

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b>	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 1 di 43

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

**Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti**

**RELAZIONE PER AUTORIZZAZIONE AI FINI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 3267/23)**

0	Emissione	Mencucci	Tamburini	Stefani	Giu. '23
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-VI-E-11003	
	ALTO TIRRENO		Fg. 2 di 43	Rev. 0
PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
1.1	Premessa	3
1.2	Soluzione proposta	3
1.3	Contenuto del documento	3
<b>2</b>	<b>TRACCIATO DI PROGETTO</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>AREE SOGGETTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO</b>	<b>7</b>
3.1	Aree soggette a Vincolo Idrogeologico	7
<b>4</b>	<b>INTERVENTI PER LA DIFESA DEL SUOLO E PER LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI</b>	<b>10</b>
4.1	Interventi di ottimizzazione e mitigazione	10
4.2	Interventi di ripristino	11
4.2.1	Ripristini morfologici ed idraulici	12
4.2.2	Ripristini idrogeologici	13
4.2.3	Ripristini vegetazionali	14
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b>	<b>15</b>
5.1	Inquadramento geologico	15
5.1.1	Descrizione geologica dei tracciati	16
5.2	Inquadramento geomorfologico	26
5.2.1	Processi di degradazione dei versanti	26
5.3	Piani di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A) e Piani stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)	28
5.3.1	Interferenze dell'opera con le aree a pericolosità idraulica	31
5.4	CENNI DI IDROGEOLOGIA	38
5.4.1	Permeabilità per fratturazione e fessurazione	38
5.4.2	Permeabilità per porosità	38
<b>6</b>	<b>STIMA MOVIMENTI TERRA</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>RIFERIMENTI</b>	<b>43</b>

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>	
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 3 di 43	<b>Rev. 0</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 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, società controllata al 100% da Snam S.p.A. ("Snam"), ha ottenuto in data 25/10/2022 l'autorizzazione unica per la realizzazione di un Terminale di Rigassificazione nel porto di Piombino, tramite l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) e la realizzazione delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente (di seguito l'"Autorizzazione Unica").

L'Autorizzazione Unica, al punto 10, ha prescritto di presentare, entro 45 giorni dalla pubblicazione della Ordinanza medesima sul Bollettino Regionale della Toscana, il progetto integrativo di ricollocazione della FSRU in sito off-shore, nonché il progetto relativo agli interventi necessari per la dismissione della FSRU stessa dal porto di Piombino decorso il suddetto termine di tre anni. Con successive Ordinanze di proroga, il predetto termine è stato fissato al 26 giugno 2023.

Il Progetto FSRU Alto Tirreno, di cui il presente documento è parte integrante insieme ai suoi allegati, illustra la soluzione sviluppata dagli ingegneri e specialisti incaricati da Snam per il ricollocazione della FSRU TUNDRA per i successivi 22 anni una volta lasciato il porto di Piombino. In particolare, gli allegati tecnici riportano le principali caratteristiche del Progetto, analizzano gli aspetti ambientali, paesaggistici ed urbanistici e riportano le valutazioni relative ai temi Seveso ed antincendio.

### 1.2 Soluzione proposta

L'analisi ha escluso la possibilità di trovare un ormeggio a lungo termine della FSRU all'interno di un porto diverso da quello di Piombino, non rinvenendosi 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 indirizzata verso possibili siti offshore verificando la sussistenza 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.

### 1.3 Contenuto del documento

Il presente documento costituisce la relazione, a corredo del progetto, per l'ottenimento dell'autorizzazione ai fini del Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923 n.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b>	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 4 di 43

3267 per la posa e rimozione delle condotte a terra ricadenti in aree soggette a vincolo. In particolare, viene valutata la compatibilità dell'opera con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del contesto territoriale interessato dalla stessa.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b>	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 5 di 43
				<b>Rev. 0</b>

## 2 TRACCIATO DI PROGETTO

Il tracciato di progetto del “Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti” si può suddividere in 2 fasi così distinte:

- Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26”), DP 100 bar – Fase 1
- Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20”), DP 75 bar – Fase 1
- Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26”), DP 75 bar – Fase 2
- Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 6 di 43 Rev. <b>0</b>

La seguente figura (Fig.2.1/A) illustra il tragitto a terra dei metanodotti in progetto.



