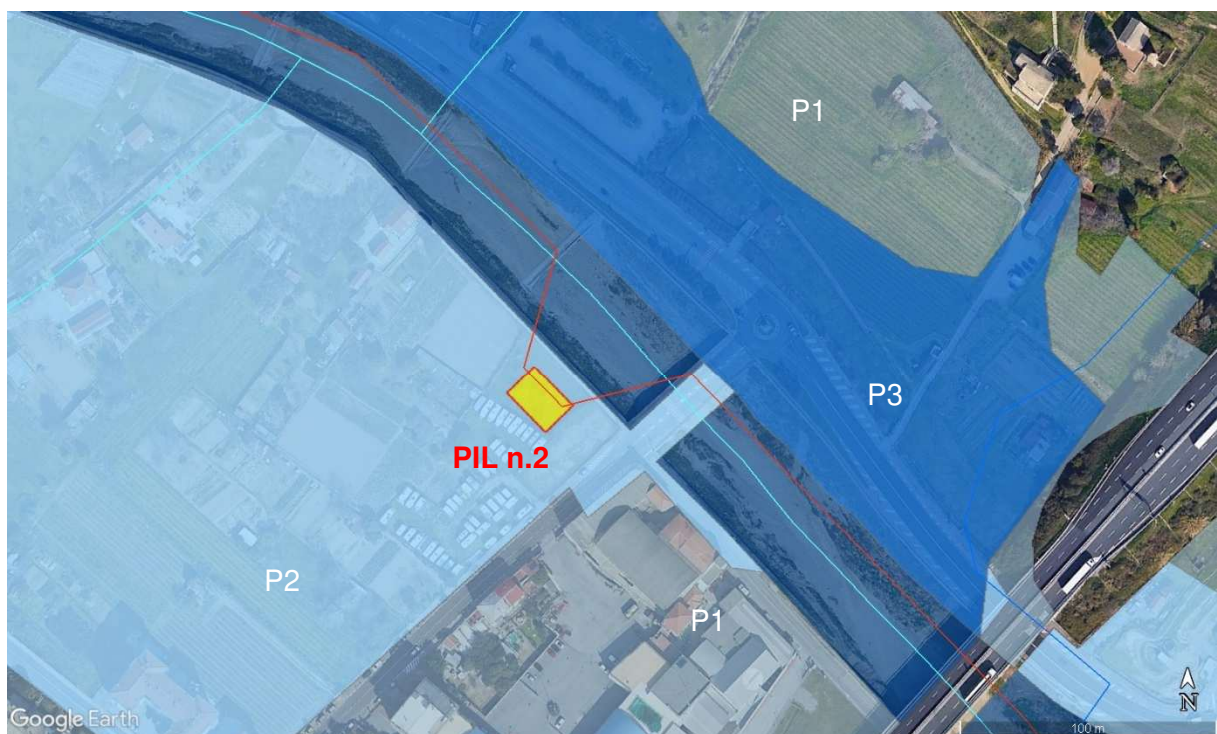


Figura 9.4/B – Ubicazione del punto di linea PIL n.2, Quiliano (SV)

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 78 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

10 INVARIANZA IDRAULICA DEI PUNTI DI LINEA IN PROGETTO

Scopo del presente paragrafo è la verifica della invarianza idraulica dei punti di linea in progetto per l'ambito territoriale afferente al Distretto dell'Appennino Settentrionale.

In particolare, le opere in progetto prevedono trasformazioni del suolo che prefigurano una variazione di permeabilità superficiale in corrispondenza dei punti di linea e delle strade di accesso.

“Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento delle velocità di corrivazione deve prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti, e tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere i colmi di piena prima e dopo la trasformazione inalterati, si parla di “invarianza idraulica” delle trasformazioni di uso del suolo” (Pistocchi, 2001).

Di fatto, l'entità delle piene che caratterizzano i corpi idrici recettori è regolata da due processi distinti, i quali si sviluppano a seguito di eventi meteorici che interessano un determinato bacino idrografico:

- a) infiltrazione e immagazzinamento delle piogge nel suolo;
- b) laminazione superficiale.

Il primo processo, descritto in via speditiva mediante l'impiego di un “coefficiente di deflusso” (ϕ), controlla i volumi d'acqua restituiti, ed è determinato in base al rapporto tra il volume defluito dal bacino in un dato intervallo di tempo e il relativo afflusso costituito dalla precipitazione totale.

Il secondo processo, invece, è influenzato dalle caratteristiche del reticolo drenante e dalla morfologia delle aree interessate, e agisce trattenendo i volumi che scorrono in superficie, facendoli transitare attraverso i volumi disponibili e determinandone una restituzione rallentata.

Pertanto, il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici prevede la compensazione delle riduzioni sul meccanismo “a” attraverso il potenziamento del meccanismo “b”.

Nei casi in esame, al fine di verificare che le operazioni di trasformazione del territorio, dovute alla realizzazione degli impianti, non provochino un aggravio della portata di piena dei corpi idrici che ricevono i deflussi superficiali originati dagli stessi siti in trasformazione, si è verificata l'invarianza idraulica di tali aree, prevedendo, inoltre, opportuni sistemi di mitigazione meglio descritti nei paragrafi successivi.

Di seguito si riporta l'elenco completo di tutti i punti di linea in progetto sui nuovi metanodotti e, per ciascuno di essi, si forniscono le superfici dell'impianto e della relativa strada di accesso ad esso, da realizzare, ove non già esistente, in ghiaietto stabilizzato (Tabella 10/A).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 79 di 98
				Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 10/A: Punti di linea in progetto

Progr. (km)	Comune	Località	Impianto	Sup. Punto di linea (m ²)	Sup. Strada accesso (m ²)	Sup. tot. Trasf. (m ²)	Sup. Imp. Punto di linea (m ²)	Sup. Imp. tetti, cordoli, platee (m ²)	Sup. Imp. Strada accesso (m ²)	Sup tot Imp. (m ²)
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar										
0,070	Vado Ligure	Via Tecnomaso	PIL 1	550	-	550	275	205	-	480
1,350	Quiliano	Via Fiume	PIL 2	257	30	287	129	19	30	178
2,695	Quiliano	Casina	Impianto PDE	8013	-	8013	4007	325	-	4332
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar										
1,645	Quiliano	Carbonea	PIDI 1 con Interconnessione DN 300	864	700	1564	432	75	490	998

Per quanto riguarda l'ubicazione di dettaglio dei siti di esecuzione, le caratteristiche dimensionali delle diverse aree individuate, nonché per la rappresentazione grafica degli interventi in progetto, si fa riferimento ai seguenti elaborati:

Tabella 10/B: Elaborati progettuali di riferimento

Impianto	Elaborato di progetto
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar	
PIL 1	MI-I-D-11501
PIL 2	MI-I-D-11502
Impianto PDE	MI-I-D-11500
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 750 (30"), DP 75 bar	
PIDI 1 con Interconnessione DN 300	MI-I-D-11504

A tali elaborati si rimanda per quanto non espressamente descritto nella presente relazione e per ogni correlato approfondimento.

10.1 Quadro di riferimento normativo regionale

Le normative di riferimento per l'espletamento dell'analisi illustrata nel presente paragrafo sono le seguenti:

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino Quiliano, provincia di Savona, e disciplina di piano, in particolare art. 5bis - *Indirizzi tecnici vincolanti volti a mitigare gli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli*, e art.15bis - *Derogabilità alla disciplina delle fasce di inondabilità per opere pubbliche* (cfr. Par. 3.3).

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 80 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) - Distretto idrografico Appennino Settentrionale e disciplina di piano, in particolare gli articoli al CAPO II SEZIONE I – *Pericolosità da alluvione – Norme e indirizzi a scala di distretto* (cfr. Par. 3.3)

La norma principale su cui è impostata tutta la disciplina del P.G.R.A. è che, sia nelle aree a pericolosità elevata che media, qualsiasi intervento edificatorio deve eventualmente essere realizzato in maniera tale da non provocare dei rischi per i beni esistenti e in condizioni tali da poter gestire il rischio a cui è soggetto. Nelle norme si parla di “gestione” del rischio e non di “annullamento”: eventuali nuove realizzazioni non devono portare rischio agli altri e devono gestire il proprio.

- Regolamento Regionale n.4 del 10 luglio 2009 "*Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne*" (emanato ai sensi della L.R. 39/08) che definisce e regola la gestione delle acque di prima pioggia.

I metanodotti in progetto rappresentano un’infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas, che risulta tra le tipologie d’intervento per le quali, ai sensi le Norme di Piano (PAI e PGRA) nonché della L.R. n. 3/2011, è consentito l’interferenza con le aree a pericolosità per alluvioni (frequenti o poco frequenti), a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio.

In definitiva, le suddette Norme di settore, oltre a prevedere che le opere in progetto siano realizzate in sicurezza idraulica in modo da non subire danneggiamenti da eventuali esondazioni, prevedono anche che la loro realizzazione non vada ad aggravare la pericolosità idraulica al contorno.

Questi aspetti sono stati analizzati nel precedente capitolo, cui si rimanda per maggiori dettagli. In definitiva è emerso che, per tutti i punti di linea, compresi quelli ricadenti in aree censite a pericolosità idraulica nel PGRA, gli interventi in programma, per le modalità esecutive previste, non creeranno 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 sottrarranno capacità d’invaso. Inoltre, non comporteranno alcun aggravio delle condizioni di rischio nelle aree degli interventi né tantomeno in altre aree.