**Fig.2.1/A - Linee principali in progetto: tracciati a terra**

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 7 di 43  Rev. <b>0</b>

### 3 AREE SOGGETTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO

#### 3.1 Aree soggette a Vincolo Idrogeologico

Il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani” si occupa di boschi e terreni montani, con due tipologie di vincolo:

- vincolo idrogeologico, riferito a quei terreni, di qualsiasi natura e destinazione, che possono subire scotticamenti, perdita di stabilità o un diverso regime delle acque;
- vincolo sui boschi che, per la loro particolare ubicazione, difendono terreni o fabbricati da caduta di valanghe, dal rotolamento dei sassi o dalla furia del vento.

Per i territori vincolati sono segnalate una serie di prescrizioni (dall’art. 1 all’art. 16) sull’utilizzo e la gestione. Il vincolo idrogeologico deve essere tenuto in considerazione soprattutto nel caso di territori montani dove gli indiscriminati e/o opere di edilizia possono creare gravi danni all’ambiente.

Le zone soggette a Vincolo idrogeologico sono state delimitate, per comune, dal Corpo Forestale dello Stato negli anni '30 e '40 del secolo scorso.

La presenza del vincolo idrogeologico su un determinato territorio comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere edilizie che presuppongono movimenti di terra. La necessità di tale autorizzazione riguarda anche gli interventi di trasformazione colturale agraria, che comportano modifiche nell’assetto morfologico dell’area o intervengono in profondità su quei terreni. Il vincolo consente l’inibizione di particolari coltivazioni sul terreno agricolo tutelato previa corresponsione di un indennizzo.

Per la provincia di Savona, in particolare, all’interno della quale ricadono i 5 comuni interessati dal tracciato di progetto e non compresa nella pianificazione di bacino, le aree sottoposte a Vincolo idrogeologico sono delimitate su cartografia IGM in scala 1:25000.

L’interferenza dei tracciati dei metanodotti, in progetto ed in dismissione, con le aree soggette a vincolo idrogeologico sono riportati nelle planimetria in scala 1:10.000 allegate alla presente relazione (vedi Dis. PG-SN-D-11201/11301/11401 “Strumenti di tutela e di pianificazione nazionali”) e sintetizzati nelle due tabelle seguenti (vedi Tab.3.1/A e Tab.3.1/B).

Il tracciato della condotta principale in progetto “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26”), DP 75 bar – Fase 2” interferisce con le aree tutelate ai sensi del Regio Decreto n. 3267 del 1923 in alcuni tratti di percorrenza per una lunghezza complessiva pari a 20,975 km. Tale interferenza si riduce a 18,950 km se non si considerano i tratti in cui la tubazione sarà posta in opera utilizzando metodologie trenchless. Il tracciato in progetto “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20”), DP 75 bar – Fase 1” interessa aree a vincolo idrogeologico per 1,740 km. La linea principale in dismissione, infine, attraversa le aree vincolate citate per una lunghezza complessiva di 20,170 km.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 8 di 43 Rev. 0

**Tab.3.1/A - Vincolo idrogeologico (RD 3267/23)**

Da (km)	A (km)	Percor. parz. (km)	Comune	
<b>Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar, in progetto – Fase 2</b>				
1,255	1,350	0,095	QUILIANO	
1,440	9,015	7,575		
9,015	9,075	0,060	ALTARE	
9,075	9,300	0,225	QUILIANO	
9,300	10,440	1,140	ALTARE	
10,620	11,215	0,595		
11,665	12,395	0,730		
12,395	12,405	0,010	CARCARE	
12,405	12,415	0,010	ALTARE	
12,415	13,640	1,225	CARCARE	
13,800	13,930	0,130		
13,930	14,145	0,215	CAIRO MONTENOTTE	
14,505	14,930	0,425		
14,930	15,010	0,080	CARCARE	
15,010	15,055	0,045	CAIRO MONTENOTTE	
15,055	15,195	0,140	CARCARE	
15,195	17,240	2,045	CAIRO MONTENOTTE	
17,495	18,300	0,805		
18,300	21,495	3,195		
21,535	21,765	0,230		
21,845	21,925	0,080		
21,925	22,170	0,245		
22,170	22,525	0,355		
22,525	22,905	0,380		
22,905	23,135	0,230		
23,535	24,245	0,710		
<b>Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale DN 500 (20"), DP 75 bar, in progetto</b>				
0,265	2,005	1,740		QUILIANO
<b>Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12"), MOP 64 bar – Fase 2</b>				
0,000	6,985	6,985	QUILIANO	
6,985	7,040	0,055	ALTARE	
7,040	7,265	0,225	QUILIANO	
7,265	9,110	1,845	ALTARE	
9,380	9,540	0,160		
9,560	9,585	0,025		
9,810	10,525	0,715		
10,525	11,760	1,235	CARCARE	
11,930	12,050	0,120		
12,050	12,265	0,215	CAIRO MONTENOTTE	
12,635	13,180	0,545		
13,180	13,195	0,015	CARCARE	
13,195	13,265	0,070	CAIRO MONTENOTTE	
13,265	13,290	0,025	CARCARE	

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 9 di 43 Rev. <b>0</b>

**Tab.3.1/B - Vincolo idrogeologico (RD 3267/23)**

Da (km)	A (km)	Percor. parz. (km)	Comune
<b>Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2</b>			
13,290	15,360	2,070	CAIRO MONTENOTTE
15,615	19,680	4,065	
19,715	19,935	0,220	
20,005	20,115	0,110	
20,165	20,655	0,490	
21,550	22,530	0,980	

La compatibilità dell'opera con le finalità della norma, ovvero il mantenimento della stabilità dei terreni e del regime delle acque di scorrimento superficiali, è assicurata dalla realizzazione dei previsti ripristini morfologici e vegetazionali in tutte le aree vincolate.

La realizzazione dell'opera non comporta né la trasformazione delle superfici boscate in altre colture, né la trasformazione di terreni saldi in terreni soggetti a periodiche lavorazioni. Le modificazioni indotte dalla messa in opera delle nuove condotte e dalla rimozione della tubazione esistente risultano, infatti, del tutto temporanee e destinate gradualmente a scomparire con l'affermarsi degli interventi di ripristino morfologico e vegetazionale, previsti.

***L'opera in progetto è ritenuta compatibile con quanto disposto dal vincolo in relazione alle previste opere che saranno realizzate a presidio della sicurezza dell'intervento stesso, volte a garantire, in particolare, la stabilità dei terreni interessati dalla posa dei nuovi metanodotti e dalla rimozione della tubazione in dismissione.***

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 10 di 43 Rev. 0

#### 4 INTERVENTI PER LA DIFESA DEL SUOLO E PER LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Il contenimento dell'impatto ambientale dell'opera in generale e sulle aree soggette a vincolo idrogeologico, in particolare, viene affrontato con un approccio differenziato, in relazione alle caratteristiche del territorio interessato.

Questo approccio prevede sia l'adozione di precise scelte progettuali che siano in grado di ridurre "a monte" l'impatto sull'ambiente, sia la realizzazione di opere di ripristino adeguate, di varia tipologia che permettano anche il recupero ambientale delle aree interessate dai lavori.

Il tracciato della nuova condotta è stato definito andando ad occupare, per quanto possibile, territori in cui le interferenze con le aree urbanizzate e vincolate fossero minime ed in funzione delle infrastrutture Snam Rete Gas esistenti, cui la linea va collegata; in questo modo è stato possibile sfruttare, in alcuni casi, servitù esistenti, compatibilmente con gli sviluppi dei piani territoriali ed urbanistici rispettando, altresì, l'assetto del territorio.