Per il calcolo dei volumi di compenso necessari alla laminazione delle portate meteoriche, in mancanza di indicazioni specifiche, si è fatto riferimento all’approccio indicato al §7.1 del “Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dell’Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli”, così come delineato dalla Regione Marche con le seguenti disposizioni:

- Delibera di Giunta Regionale 27 gennaio 2014, n. 53 - “Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l’invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali” - approvata ai sensi dell’art.10, comma 4, della Legge Regionale 23 novembre 2011, n. 22 e successivamente modificata con Delibera di Giunta Regionale 20 giugno 2017, n. 671.
- Linee Guida (Titolo I - Paragrafo 1.4) “B” - Sviluppo della Verifica per l’Invarianza Idraulica - linee guida esplicative dei criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative definite dalla Delibera di Giunta Regionale 27 gennaio 2014, n. 53.

Infine, a titolo di confronto, si è fatto anche riferimento all’approccio indicato dall’ art 14), comma 3 delle Norme Generali del Piano Urbanistico Comunale (PUC) della città di Genova, il quale dispone che: *“nella realizzazione di tutti i tipi di intervento edilizio si deve minimizzare*

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 81 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

l'impermeabilizzazione attraverso l'uso più esteso possibile di materiali che permettano la percolazione e la ritenzione temporanea delle acque nel terreno".

Per tutti gli ambiti urbanistici e per i distretti, gli interventi edilizi di sostituzione edilizia o di nuova costruzione (fatte salve specifiche prescrizioni), devono garantire il miglioramento dell'efficienza idraulica attraverso la messa in atto di misure di mitigazione tali da non aumentare, nell'areale di influenza considerato, l'entità delle acque di deflusso superficiale e sotterraneo rispetto alle condizioni precedenti all'intervento stesso e pertanto gli interventi vengono subordinati all'esecuzione di specifici accorgimenti tecnici e modalità costruttive che favoriscano, in via preferenziale, l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno e qualora necessario prevedano l'immagazzinamento temporaneo delle acque e il lento rilascio dei deflussi nei corpi ricettori.

L'efficienza idraulica delle aree viene valutata attraverso il calcolo del Rapporto di permeabilità, per il quale vengono fornite le definizioni tecniche necessarie al corretto calcolo di detto rapporto.

Per l'approfondimento sulle definizioni tecniche e sulla procedura di calcolo si rimanda alla consultazione del "*Manuale per la verifica della permeabilità dei suoli e il dimensionamento dei sistemi di laminazione delle acque meteoriche*" ([Verifica della permeabilità dei suoli | Comune di Genova.](#)).

10.2 Principi generali

In ottemperanza a quanto previsto dalla Delibera di Giunta Regionale delle Marche del 27 gennaio 2014, n. 53, il calcolo dell'invarianza idraulica a seguito di una trasformazione territoriale passa attraverso i seguenti punti:

- definizione dell'area di progetto interessata dalla trasformazione, con particolare riferimento allo stato ante-operam e post-operam e relativa individuazione delle superfici permeabili e impermeabili;
- definizione della classe di intervento in accordo alla classificazione proposta nella Tabella 1 della D.G.R. 53/2014;
- scelta del criterio di verifica in base al livello di impermeabilizzazione previsto dall'intervento e definito dalla sopracitata Tabella 1;
- definizione di un adeguato intervento di mitigazione atto a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 82 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Figura 10.2: Tabella 1 – classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell’invarianza idraulica secondo la D.G.R. 53/2014

Dalla consultazione della Tabella 10/A si vede che:

- per i punti di linea PIL 1 e **PIL n.2**, avendo una superficie territoriale interessata dalla trasformazione minore di 0.1 ha (1000 mq), gli interventi rientrano nella classe definita “trascurabile impermeabilizzazione potenziale” (Figura 10.2).
- per l’impianto **PDE di Quiliano e il punto PIDI 1 con Interconnessione DN 300**, poiché la superficie territoriale interessata dalla trasformazione supera 0.1 ha (1000 mq), gli interventi rientrano nella classe definita “modesta impermeabilizzazione potenziale” (Figura 10.2).

10.3 Criteri di verifica del volume minimo di invaso

La delibera DGR n. 53/2014 stabilisce per le due classi di intervento di interesse i seguenti criteri di verifica dei volumi minimi di invaso:

- nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente che i volumi disponibili per la laminazione soddisfino i requisiti dimensionali della formula (1) ad esclusione degli interventi comportanti la realizzazione di impermeabilizzazione per una superficie pari o inferiore a 100 mq;
- nel caso di modesta impermeabilizzazione potenziale, oltre al soddisfacimento dei requisiti della formula (1) è opportuno che le luci di scarico nel corpo ricettore non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell’invaso non eccedano il metro.

Pertanto, per i casi a) e b) sopra riportati, si è proceduto a verificare che i volumi disponibili per la laminazione soddisfino i requisiti dimensionali della formula 1 della D.G.R. 53/2014.

In alternativa all'utilizzo della formula (1) può essere adottato il dimensionamento per una capacità di invaso pari ad almeno 350 m³ per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 83 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Il valore determinato dal dimensionamento dell'invarianza idraulica rappresenta un elemento prestazionale da conseguire attraverso la realizzazione di interventi derivanti da un'opportuna combinazione di una o più soluzioni tipologiche.

Nei casi rientranti nella classe di modesta impermeabilizzazione, data la natura del dispositivo idraulico scelto per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica dell'area d'impianto (trincea filtrante realizzata con un riempimento in ghiaia), non si ha la possibilità di definire un tirante idrico, come previsto dalla D.G.R. 53/2014. Pertanto, più correttamente, si è scelto di definire una quota massima di accumulo in trincea, considerando un volume dei vuoti della ghiaia pari al 30%. Si fa notare che la quota di accumulo così definita non tiene conto della permeabilità dei terreni circostanti. Pertanto, nel caso di concreta applicazione, il livello di acqua accumulato sarà inferiore a quello "teorico" calcolato nella presente relazione. La geometria della trincea sarà dimensionata in modo tale da garantire che l'accumulo sia completamente contenuto all'interno della stessa, evitando così ogni possibile dilavamento sul piano di campagna. Le capacità di infiltrazione sulle superfici laterali e sul fondo della trincea assicureranno la restituzione profonda delle acque nel terreno. Inoltre, lungo i lati della strada di accesso all'impianto, si è deciso di realizzare un bacino di infiltrazione come misura complementare volta a consentire l'infiltrazione nel terreno delle acque che defluiscono dal piano stradale.

Ad eccezione del PIL 1, tutte le aree in cui saranno realizzati i punti di linea elencati nella Tabella 10/A ricadono in aree verdi.

Ogni punto di linea sarà dotato di mascheramento da realizzarsi mediante piantumazione di arbusti. I punti di linea saranno recintati con pannelli in grigliato di ferro zincato alti 2.30 m e fissati, tramite piantana di acciaio, su cordolo di calcestruzzo armato dell'altezza dal piano campagna di circa 60 cm. Sopra la recinzione saranno posti in opera tre ordini di filo spinato, in modo da impedire l'ingresso agli estranei. Le aree interne saranno pavimentate con masselli drenanti posati su strato di allettamento in pietrisco e saranno accessibili mediante cancello in grigliato metallico. Inoltre, per tutti i casi eccetto il PIL 1, è prevista la realizzazione di un tratto di strada di accesso ai punti di linea, da realizzarsi in materiale drenante.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 84 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

10.4 Calcolo dell'invarianza idraulica

Per i punti di linea PIL e PIDI lungo la condotta principale, si è proceduto a verificare che i volumi disponibili per la laminazione soddisfino i requisiti dimensionali della formula 1 della D.G.R. 53/2014.

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale ottenuto attraverso l'applicazione della formula 1 della D.G.R. 53/2014, e così definita:

$$w = w^0 (\phi / \phi^0)^{1/(1-n)} - 15I - w^0 P \quad (1)$$

dove $w^0 = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ è il volume d'invaso "convenzionale" prima della trasformazione, ϕ^0 e ϕ sono i coefficienti di deflusso rispettivamente prima e dopo la trasformazione, I e P rappresentano la frazione dell'area trasformata. Il coefficiente n , posto pari a 0,48, rappresenta l'esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali (rif. CSDU, 1997). Per la stima dei coefficienti di deflusso ϕ^0 e ϕ si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^{(0)} = 0.9 \text{Imp}^{(0)} + 0.2 \text{Per}^{(0)}$$

$$\phi = 0.9 \text{Imp} + 0.2 \text{Per}$$

in cui Imp e Per indicano le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice ⁰) o dopo (se non c'è l'apice ⁰).

Il calcolo del volume d'invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I), comprensiva anche delle aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate;
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P);
- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per), grandezza valutata prima e dopo la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp), grandezza valutata prima e dopo la trasformazione.

Si noti che gli indici Imp e I, Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata del lotto oggetto di intervento.

Gli impianti saranno ubicati in aree verdi o agricole (ad eccezione del PIL 1, che ricade nel piazzale asfaltato della Tirreno Power). Per assicurare il contenimento delle apparecchiature tecniche ed evitare l'accesso di personale non autorizzato, ogni area di impianto sarà delimitata da una recinzione in grigliato metallico installata su un cordolo in c.a., con altezza del cordolo di circa 60 cm dal piano campagna locale. L'accesso all'area sarà garantito, generalmente, mediante la realizzazione di una strada in ghiaia (per accesso carrabile), che si stacca dalla viabilità esistente. Inoltre, su un lato dell'impianto sarà predisposta un'opportuna uscita di emergenza. La pavimentazione sarà realizzata tramite masselli drenanti conformi al

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 85 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Dispositivo tipo D4 (tipo GASD B.09.02.00, punto 2) e posati su uno strato di allettamento in pietrisco. Per i due impianti PIDI, all'interno dell'area recintata sarà realizzato un fabbricato in c.a. con copertura a falde, del tipo "Edificio B5" adibito a ricovero delle apparecchiature elettriche e di controllo, con n.2 pozzetti con grigliato a servizio dell'edificio, e alcuni pozzetti destinati all'area piping (con riempimento in materiale drenante). Tutti i manufatti citati saranno caratterizzati da ridotte dimensioni in pianta e, pertanto, per la loro limitata estensione, implicheranno trasformazioni minime all'originario grado di permeabilità delle aree in cui insistono.