##### 4.1 Interventi di ottimizzazione e mitigazione

Per quanto concerne la messa in opera delle nuove condotte, il tracciato di progetto rappresenta il risultato di un processo complessivo di ottimizzazione, cui hanno contribuito le indicazioni degli specialisti coinvolti nelle analisi delle varie componenti ambientali interessate dal gasdotto, ed anche quanto emerso dalle preliminari condivisioni con le amministrazioni comunali, che hanno consentito di minimizzare le interferenze con gli ambiti attraversati.

Nella progettazione di una linea di trasporto del gas e nella costruzione sono, di norma, adottate alcune scelte di base che permettono, di fatto, una minimizzazione delle interferenze dell'opera con l'ambiente naturale. Nel caso in esame, tali scelte possono così essere schematizzate:

1. ubicazione del tracciato lontano, per quanto possibile, dalle aree di pregio naturalistico;
2. interrimento dell'intero tratto della condotta;
3. taglio ordinato e strettamente indispensabile della vegetazione ed accantonamento dello strato humico superficiale del terreno;
4. accantonamento del materiale di risulta separatamente dal terreno fertile di cui sopra e sua redistribuzione lungo l'area di passaggio;
5. utilizzo dell'area di passaggio o di aree già disturbate per lo stoccaggio dei tubi;
6. utilizzo, per quanto possibile, della viabilità esistente per l'accesso alla fascia di lavoro;
7. adozione delle tecniche dell'ingegneria naturalistica nella realizzazione delle opere di ripristino;
8. programmazione dei lavori, per quanto reso possibile dalle esigenze di cantiere, nei periodi più idonei dal punto di vista della minimizzazione degli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera sull'ambiente naturale.

Alcune di queste soluzioni riducono di fatto l'impatto dell'opera su tutte le componenti ambientali, consentendo una minimizzazione del territorio coinvolto dal progetto, mentre altre opzioni interagiscono più specificatamente su singoli aspetti e contribuiscono a garantire i risultati positivi dei futuri ripristini ambientali.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>	
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 11 di 43	<b>Rev. 0</b>

La seconda e la quinta soluzione, ad esempio, minimizzano l'impatto visivo e paesaggistico; la terza comporta la possibilità di un completo recupero produttivo dal punto di vista agricolo, in quanto, con il riporto sullo scavo del terreno superficiale ricco di sostanza organica, si garantisce il mantenimento dei livelli di fertilità.

Gli interventi di mitigazione sono finalizzati a limitare l'impatto derivante dalla costruzione dell'opera sul territorio, attraverso l'applicazione di alcune modalità operative funzionali ai risultati dei futuri ripristini ambientali, come ad esempio:

- in fase di apertura dell'area di passaggio, il taglio ordinato e strettamente indispensabile della vegetazione e l'accantonamento del terreno fertile;
- in fase di scavo della trincea, l'accantonamento del materiale di risulta separatamente dal terreno fertile di cui sopra;
- in fase di ripristino dell'area di passaggio, il riporto e la riprofilatura del terreno, rispettandone la morfologia originaria e la giusta sequenza stratigrafica: in profondità, il terreno più arido e in superficie, la componente fertile.

## 4.2 Interventi di ripristino

Gli interventi di ripristino ambientale sono eseguiti dopo il rinterro della condotta allo scopo di ristabilire, nella zona d'intervento, gli equilibri naturali preesistenti ed allo stesso tempo di impedire l'instaurarsi di fenomeni erosivi, non compatibili con la sicurezza della condotta stessa.

Si procede inizialmente alle sistemazioni generali di linea che consistono nella riprofilatura dei terreni con le pendenze e le forme originarie, nella riattivazione dei fossi, dei canali irrigui, della rete di deflusso delle acque superficiali, nel ripristino delle piste temporanee di passaggio per l'accesso alle aree di cantiere, ecc.

Successivamente, in conseguenza del fatto che l'opera interessa aree in cui le varie componenti ambientali presentano caratteri distintivi differenti per orografia, morfologia, litologia e condizioni idrauliche, vegetazione ed ecosistemi, le attività di ripristino saranno diversificate per tipologia, funzionalità e dimensionamento; in ogni caso tutte le opere previste da progetto per il ripristino dei luoghi possono essere raggruppate nelle seguenti tre principali categorie:

- ripristini morfologici ed idraulici (paragrafo 4.2.1);
- ripristini idrogeologici (paragrafo 4.2.2);
- ricostituzione della copertura vegetale (ripristini vegetazionali – paragrafo 4.2.3).

L'ubicazione delle diverse tipologie di intervento previste lungo i tracciati in esame è riportata nei relativi elaborati grafici "PLANIMETRIA OPERE DI MITIGAZIONE E RIPRISTINO" (Dis. PG-OM-D-11211, PG-OM-D-11311, PG-OM-D-11411), in scala 1:10000.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 12 di 43 Rev. 0

#### 4.2.1 Ripristini morfologici ed idraulici

##### *Opere di regimazione delle acque superficiali*

Le opere di regimazione delle acque superficiali hanno lo scopo di allontanare le acque di ruscellamento al fine di evitare fenomeni di erosione superficiale ed instabilità del terreno. Tali opere hanno pertanto la funzione di regolare i deflussi superficiali, sia costringendoli a scorrere in fossi e canalizzazioni durevoli, sia attraverso la riduzione della velocità delle correnti idriche mediante la rottura della continuità dei pendii.

Tali tipi di interventi sono generalmente realizzati lungo la maggior parte dei tratti in pendenza, in particolare lungo pendii non coltivati o boscati.

In riferimento al tracciato in esame, questa tipologia di ripristino si prevede in corrispondenza dei tratti di versante caratterizzati da condizioni di acclività da media ad alta.

Quantità ed ubicazione delle opere di regimazione superficiale sono definite in base alla pendenza, alla natura del terreno, all'entità del carico idraulico e non ultimo, alla posizione del metanodotto rispetto ad infrastrutture esistenti.

##### *Opere di sostegno*

Si classificano come opere di sostegno quelle opere che assolvono la funzione di garantire il sostegno statico di pendii e scarpate naturali ed artificiali.

Queste opere possono assolvere funzioni statiche di sostegno, di semplice rivestimento e di tenuta. Possono essere rigide o flessibili, a sbalzo o ancorate e possono, infine, poggiare su fondazioni dirette o su fondazioni profonde.

Ai fini dell'effetto indotto sull'assetto morfologico, possono essere distinte in opere fuori terra (in legname, in massi, in gabbioni o in c.a.), ed in opere interrato che, non essendo visibili, non comportano alterazioni del profilo originario del terreno.

Tale tipo di interventi, in riferimento all'opera in esame, vengono eseguiti per il contenimento di scarpate morfologiche naturali e di origine antropica, specie se associate alla presenza di infrastrutture viarie, variamente presenti lungo l'intero sviluppo dei tracciati.

In situazioni di versante ad acclività media ed elevata, si dovrà ricorrere alla realizzazione di opere di sostegno a scomparsa, limitatamente alla sezione di scavo, che assolvano la funzione di contenimento dei terreni di rinterro.

In altre circostanze, soprattutto in corrispondenza di pendii particolarmente lunghi, potranno essere realizzate strutture di contenimento rompitratta, specie in corrispondenza delle strade che tagliano in alcuni casi i versanti a mezzacosta per il ripristino o il sostegno delle scarpate stradali stesse.

##### *Opere di sostegno rigide*

Si definiscono opere di sostegno rigide quelle caratterizzate dal fatto che l'unico movimento che possono manifestare sotto l'azione dei carichi in gioco è un movimento rigido.

Nell'ambito del progetto in esame, si prevede la realizzazione di:

- paratie di pali trivellati;
- muri di contenimento in c.a..

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 13 di 43 Rev. 0

Si evidenzia che le paratie di pali trivellati, in particolare, risultano sempre interrato e pertanto, non comportano alcun impatto sulle componenti paesaggistiche. Tutte le opere previste saranno eseguite e sagomate sulla base dei disegni di progetto che ne determineranno le caratteristiche dimensionali.

#### *Opere di drenaggio*

Questa tipologia d'intervento è stata inserita nel capitolo delle opere di ripristino morfologico in quanto tali opere esercitano un'importante ed efficace azione relativamente al consolidamento dei terreni ed in generale, alla stabilità dei pendii.