Al fine di verificare il sussistere dei criteri di invarianza idraulica per la trasformazione territoriale in progetto, in Tabella 10.4 si riporta l'estensione del lotto interessato dal singolo intervento, evidenziando sia la porzione di area considerata impermeabile sia quella considerata permeabile nelle rispettive situazioni ante-operam e post-operam.

Tab. 10.4 - Superficie interessata dalla trasformazione: situazione ante-operam e post-operam

Impianto	Sup. fondiaria lotto (Impianto + Strada) (m ²)	Classe di intervento	Ante-Operam		Post-Operam	
			Sup. Imp (m ²)	Sup. Per (m ²)	Sup. Imp (m ²)	Sup. Per (m ²)
PIL 1	550	trascurabile imp.	550	0.00	480	70
PIL 2	287	trascurabile imp.	0.00	287	178	109
Impianto PDE	8013	modesta imp.	1800	6213	4332	3681
PIDI 1 con Interconnessione DN 300	1564	modesta imp.	0.00	1564	997	567

Partendo infatti dalla superficie fondiaria interessata dalla trasformazione, la superficie impermeabile totale è stata calcolata sommando alle superfici impermeabili quali tetti, cordoli, platee in c.a., la superficie occupata dalla strada in ghiaietto stabilizzato, con coefficiente moltiplicativo pari a 0,7 e la superficie dell'impianto sulla quale è previsto l'uso di pavimentazione drenante, con coefficiente moltiplicativo pari a 0,5 (vedere Tabella 10/A). I coefficienti moltiplicativi attribuiti ai diversi tipi di uso del suolo sono stati definiti in accordo alle Linee Guida della D.G.R. 53/2014.

Definite le aree oggetto dell'intervento, si è determinato il volume minimo d'invaso attraverso l'utilizzo della formula 1 della D.G.R. 53/2014.

Di seguito si riportano i risultati del calcolo eseguito mediante l'uso del foglio elettronico messo a disposizione sul sito della Regione Marche (www.regione.marche.it).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 86 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1) AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014			
Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato: $w = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 l - w^0 P$ $\phi^0 = 0.9 Imp^0 + 0.2 Per^0 \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$ <p> $w^0 = 50$ mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione ϕ^0 = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ = coefficiente di deflusso ante trasformazione $n = 0.48$ l e P es presi come frazione dell'area trasformata Imp e Per es presi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione e (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*) VOLUME RI CAVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento </p>			
Oggetto:			
<i>(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)</i>			
ANTE OPERAM Superficie fondiaria-lotto (mq) = 550.00 mq Inserire la superficie totale dell'intervento Superficie impermeabile esistente = 550.00 mq Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Imp^0 = 1.00 Superficie permeabile esistente (mq) = 0.00 mq Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Per^0 = 0.00 $Imp^0 + Per^0$ = 1.00			
POST OPERAM Superficie impermeabile trasformata o di progetto = 480.00 mq Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Imp = 0.87 Superficie permeabile di progetto = 70.00 mq Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Per = 0.13 $Imp + Per$ = 1.00			
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA Superficie trasformata/livellata = 550.00 mq superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola I = 1.00 Superficie agricola inalterata = 0.00 mq superficie inalterata P = 0.00 $I + P$ = 1.00			
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM $\phi^0 = 0.9 \times Imp^0 + 0.2 \times Per^0 = 0.9 \times 1.00 + 0.2 \times 0.00 = 0.90$ $\phi = 0.9 \times Imp + 0.2 \times Per = 0.9 \times 0.87 + 0.2 \times 0.13 = 0.81$ $W = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 l - w^0 P = 50 \times (0.81 / 0.90)^{(1/(1-0.48))} - 15 \times 0.00 - 50 \times 0.00 = 25.92$ mc/ha $W^0 = 50$ mc/ha $(\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} = 1.92$			
VOLUME MINIMO DI INVASO 25.92 : 10,000.00 x 550.00 = 1.43 mc			
Q Portata ammissibile sul corpo riceettore 20 l/s/ha 1.10 l/sec			

Figura 10.4/A: Foglio di calcolo relativo all'intervento del PIL 1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 87 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1) AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014			
Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato: $w = w^* (\phi / \phi^*)^{1/(1-n)}$ $\phi^* = 0.9 Imp^* + 0.2 Per^* \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$ <p> $w^* = 50$ mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione ϕ^* coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ coefficiente di deflusso ante trasformazione $n = 0.48$ I e P es pressi come frazione dell'area trasformata Imp e Per es pressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione e (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*) VOLUME RICA VATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento </p>			
Oggetto:			
<i>(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)</i>			
ANTE OPERAM Superficie fondiaria-lotto (mq) = 287.00 mq Inserire la superficie totale dell'intervento Superficie impermeabile esistente = 0.00 mq Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Imp* = 0.00 Superficie permeabile esistente (mq) = 287.00 mq Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Per* = 1.00 Imp* + Per* = 1.00			
POST OPERAM Superficie impermeabile trasformata o di progetto = 178.00 mq Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Imp = 0.62 Superficie permeabile di progetto = 109.00 mq Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati) Per = 0.38 Imp + Per = 1.00			
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA Superficie trasformata/livellata = 287.00 mq superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola I = 1.00 Superficie agricola inalterata = 0.00 mq superficie inalterata P = 0.00 I + P = 1.00			
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM ϕ^* $0.9 \times Imp^* + 0.2 \times Per^*$ = $0.9 \times 0.00 + 0.2 \times 1.00 = 0.20$ ϕ $0.9 \times Imp + 0.2 \times Per$ = $0.9 \times 0.62 + 0.2 \times 0.38 = 0.63$ W $w = w^* (\phi / \phi^*)^{1/(1-n)}$ = $50 \times 9.20 - 15 \times 1.00 - 50 \times 0.00 = 444.98$ mc/ha w^* 50 mc/ha $(\phi / \phi^*)^{1/(1-n)}$ 3.17 1.92			
VOLUME MINIMO DI INVASO 444.98 : 10,000.00 x 287.00 = 12.77 mc			
Q Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha 0.57 l/sec			

Figura 10.4/B: Foglio di calcolo relativo all'intervento del PIL 2

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 88 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1) AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014																																																																																																																																																				
<p>Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:</p> $w = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^0 P$ $\phi^0 = 0.9 Imp^0 + 0.2 Per^0 \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$ <p>$w^0 = 50$ mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione ϕ^0 = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ = coefficiente di deflusso ante trasformazione $n = 0.48$ I e P es presi come frazione dell'area trasformata Imp e Per es presi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione e (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*) VOLUMI RITAVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento</p>																																																																																																																																																				
Oggetto:																																																																																																																																																				
<i>(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)</i>																																																																																																																																																				
<table border="0"> <tr> <td>Superficie fondiaria-lotto (mq)</td> <td>=</td> <td>8013.00</td> <td>mq</td> <td>Inserire la superficie totale dell'intervento</td> </tr> <tr> <td colspan="5">ANTE OPERAM</td> </tr> <tr> <td>Superficie impermeabile esistente</td> <td>=</td> <td>1800.00</td> <td>mq</td> <td>Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)</td> </tr> <tr> <td>Imp^0</td> <td>=</td> <td>0.22</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superficie permeabile esistente (mq)</td> <td>=</td> <td>6213.00</td> <td>mq</td> <td>Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)</td> </tr> <tr> <td>Per^0</td> <td>=</td> <td>0.78</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$Imp^0 + Per^0$</td> <td>=</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">POST OPERAM</td> </tr> <tr> <td>Superficie impermeabile trasformata o di progetto</td> <td>=</td> <td>4332.00</td> <td>mq</td> <td>Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)</td> </tr> <tr> <td>Imp</td> <td>=</td> <td>0.54</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superficie permeabile di progetto</td> <td>=</td> <td>3681.00</td> <td>mq</td> <td>Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)</td> </tr> <tr> <td>Per</td> <td>=</td> <td>0.46</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$Imp + Per$</td> <td>=</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</td> </tr> <tr> <td>Superficie trasformata/livellata</td> <td>=</td> <td>8013.00</td> <td>mq</td> <td>superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>=</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superficie agricola inalterata</td> <td>=</td> <td></td> <td>mq</td> <td>superficie inalterata</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>=</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$I + P$</td> <td>=</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM</td> </tr> <tr> <td>ϕ^0</td> <td>$0.9 \times Imp^0 + 0.2 \times Per^0$</td> <td>=</td> <td>0.9 x 0.22 + 0.2 x 0.78</td> <td>= 0.36</td> </tr> <tr> <td>ϕ</td> <td>$0.9 \times Imp + 0.2 \times Per$</td> <td>=</td> <td>0.9 x 0.54 + 0.2 x 0.46</td> <td>= 0.58</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>$w = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^0 P$</td> <td>=</td> <td>50 x 2.53 - 15 x 1.00 - 50 x 0.00</td> <td>= 111.31 mc/ha</td> </tr> <tr> <td>W^0</td> <td>50 mc/ha</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$(\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))}$</td> <td>1.62</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.92</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">VOLUME MINIMO DI INVASO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>111.31</td> <td>: 10,000.00 x</td> <td>8,013.00 = 89.20 mc</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha</td> <td>16.03</td> <td>l/sec</td> <td></td> </tr> </table>				Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	8013.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento	ANTE OPERAM					Superficie impermeabile esistente	=	1800.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)	Imp^0	=	0.22			Superficie permeabile esistente (mq)	=	6213.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)	Per^0	=	0.78			$Imp^0 + Per^0$	=	1.00			POST OPERAM					Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	4332.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)	Imp	=	0.54			Superficie permeabile di progetto	=	3681.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)	Per	=	0.46			$Imp + Per$	=	1.00			INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA					Superficie trasformata/livellata	=	8013.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola	I	=	1.00			Superficie agricola inalterata	=		mq	superficie inalterata	P	=	0.00			$I + P$	=	1.00			CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM					ϕ^0	$0.9 \times Imp^0 + 0.2 \times Per^0$	=	0.9 x 0.22 + 0.2 x 0.78	= 0.36	ϕ	$0.9 \times Imp + 0.2 \times Per$	=	0.9 x 0.54 + 0.2 x 0.46	= 0.58	W	$w = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^0 P$	=	50 x 2.53 - 15 x 1.00 - 50 x 0.00	= 111.31 mc/ha	W^0	50 mc/ha				$(\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))}$	1.62					1.92				VOLUME MINIMO DI INVASO							111.31	: 10,000.00 x	8,013.00 = 89.20 mc	Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha	16.03	l/sec	
Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	8013.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento																																																																																																																																																
ANTE OPERAM																																																																																																																																																				
Superficie impermeabile esistente	=	1800.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)																																																																																																																																																
Imp^0	=	0.22																																																																																																																																																		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	6213.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)																																																																																																																																																
Per^0	=	0.78																																																																																																																																																		
$Imp^0 + Per^0$	=	1.00																																																																																																																																																		
POST OPERAM																																																																																																																																																				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	4332.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)																																																																																																																																																
Imp	=	0.54																																																																																																																																																		
Superficie permeabile di progetto	=	3681.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)																																																																																																																																																
Per	=	0.46																																																																																																																																																		
$Imp + Per$	=	1.00																																																																																																																																																		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA																																																																																																																																																				
Superficie trasformata/livellata	=	8013.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola																																																																																																																																																
I	=	1.00																																																																																																																																																		
Superficie agricola inalterata	=		mq	superficie inalterata																																																																																																																																																
P	=	0.00																																																																																																																																																		
$I + P$	=	1.00																																																																																																																																																		
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM																																																																																																																																																				
ϕ^0	$0.9 \times Imp^0 + 0.2 \times Per^0$	=	0.9 x 0.22 + 0.2 x 0.78	= 0.36																																																																																																																																																
ϕ	$0.9 \times Imp + 0.2 \times Per$	=	0.9 x 0.54 + 0.2 x 0.46	= 0.58																																																																																																																																																
W	$w = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^0 P$	=	50 x 2.53 - 15 x 1.00 - 50 x 0.00	= 111.31 mc/ha																																																																																																																																																
W^0	50 mc/ha																																																																																																																																																			
$(\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))}$	1.62																																																																																																																																																			
	1.92																																																																																																																																																			
VOLUME MINIMO DI INVASO																																																																																																																																																				
		111.31	: 10,000.00 x	8,013.00 = 89.20 mc																																																																																																																																																
Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha	16.03	l/sec																																																																																																																																																	

Figura 10.4/C: Foglio di calcolo relativo all'intervento del PDE di Quiliano

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 89 di 98
				Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1) AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014				
<p>Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:</p> $w = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^0 P$ $\phi^0 = 0.9 Imp^* + 0.2 Per^* \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$ <p>$w^0 = 50$ mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione ϕ^0 = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ = coefficiente di deflusso ante trasformazione $n = 0.48$ I e P es pressi com e frazion e dell'area trasformata Imp e Per es pressi com e frazion e totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione e (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*) VOLUME RICA VATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento</p>				
Oggetto:				
<i>(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)</i>				
ANTE OPERAM				
Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	1564.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp*	=	0.00		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	1564.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per*	=	1.00		
Imp* + Per*	=	1.00		
POST OPERAM				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	997.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	0.64		
Superficie permeabile di progetto	=	567.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0.36		
Imp + Per	=	1.00		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superficie trasformata/livellata	=	1564.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1.00		
Superficie agricola inalterata	=	0.00	mq	superficie inalterata
P	=	0.00		
I + P	=	1.00		
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM				
ϕ^0	$0,9 \times Imp^* + 0,2 \times Per^*$	=	0.9 x 0.00 + 0.2 x 1.00	= 0.20
ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9 x 0.64 + 0.2 x 0.36	= 0.65
W	$w = w^0 (\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^0 P$	=	50 x 9.54 - 15 x 1.00 - 50 x 0.00	= 461.98 mc/ha
W*	50 mc/ha			
$(\phi / \phi^0)^{(1/(1-n))}$	3.23			
$(1/(1-n))$	1.92			
VOLUME MINIMO DI INVASO				
		461.98 :	10,000.00 x	1,564.00 = 72.25 mc
Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha	3.13	l/sec	

Figura 10.4/D: Foglio di calcolo relativo all'intervento PIDI 1 con Interc. DN 300

Di seguito si riportano i risultati del calcolo eseguito mediante l'uso del foglio elettronico messo a disposizione sul sito del Comune di Genova ([Verifica della permeabilità dei suoli | Comune di Genova.](#)).



PROGETTISTA



COMMESSA
NQ/R23350

CODICE TECNICO
-

LOCALITÀ

ALTO TIRRENO

REL-PAI-E-11006

PROGETTO

Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Fg. 90 di 98

Rev.
1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE									
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO									
STATO ATTUALE									
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)									
RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE $R_p = 10\%$									
SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE									
Pavimento in asfalto o c/s	550.0 m ²		$\Psi = 0.90$	$\Psi' =$	Spe = 55.0 m ²				
Coperture metalliche con inclinazione < 3°	m ²		$\Psi = 0.90$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²				
Superfici in ghiaia sciolta	m ²		$\Psi = 0.30$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²				
Incolto, sterato, superfici naturali degradate	m ²		$\Psi = 0.20$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²				
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata	m ²		$\Psi = 0.80$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²				
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m ²		$\Psi = 0.10$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²				
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m ²		$\Psi = 0.10$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²				
SUPERFICIE RIFERIMENTO S_r Stato Attuale	550.0 m²				TOTALE Spe	55.0 m²			
STATO DI PROGETTO									
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO DI PROGETTO)									
RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO $R_p = 70\%$ R_p Equiv. ritenzione: 0%									
SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE									
Coperture metalliche con inclinazione < 3°	m ²	SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA	$\Psi = 0.90$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	PORTATE ADDOTTE IN VASCA	$Q = 0.00$ l/s		
Copertura in tegole tipo "canadese"	m ²	m ²	$\Psi = 0.90$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Superfici in ghiaia sciolta	m ²	m ²	$\Psi = 0.30$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Incolto, sterato, superfici naturali degradate	m ²	m ²	$\Psi = 0.20$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Superfici in ghiaia sciolta	m ²	m ²	$\Psi = 0.30$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile	m ²	m ²	$\Psi = 1.00$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia	550.0 m ²	m ²	$\Psi = 0.30$	$\Psi' =$	Spe = 385.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Sedime ferroviario	m ²	m ²	$\Psi = 0.20$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m ²	m ²	$\Psi = 0.10$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	m ²	m ²	$\Psi = 0.10$	$\Psi' =$	Spe = 0.0 m ²	$Q = 0.00$ l/s			
SUPERFICIE RIFERIMENTO S_r Progetto	550.0 m²	0.0 m²			TOTALE Spe	385.0 m²	$Q_p = 0.00$ l/s		
VERIFICA S_r Attuale = Progetto	OK!								
VERIFICHE STANDARD RICHIESTE :									
Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire	70%	VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO	OK!				VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA	NO	
DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE									
ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA									
Altezza di precipitazione critica	60 mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33 l/s/ha						
Durata pioggia critica	30 min.								
SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE									
Scarico	0.00 l/s	CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE							
Portata da laminare	0.00 l/s	Ritardo da conseguire	30 min.	V vasca = 0 litri	0.0 m ³				
DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO (scarico della vasca di laminazione)									
Asez.tubo =	$\frac{Q}{0.6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9.81 \cdot h)}}$	0.6	parametro idraulico fisso (adimensionale)						
		h	tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi Istruzioni, punto 3.5) oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi Istruzioni, punto 3.5.ter)						
		Q	Scarico calcolato al punto 6)						
		h =	0.00 m						
		Asez.tubo =	0 m ²						
		Diametro = $2 \cdot \sqrt{(A_{sez.tubo}/\pi)}$	0.0 mm						
VASCA COMPENSAZIONE CORRETTAMENTE DIMENSIONATA OK!									
LEGENDA									
Valori da inserire con solo una cifra decimale									
Valori di progetto talvolta necessari									
Valori calcolati									
Valori calcolati o non modificabili									
Celle di controllo									
Versione marzo 2015									

Figura 10.4/E: Foglio di calcolo (PUC Genova) - PIL 1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 91 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE																																																																																																									
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO																																																																																																									
STATO ATTUALE																																																																																																									
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cd RIF.</th> <th>Cd CALC.</th> <th>Ψ</th> <th>Ψ'</th> <th>Spe</th> <th>Spe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali</td> <td></td> <td></td> <td>0.35</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Pavimentazioni in ciottoli su sabbia</td> <td></td> <td></td> <td>0.40</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Superfici in ghiaia sciolta</td> <td></td> <td></td> <td>0.30</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Pavimento in asfalto o cls</td> <td></td> <td></td> <td>0.90</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata</td> <td></td> <td></td> <td>0.80</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Incolto, sterrato, superfici naturali degradate</td> <td></td> <td></td> <td>0.20</td> <td></td> <td>229.6</td> <td>229.6</td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td></td> <td></td> <td>0.10</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>287.0</td> <td>229.6</td> </tr> </tbody> </table>											Cd RIF.	Cd CALC.	Ψ	Ψ'	Spe	Spe	Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali			0.35		0.0	0.0	Pavimentazioni in ciottoli su sabbia			0.40		0.0	0.0	Superfici in ghiaia sciolta			0.30		0.0	0.0	Pavimento in asfalto o cls			0.90		0.0	0.0	Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata			0.80		0.0	0.0	Incolto, sterrato, superfici naturali degradate			0.20		229.6	229.6	Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			0.10		0.0	0.0	SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale					287.0	229.6																																	
	Cd RIF.	Cd CALC.	Ψ	Ψ'	Spe	Spe																																																																																																			
Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali			0.35		0.0	0.0																																																																																																			
Pavimentazioni in ciottoli su sabbia			0.40		0.0	0.0																																																																																																			
Superfici in ghiaia sciolta			0.30		0.0	0.0																																																																																																			
Pavimento in asfalto o cls			0.90		0.0	0.0																																																																																																			
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata			0.80		0.0	0.0																																																																																																			
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate			0.20		229.6	229.6																																																																																																			
Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			0.10		0.0	0.0																																																																																																			
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale					287.0	229.6																																																																																																			
RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = 80% SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE																																																																																																									
STATO DI PROGETTO																																																																																																									
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO DI PROGETTO) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA</th> <th>Cd RIF.</th> <th>Cd CALC.</th> <th>Ψ</th> <th>Ψ'</th> <th>Spe</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)</td> <td>19.0</td> <td></td> <td></td> <td>0.90</td> <td></td> <td>1.9</td> <td>0.57</td> </tr> <tr> <td>Asfalto drenante</td> <td>30.0</td> <td></td> <td></td> <td>0.85</td> <td></td> <td>4.5</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>Superfici in ghiaia sciolta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.30</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Pavimentazioni in ciottoli su sabbia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.40</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Superfici in ghiaia sciolta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.30</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.00</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia</td> <td>238.0</td> <td></td> <td></td> <td>0.30</td> <td>0.50</td> <td>119.0</td> <td>3.97</td> </tr> <tr> <td>Sedime ferroviario</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.20</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.10</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.10</td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto</td> <td>287.0</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>125.4</td> <td>5.39</td> </tr> </tbody> </table>											SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA	Cd RIF.	Cd CALC.	Ψ	Ψ'	Spe	Q	Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)	19.0			0.90		1.9	0.57	Asfalto drenante	30.0			0.85		4.5	0.85	Superfici in ghiaia sciolta				0.30		0.0	0.00	Pavimentazioni in ciottoli su sabbia				0.40		0.0	0.00	Superfici in ghiaia sciolta				0.30		0.0	0.00	Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile				1.00		0.0	0.00	Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia	238.0			0.30	0.50	119.0	3.97	Sedime ferroviario				0.20		0.0	0.00	Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole				0.10		0.0	0.00	Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole				0.10		0.0	0.00	SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	287.0					125.4	5.39
	SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA	Cd RIF.	Cd CALC.	Ψ	Ψ'	Spe	Q																																																																																																		
Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)	19.0			0.90		1.9	0.57																																																																																																		
Asfalto drenante	30.0			0.85		4.5	0.85																																																																																																		
Superfici in ghiaia sciolta				0.30		0.0	0.00																																																																																																		
Pavimentazioni in ciottoli su sabbia				0.40		0.0	0.00																																																																																																		
Superfici in ghiaia sciolta				0.30		0.0	0.00																																																																																																		
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile				1.00		0.0	0.00																																																																																																		
Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia	238.0			0.30	0.50	119.0	3.97																																																																																																		
Sedime ferroviario				0.20		0.0	0.00																																																																																																		
Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole				0.10		0.0	0.00																																																																																																		
Superfici a verde - su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole				0.10		0.0	0.00																																																																																																		
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	287.0					125.4	5.39																																																																																																		
RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = 44% Rp Equiv. ritenzione = 100% SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE PORTATE ADDOTTE IN VASCA																																																																																																									
VERIFICA Sr Attuale = Progetto → OK!																																																																																																									
VERIFICHE STANDARD RICHIESTE : <table style="width:100%;"> <tr> <td>Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire</td> <td>80%</td> <td>VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO</td> <td>OK!</td> <td>VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA</td> <td>SI</td> </tr> </table>										Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire	80%	VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO	OK!	VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA	SI																																																																																										
Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire	80%	VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO	OK!	VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA	SI																																																																																																				
DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE																																																																																																									
ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA <table style="width:100%;"> <tr> <td>Altezza di precipitazione critica</td> <td>60 mm</td> <td>Deflusso istantaneo per ettaro</td> <td>333.33 l/s/ha</td> </tr> <tr> <td>Durata pioggia critica</td> <td>30 min.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Altezza di precipitazione critica	60 mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33 l/s/ha	Durata pioggia critica	30 min.																																																																																										
Altezza di precipitazione critica	60 mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333.33 l/s/ha																																																																																																						
Durata pioggia critica	30 min.																																																																																																								
SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE <table style="width:100%;"> <tr> <td>Qscarico</td> <td>0.57 l/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Portata da laminare</td> <td>4.81 l/s</td> <td>Ritardo da conseguire</td> <td>30 min. V vasca = 8663 litri 8.7 m³</td> </tr> </table>										Qscarico	0.57 l/s			Portata da laminare	4.81 l/s	Ritardo da conseguire	30 min. V vasca = 8663 litri 8.7 m³																																																																																								
Qscarico	0.57 l/s																																																																																																								
Portata da laminare	4.81 l/s	Ritardo da conseguire	30 min. V vasca = 8663 litri 8.7 m³																																																																																																						
DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO (scarico della vasca di laminazione) <p> $A_{sez.tubo} = \frac{Q}{0.6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9.81 \cdot h)}}$ 0.6 parametro idraulico fisso (adimensionale) </p> <p> $h = \frac{Q^2}{0.36 \cdot A_{sez.tubo}^2}$ h - tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi Istruzioni, punto 3.5) oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi Istruzioni, punto 3.5 ter) </p> <p> Q Qscarico calcolata al punto 6) </p> <p> $h = \mathbf{1.00}$ m </p> <p> $A_{sez.tubo} = 0.00022$ m² </p> <p> $Diametro = 2 \cdot \sqrt{A_{sez.tubo} / \pi} = \mathbf{16.6}$ mm </p> <p style="text-align: right;"> VASCA COMPENSAZIONE CORRETTAMENTE DIMENSIONATA SI </p>																																																																																																									
LEGENDA <ul style="list-style-type: none"> Valori da inserire con solo una cifra decimale Valori di progetto talvolta necessari Valori calcolati Valori calcolati o non modificabili Celle di controllo 																																																																																																									
Versione marzo 2015																																																																																																									

Figura 10.4/F: Foglio di calcolo (PUC Genova) – PIL 2

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 92 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE																																																																																																																																												
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO																																																																																																																																												
STATO ATTUALE																																																																																																																																												
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:40%;">Area di impianti sportivi con sistemi drenanti e con fondo in terra, piste in terra battuta o simile.</td> <td style="width:10%;">1000,0</td> <td style="width:10%;">m²</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> </tr> <tr> <td>Pavimentazioni in ciottoli su sabbia</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superfici in ghiaia sciolta</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Incolto, sterato, superfici naturali degradate</td> <td>6213,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale</td> <td>8013,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Area di impianti sportivi con sistemi drenanti e con fondo in terra, piste in terra battuta o simile.	1000,0	m ²								Pavimentazioni in ciottoli su sabbia		m ²								Superfici in ghiaia sciolta		m ²								Incolto, sterato, superfici naturali degradate	6213,0	m ²								Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata		m ²								Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²								Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²								SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	8013,0	m²																																																										
Area di impianti sportivi con sistemi drenanti e con fondo in terra, piste in terra battuta o simile.	1000,0	m ²																																																																																																																																										
Pavimentazioni in ciottoli su sabbia		m ²																																																																																																																																										
Superfici in ghiaia sciolta		m ²																																																																																																																																										
Incolto, sterato, superfici naturali degradate	6213,0	m ²																																																																																																																																										
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata		m ²																																																																																																																																										
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²																																																																																																																																										
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²																																																																																																																																										
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	8013,0	m²																																																																																																																																										
RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = 76%																																																																																																																																												
SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:40%;"></td> <td style="width:10%;">Cd RIF.</td> <td style="width:10%;">Cd CALC.</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ψ = 0,40</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>1080,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ψ = 0,40</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ψ = 0,30</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ψ = 0,20</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>4970,4</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ψ = 0,80</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ψ = 0,10</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ψ = 0,10</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTALE Spe</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6050,4</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>											Cd RIF.	Cd CALC.									Ψ = 0,40	Ψ' =	Spe =	1080,0	m ²						Ψ = 0,40	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²						Ψ = 0,30	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²						Ψ = 0,20	Ψ' =	Spe =	4970,4	m ²						Ψ = 0,80	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²						Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²						Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²					TOTALE Spe				6050,4	m²																																													
	Cd RIF.	Cd CALC.																																																																																																																																										
	Ψ = 0,40	Ψ' =	Spe =	1080,0	m ²																																																																																																																																							
	Ψ = 0,40	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²																																																																																																																																							
	Ψ = 0,30	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²																																																																																																																																							
	Ψ = 0,20	Ψ' =	Spe =	4970,4	m ²																																																																																																																																							
	Ψ = 0,80	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²																																																																																																																																							
	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²																																																																																																																																							
	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²																																																																																																																																							
TOTALE Spe				6050,4	m²																																																																																																																																							
STATO DI PROGETTO																																																																																																																																												
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO DI PROGETTO) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:40%;"></td> <td style="width:10%;">SUPERFICIE ADDOTTE IN VASCA</td> <td style="width:10%;">Cd RIF.</td> <td style="width:10%;">Cd CALC.</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> </tr> <tr> <td>Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)</td> <td>325,0</td> <td>m²</td> <td>325,0</td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,80</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>32,5</td> <td>m²</td> <td>Q = 9,75 l/s</td> </tr> <tr> <td>Asfalto drenante</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,85</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td>Q = 0,00 l/s</td> </tr> <tr> <td>Superfici in ghiaia sciolta</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,30</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td>Q = 0,00 l/s</td> </tr> <tr> <td>Incolto, sterato, superfici naturali degradate</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,20</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td>Q = 0,00 l/s</td> </tr> <tr> <td>Superfici in ghiaia sciolta</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,30</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td>Q = 0,00 l/s</td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,10</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td>Q = 0,00 l/s</td> </tr> <tr> <td>Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia</td> <td>4007,0</td> <td>m²</td> <td>2207,0</td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,30</td> <td>Ψ' = 0,50</td> <td>Spe =</td> <td>2003,5</td> <td>m²</td> <td>Q = 36,78 l/s</td> </tr> <tr> <td>Sedime ferroviario</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,20</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td>Q = 0,00 l/s</td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td>3681,0</td> <td>m²</td> <td>3681,0</td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,10</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>3312,9</td> <td>m²</td> <td>Q = 12,27 l/s</td> </tr> <tr> <td>Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole</td> <td></td> <td>m²</td> <td></td> <td>m²</td> <td>Ψ = 0,10</td> <td>Ψ' =</td> <td>Spe =</td> <td>0,0</td> <td>m²</td> <td>Q = 0,00 l/s</td> </tr> <tr> <td>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto</td> <td>8013,0</td> <td>m²</td> <td>6213,0</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td>TOTALE Spe</td> <td>5348,9</td> <td>m²</td> <td>Qp = 58,80 l/s</td> </tr> </table>											SUPERFICIE ADDOTTE IN VASCA	Cd RIF.	Cd CALC.							Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)	325,0	m ²	325,0	m ²	Ψ = 0,80	Ψ' =	Spe =	32,5	m ²	Q = 9,75 l/s	Asfalto drenante		m ²		m ²	Ψ = 0,85	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s	Superfici in ghiaia sciolta		m ²		m ²	Ψ = 0,30	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s	Incolto, sterato, superfici naturali degradate		m ²		m ²	Ψ = 0,20	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s	Superfici in ghiaia sciolta		m ²		m ²	Ψ = 0,30	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s	Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²		m ²	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s	Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia	4007,0	m ²	2207,0	m ²	Ψ = 0,30	Ψ' = 0,50	Spe =	2003,5	m ²	Q = 36,78 l/s	Sedime ferroviario		m ²		m ²	Ψ = 0,20	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s	Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	3681,0	m ²	3681,0	m ²	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	3312,9	m ²	Q = 12,27 l/s	Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²		m ²	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s	SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	8013,0	m²	6213,0	m²			TOTALE Spe	5348,9	m²	Qp = 58,80 l/s
	SUPERFICIE ADDOTTE IN VASCA	Cd RIF.	Cd CALC.																																																																																																																																									
Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)	325,0	m ²	325,0	m ²	Ψ = 0,80	Ψ' =	Spe =	32,5	m ²	Q = 9,75 l/s																																																																																																																																		
Asfalto drenante		m ²		m ²	Ψ = 0,85	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s																																																																																																																																		
Superfici in ghiaia sciolta		m ²		m ²	Ψ = 0,30	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s																																																																																																																																		
Incolto, sterato, superfici naturali degradate		m ²		m ²	Ψ = 0,20	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s																																																																																																																																		
Superfici in ghiaia sciolta		m ²		m ²	Ψ = 0,30	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s																																																																																																																																		
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²		m ²	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s																																																																																																																																		
Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia	4007,0	m ²	2207,0	m ²	Ψ = 0,30	Ψ' = 0,50	Spe =	2003,5	m ²	Q = 36,78 l/s																																																																																																																																		
Sedime ferroviario		m ²		m ²	Ψ = 0,20	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s																																																																																																																																		
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	3681,0	m ²	3681,0	m ²	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	3312,9	m ²	Q = 12,27 l/s																																																																																																																																		
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole		m ²		m ²	Ψ = 0,10	Ψ' =	Spe =	0,0	m ²	Q = 0,00 l/s																																																																																																																																		
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	8013,0	m²	6213,0	m²			TOTALE Spe	5348,9	m²	Qp = 58,80 l/s																																																																																																																																		
RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = 67% Rp Equiv. ritenzione: 89%																																																																																																																																												
VERIFICA Sr Attuale = Progetto → OK!																																																																																																																																												
VERIFICHE STANDARD RICHIESTE : <table style="width:100%;"> <tr> <td>Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire</td> <td>76%</td> <td>VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO</td> <td>OK!</td> <td>VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA</td> <td>SI</td> </tr> </table>										Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire	76%	VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO	OK!	VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA	SI																																																																																																																													
Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire	76%	VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO	OK!	VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA	SI																																																																																																																																							
DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE																																																																																																																																												
ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA <table style="width:100%;"> <tr> <td>Altezza di precipitazione critica</td> <td>60 mm</td> <td>Deflusso istantaneo per ettaro</td> <td>333,33 l/s/ha</td> </tr> <tr> <td>Durata pioggia critica</td> <td>30 min.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Altezza di precipitazione critica	60 mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333,33 l/s/ha	Durata pioggia critica	30 min.																																																																																																																													
Altezza di precipitazione critica	60 mm	Deflusso istantaneo per ettaro	333,33 l/s/ha																																																																																																																																									
Durata pioggia critica	30 min.																																																																																																																																											
SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE <table style="width:100%;"> <tr> <td>Qscarico</td> <td>12,43 l/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Portata da laminare</td> <td>46,38 l/s</td> <td>Ritardo da conseguire</td> <td>30 min.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>V. vasca =</td> <td>83479 litri</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>83,5 m³</td> </tr> </table>										Qscarico	12,43 l/s			Portata da laminare	46,38 l/s	Ritardo da conseguire	30 min.			V. vasca =	83479 litri				83,5 m ³																																																																																																																			
Qscarico	12,43 l/s																																																																																																																																											
Portata da laminare	46,38 l/s	Ritardo da conseguire	30 min.																																																																																																																																									
		V. vasca =	83479 litri																																																																																																																																									
			83,5 m ³																																																																																																																																									
DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO (scarico della vasca di laminazione) <table style="width:100%;"> <tr> <td>Asez.tubo = $\frac{Q}{0,6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot h)}}$</td> <td>0,6</td> <td>parametro idraulico fisso (adimensionale)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>h</td> <td>tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi istruzioni, punto 3.5) oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi istruzioni, punto 3.5.ter)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Q</td> <td>Qscarico calcolata al punto 6)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>h =</td> <td>1,00 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Asez.tubo =</td> <td>0,00468 m²</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diametro = $2 \cdot \sqrt{A \cdot z.tubo / \pi}$</td> <td>77,2 mm</td> </tr> </table>										Asez.tubo = $\frac{Q}{0,6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot h)}}$	0,6	parametro idraulico fisso (adimensionale)		h	tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi istruzioni, punto 3.5) oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi istruzioni, punto 3.5.ter)		Q	Qscarico calcolata al punto 6)		h =	1,00 m		Asez.tubo =	0,00468 m ²		Diametro = $2 \cdot \sqrt{A \cdot z.tubo / \pi}$	77,2 mm																																																																																																																	
Asez.tubo = $\frac{Q}{0,6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot h)}}$	0,6	parametro idraulico fisso (adimensionale)																																																																																																																																										
	h	tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi istruzioni, punto 3.5) oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi istruzioni, punto 3.5.ter)																																																																																																																																										
	Q	Qscarico calcolata al punto 6)																																																																																																																																										
	h =	1,00 m																																																																																																																																										
	Asez.tubo =	0,00468 m ²																																																																																																																																										
	Diametro = $2 \cdot \sqrt{A \cdot z.tubo / \pi}$	77,2 mm																																																																																																																																										
VASCA COMPENSAZIONE CORRETTAMENTE DIMENSIONATA SI																																																																																																																																												
LEGENDA <ul style="list-style-type: none"> ■ Valori da inserire con solo una cifra decimale ■ Valori di progetto talvolta necessari ■ Valori calcolati ■ Valori calcolati o non modificabili ■ Celle di controllo 																																																																																																																																												
Versione marzo 2015																																																																																																																																												

Figura 10.4/G: Foglio di calcolo (PUC Genova) – PDE di Quiliano

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 93 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE									
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO									
STATO ATTUALE									
RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = 80%									
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)									
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	1564.0 m ²	Cd RIF. = 0.20	Cd CALC. = 0.20	Spe = 1251.2 m ²					
Pavimentazioni in ciottoli su sabbia	0 m ²	Ψ = 0.40	Ψ' = 0.40	Spe = 0.0 m ²					
Superfici in ghiaia sciolta	0 m ²	Ψ = 0.30	Ψ' = 0.30	Spe = 0.0 m ²					
Pavimento in asfalto o c/s	0 m ²	Ψ = 0.90	Ψ' = 0.90	Spe = 0.0 m ²					
Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata	0 m ²	Ψ = 0.80	Ψ' = 0.80	Spe = 0.0 m ²					
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	0 m ²	Ψ = 0.10	Ψ' = 0.10	Spe = 0.0 m ²					
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	0 m ²	Ψ = 0.10	Ψ' = 0.10	Spe = 0.0 m ²					
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale	1564.0 m²			TOTALE Spe	1251.2 m²				
STATO DI PROGETTO									
RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = 39% Rp Equiv. x ritenzione = 100%									
TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO DI PROGETTO)									
Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)	75.0 m ²	75.0 m ²	Cd RIF. = 0.90	Cd CALC. = 0.90	Spe = 7.5 m ²	Q = 2.25 l/s			
Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali	700.0 m ²	700.0 m ²	Ψ = 0.35	Ψ' = 0.70	Spe = 210.0 m ²	Q = 16.33 l/s			
Superfici in ghiaia sciolta	0 m ²	0 m ²	Ψ = 0.30	Ψ' = 0.30	Spe = 0.0 m ²	Q = 0.00 l/s			
Asfalto drenante	0 m ²	0 m ²	Ψ = 0.85	Ψ' = 0.85	Spe = 0.0 m ²	Q = 0.00 l/s			
Superfici in ghiaia sciolta	0 m ²	0 m ²	Ψ = 0.30	Ψ' = 0.30	Spe = 0.0 m ²	Q = 0.00 l/s			
Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile	0 m ²	0 m ²	Ψ = 1.00	Ψ' = 1.00	Spe = 0.0 m ²	Q = 0.00 l/s			
Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia	769.0 m ²	769.0 m ²	Ψ = 0.30	Ψ' = 0.50	Spe = 394.5 m ²	Q = 13.15 l/s			
Sedime ferroviario	0 m ²	0 m ²	Ψ = 0.20	Ψ' = 0.20	Spe = 0.0 m ²	Q = 0.00 l/s			
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	0 m ²	0 m ²	Ψ = 0.10	Ψ' = 0.10	Spe = 0.0 m ²	Q = 0.00 l/s			
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	0 m ²	0 m ²	Ψ = 0.10	Ψ' = 0.10	Spe = 0.0 m ²	Q = 0.00 l/s			
SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto	1564.0 m²	1564.0 m²			TOTALE Spe	612.0 m²	Op = 31.73 l/s		
VERIFICA Sr Attuale = Progetto → OK!									
VERIFICHE STANDARD RICHIESTE :									
Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire		80%		VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO		OK!		VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA	
								SI	
DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE									
ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA									
Altezza di precipitazione critica		60 mm		Deflusso istantaneo per ettaro		333.33 l/s/ha			
Durata pioggia critica		30 min.							
SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE									
Scarico		3.13 l/s		CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE					
Portata da laminare		28.61 l/s		Ritardo da conseguire		30 min.		V vasca = 51490 litri	
								51.5 m³	
DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO (scarico della vasca di laminazione)									
Asez.tubo = $\frac{Q}{0.6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9.81 \cdot h)}}$		0.6 parametro idraulico fisso (adimensionale)		h { tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi Istruzioni, punto 3.5) oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi Istruzioni, punto 3.5ter)					
				Q Scarico calcolato al punto 6)					
				h = 1.00 m					
				Asez.tubo = 0.00118 m ²					
				Diametro = $2 \cdot \sqrt{(A_{sez.tubo}/\pi)}$		38.7 mm		VASCA COMPENSAZIONE CORRETTAMENTE DIMENSIONATA SI	

LEGENDA	
	Valori da inserire con solo una cifra decimale
	Valori di progetto talvolta necessari
	Valori calcolati
	Valori calcolati o non modificabili
	Celle di controllo

Figura 10.4/H: Foglio di calcolo (PUC Genova) - PID1 con Interc. DN 300

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 94 di 98

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Tabella 10.5 – Calcolo volume minimo di invaso con i diversi metodi considerati

Impianto	Sup. fondiaria lotto (Impianto + Strada)	Volume minimo di invaso			Vol. dispositivi
		Foglio di calcolo D.G.R. 53/2014	350 m ³ /ha Sup. Imp	Foglio di calcolo PUC Genova	
	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
PIL 1	550	1,43	-	-	3,2
PIL 2	287	12,77	6,2	8,7	20,6
Impianto PDE	8013	89,20	88,6	83,5	128,4
PIDI 1 con Interconnessione DN 300	1564	72,25	34,9	51,5	77,3

Come si può osservare nella tabella 10.5, in tutti i casi in questione, il volume disponibile attraverso la realizzazione degli interventi in progetto garantisce, per tutti i metodi di calcolo considerati, il raggiungimento del volume minimo di invaso richiesto per la compensazione della trasformazione.

Calcolato il volume minimo d'invaso per ogni sito, si sono scelti dei dispositivi idraulici utili a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica attraverso un drenaggio sostenibile per il sito in trasformazione. Sebbene le aree oggetto delle presenti trasformazioni non ricadano in nessuna area a rischio idraulico, al fine di evitare che i deflussi superficiali generati dagli stessi siti in trasformazione provochino un aggravio della portata di piena dei corpi idrici che ricevono tali deflussi, si è scelto per tutti di sfruttare il fenomeno di infiltrazione e immagazzinamento delle piogge nel suolo mediante la predisposizione di un sistema di mitigazione rappresentato da una trincea filtrante realizzata con un riempimento in ghiaia, unitamente a un bacino di infiltrazione ai lati della strada di accesso all'area d'impianto.

Tali dispositivi sono stati opportunamente dimensionati in modo da contenere il volume minimo d'invaso precedentemente calcolato.

La trincea sarà realizzata lungo il perimetro esterno dell'impianto, in adiacenza al cordolo di recinzione, ma all'interno dell'area di mitigazione. La sezione trasversale, caratterizzata da un'area di 1,07 m², avrà una larghezza massima pari a 1,35 m e una profondità di 1,0 m, dove i primi 0,3 m saranno utilizzati per realizzare uno strato di ricoprimento superficiale in ghiaia e sabbia, ovvero tout-venant di cava di fiume. **Lo spazio utile al riempimento della trincea è dato da un indice dei vuoti pari a circa 30%.**

Il bacino di infiltrazione tipo Dispositivo D10, caratterizzato da una sezione trasversale trapezoidale di area pari a 0,12 m², sarà invece realizzato ai lati della strada di accesso all'area d'impianto.

Inoltre, nella fascia di mitigazione dell'impianto sarà realizzato un "Sistema di Bioritenzione" tipo Dispositivo D5 che, insieme alla pavimentazione filtrante (Dispositivo D4), rappresenteranno delle misure complementari volte ad aumentare l'infiltrazione nel terreno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 95 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

Il volume d'invaso dei dispositivi idraulici in progetto è calcolato con la seguente formula:

$$W_{\text{dispositivi}} = 0,3 \cdot (1,07 \text{ m}^2 \cdot L_{\text{trincea}} \text{ m}) + 2 \cdot (0,12 \text{ m}^2 \cdot L_{\text{strada}} \text{ m}) \quad (2)$$

Pertanto, il volume d'invaso dei dispositivi idraulici in progetto risulta essere pari a:

- PIL n.1: $W_{\text{dispositivi}} = 0,3 \cdot (1,07 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ m}) = \underline{3,2 \text{ m}^3} \geq 1,43 \text{ m}^3$
- PIL n.2: $W_{\text{dispositivi}} = 0,3 \cdot (1,07 \text{ m}^2 \cdot 64,3 \text{ m}) = \underline{20,6 \text{ m}^3} \geq 12,77 \text{ m}^3$
- PDE: $W_{\text{dispositivi}} = 0,3 \cdot (1,07 \text{ m}^2 \cdot 400 \text{ m}) = \underline{128,4 \text{ m}^3} \geq 89,2 \text{ m}^3$
- PID1 n.1: $W_{\text{dispositivi}} = 0,3 \cdot (1,07 \text{ m}^2 \cdot 120,4 \text{ m}) \cdot 2^* = \underline{77,3 \text{ m}^3} \geq 72,25 \text{ m}^3$

(*) trincea drenante a maggiore ingombro

È stata stimata un'altezza "teorica" di accumulo in trincea pari a 0,67 m. Si ricorda che tale altezza non tiene conto della permeabilità dei terreni circostanti.

Analizzate le caratteristiche delle strade di accesso agli impianti, non è stato previsto alcun bacino di infiltrazione tipo Dispositivo D10.

Di seguito si riporta un dettaglio della trincea filtrante (Figura 10.5) e del bacino di infiltrazione (Figura 10.6).

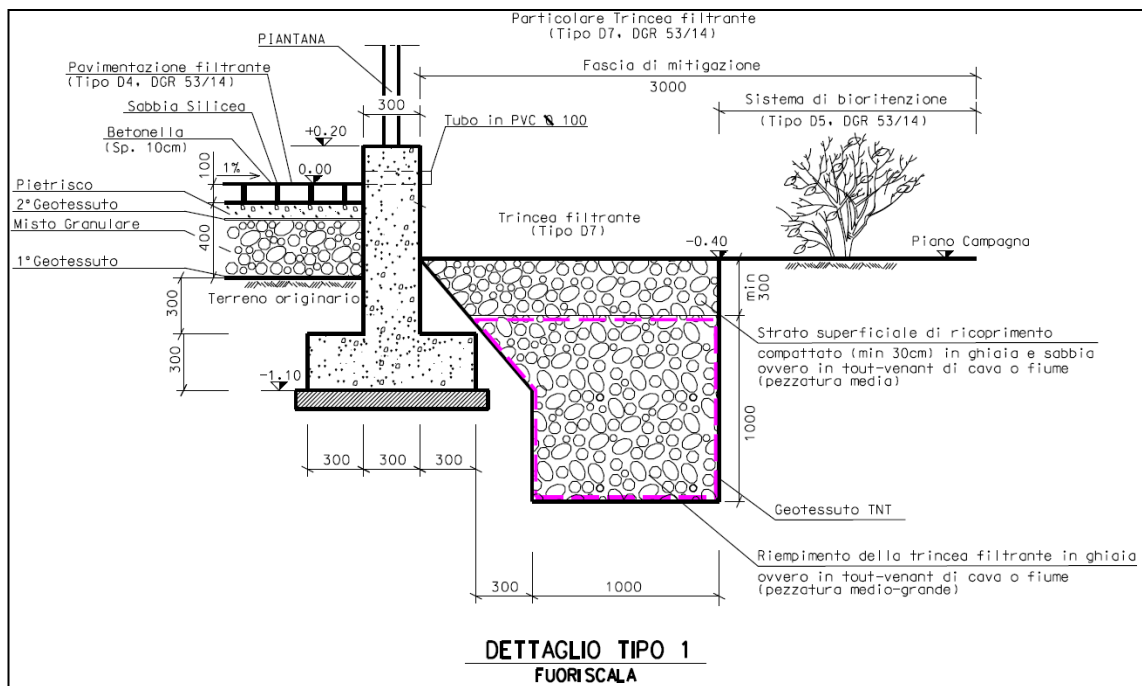


Figura: 10.5: Dettaglio della trincea filtrante (tipo dispositivo D7)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO	REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 96 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

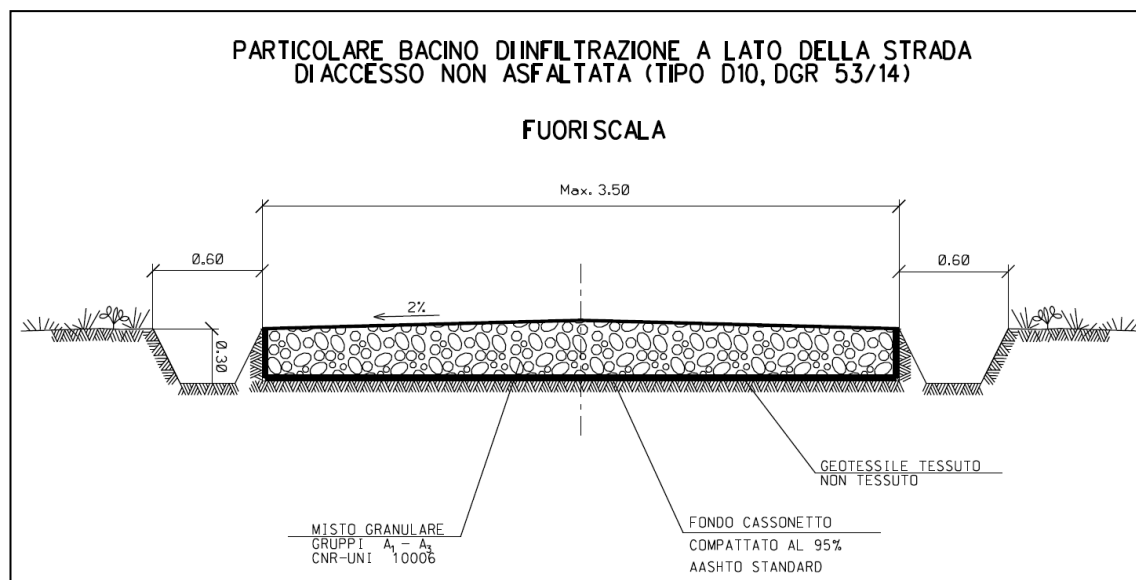


Figura: 10.6: Dettaglio bacino di infiltrazione (tipo dispositivo D10)

Come osservabile in Figura 10.5, si prevede l'installazione nel cordolo di recinzione di tubi in PVC con diametro 100 mm, disposti con un interasse di circa 3,5 m al fine di favorire il corretto funzionamento dell'intera trincea filtrante. Inoltre, tale soluzione consente di rispettare sia la limitazione prevista dalla D.G.R. 53/2014 ($D < 200$ mm) sia la portata ammissibile definita in ogni scheda (figure 10.4).

Infatti, utilizzando la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler per il calcolo della portata di una condotta a sezione circolare a pelo libero, e considerando un riempimento del 40%, con una pendenza pari a 0.001 m/m ed un coefficiente di scabrezza per tubi in PVC pari a 120, si ottiene una portata del singolo tubo pari a 0,86 l/s.

La strada di accesso in ghiaietto stabilizzato, con sbocco sulla viabilità esistente, sarà realizzata con una pendenza adeguata a garantire il deflusso delle acque di pioggia. Per le strade in asfalto, sarà impiegato un asfalto di tipo drenante.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 97 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

11 CONCLUSIONI

Conformemente a quanto stabilito dagli strumenti di pianificazione territoriale (par. 3.2), gli interventi previsti per le infrastrutture in progetto sono tali da garantire la conservazione delle funzioni e del livello naturale dei corsi d'acqua interessati. In generale sono infatti verificate le seguenti condizioni:

- l'attraversamento degli alvei e delle relative aree di pertinenza saranno eseguiti mediante posa a profondità compatibile con la dinamica fluviale;
- le caratteristiche esecutive degli attraversamenti e/o percorrenze non comporteranno alcun incremento del pericolo e del rischio sussistente, e sono tali da non precludere la possibilità di eliminare o ridurre dette condizioni di pericolosità e di rischio idraulico;
- con riferimento ai PAI e all'art. 7 del Regolamento regionale n. 3/2011 della Regione Liguria, l'intervento, nella sua globalità, è progettato in modo da corrispondere alla tipologia di opere consentite in aree classificate a pericolosità idraulica e negli alvei dei corsi d'acqua, assicurando il non aggravio delle condizioni di rischio;
- dal punto di vista dell'interazione con i deflussi, l'intervento non apporterà ostacolo e non limiterà in alcun modo la capacità d'invaso dei corsi d'acqua e non avrà influenza sugli assetti idraulici specifici; ovviamente, non si darà luogo ad alcuna variazione delle condizioni di scabrezza in alveo e sulle sponde e ad alcuna alterazione della portata naturalmente rilasciata a valle;
- anche durante le fasi lavorative, le caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua attraversati non saranno in nessun caso modificate, né si impedirà il deflusso delle acque durante il periodo dei lavori;
- le profondità di posa definite negli attraversamenti e/o percorrenze risultano pienamente commisurate all'esigenza di tutelare la tubazione stessa da eventuali fenomeni erosivi del fondo alveo, indotti dalle portate di massima piena duecentennale, e garantiscono l'equilibrio del sistema di forze gravitative e idrauliche, permettendo di escludere qualsiasi interferenza con il flusso della corrente;

Considerazioni conclusive

Per tutte le aree di interferenza esaminate, si possono dunque esprimere le seguenti considerazioni conclusive:

- *assenza di modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo.* Gli interventi non inducono modifiche all'assetto morfologico degli alvei incisi, sia dal punto di vista planimetrico sia altimetrico, garantendo il mantenimento delle caratteristiche idrauliche delle sezioni di deflusso;
- *assenza di 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 alcun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena;
- *assenza di riduzione della capacità d'invaso.* Le modalità esecutive previste non creeranno 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 sottrarranno capacità d'invaso;

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R23350	CODICE TECNICO -
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-PAI-E-11006
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 98 di 98	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-370 – 100 LA-E-80006

- *assenza* di alterazione delle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale. Le modalità esecutive previste sono tali da non indurre effetti impattanti con il contesto naturale della regione fluviale, che possano pregiudicare in maniera “irreversibile” l’attuale assetto paesaggistico. Per gli attraversamenti e/o percorrenze dei corsi d’acqua, le 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;
- assenza di elementi di impedimento per l’eventuale realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio negli ambiti fluviali in esame.

Per quanto concerne le interferenze tra i punti di linea previsti in progetto:

- **PIL 1** - Punto di Intercettazione di Linea n.1 (PIL), località “**Via Tecnomaso**” (Prog. km **0+070**), Vado Ligure (SV);
- **PIL n. 2** - Punto di Intercettazione di **Linea n. 2** (PIL), località “**Via Fiume**” (Prog. km **1+350**), Quiliano (SV);

e le aree di esondazione, oltre a quanto prima considerato per gli attraversamenti e le percorrenze, si può affermare che essi risultano compatibili con le specifiche dinamiche fluviale locale per le seguenti ragioni:

- *assenza di modifiche indotte sull’assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell’alveo. Gli interventi sono localizzati a distanza di sicurezza dagli alvei attivi;*
- *assenza di modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena. Gli incrementi del livello idrico e della velocità indotti dall’esecuzione degli impianti risultano, per le portate di piena, del tutto trascurabili;*
- *assenza di riduzione della capacità d’invaso. Le modalità esecutive previste non creeranno 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 sottrarranno capacità d’invaso;*
- *assenza di alterazione delle caratteristiche naturali della regione fluviale. Le modalità esecutive previste sono tali da non indurre effetti impattanti con il contesto naturale della area di esondazione del corso d’acqua, che possano pregiudicare in maniera “irreversibile” l’attuale assetto;*
- *non comportano aggravio delle condizioni di rischio nelle aree degli interventi né tantomeno in altre aree.*
- *nella realizzazione degli impianti e punti di linea è stato limitato lo sviluppo delle aree impermeabili e sono state definite opportune misure atte a favorire l’infiltrazione e l’invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche.*

In sintesi, tutti gli interventi in progetto risultano congruenti con le misure di protezione e prevenzione stabilite nella Disciplina di Piano (PAI e PGR), nonché COMPATIBILI con le disposizioni stabilite nel Regolamento regionale n. 3/2011 della Regione Liguria, sia per la natura dell’opera sia per gli accorgimenti esecutivi previsti.