In considerazione che lo scavo della trincea andrà ad interessare litologie rocciose per lo più dotate di buone caratteristiche geomeccaniche, e tali da non mostrare propensione a fenomeni di dissesto, è prevista, soprattutto nei tratti più acclivi e lunghi, la realizzazione, ad intervalli più o meno regolari, di segmenti di letto di posa drenante consistenti in uno strato di ghiaia di spessore minimo di 0,3 m, posto sul fondo dello scavo e rivestito con un telo di tessuto non tessuto con funzione di filtro. Tali drenaggi assolvono il compito di raccogliere e smaltire le acque di infiltrazione che tendono a convogliarsi lungo la trincea di scavo in cui è alloggiata la condotta. Lungo la linea di progetto, si prevede la messa in opera di segmenti di letto di posa drenante in corrispondenza dei tratti, generalmente piuttosto lunghi, dove si configurano condizioni morfometriche di pendenza accentuata.

#### *Opere di difesa idraulica*

Questo tipo di opere hanno la funzione di regimare il corso d'acqua al fine di evitare fenomeni di erosione spondale e di fondo in corrispondenza della sezione di attraversamento della condotta.

Si classificano come "opere longitudinali" quelle che hanno un andamento parallelo alle sponde dei corsi d'acqua ed hanno una funzione protettiva delle stesse; come "opere trasversali" quelle che sono trasversali al corso d'acqua ed hanno la funzione di correggere o fissare le quote del fondo alveo, fino al raggiungimento del profilo di compensazione, al fine di evitare fenomeni di erosione di fondo.

In considerazione del contesto geologico e paesaggistico delle aree attraversate caratterizzato da diffusi affioramenti rocciosi, per i metanodotti in progetto, si è privilegiata la realizzazione di opere di difesa idraulica in massi (scogliere, rivestimenti delle sponde e dell'alveo in massi).

Le difese spondali con scogliere in massi eseguite contro l'erosione delle sponde e per il contenimento dei terreni a tergo, saranno sagomate sulla base dei progetti che ne determineranno le dimensioni, nonché lo sviluppo della parte in elevazione e del piano di fondazione.

#### **4.2.2 Ripristini idrogeologici**

Anche se la profondità degli scavi è generalmente contenuta nell'ambito dei primi 2-3 metri dal piano campagna, i lavori di realizzazione dell'opera possono localmente interferire con il sistema di circolazione idrica sotterranea, come nel caso di tratti particolari quali gli attraversamenti in subalveo o quelli caratterizzati da condizioni di prossimità della falda freatica.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-VI-E-11003	
	ALTO TIRRENO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 14 di 43	Rev. 0

Nel caso in cui tale eventualità si verifichi in prossimità di opere di captazione (pozzi di emungimento, canali di drenaggio interrati) ovvero di emergenze naturali (sorgenti), saranno adottate, prima, durante e a fine lavori, opportune misure tecnico-operative volte alla conservazione del regime freaticometrico preesistente.

In relazione alla variabilità delle possibili cause ed effetti d'interferenza, le misure da adottare per il ripristino dell'equilibrio idrogeologico saranno stabilite di volta in volta scegliendo tra le seguenti tipologie d'intervento:

- rinterro della trincea di scavo con materiale granulare, al fine di preservare la continuità della falda in senso orizzontale;
- esecuzione, per l'intera sezione di scavo, di setti impermeabili in argilla e bentonite, al fine di confinare il tratto di falda intercettata ed impedire in tal modo la formazione di vie preferenziali di drenaggio lungo la trincea medesima;
- rinterro della trincea, rispettando la successione originaria dei terreni (qualora si alternino litotipi a diversa permeabilità) al fine di ricostituire l'assetto idrogeologico originario.
- tempestivo confinamento delle fratture beanti e realizzazione di vincoli impermeabili per il ripristino degli esistenti limiti di permeabilità, qualora si verificano emergenze idriche localizzate in litotipi permeabili per fratturazione (ammassi lapidei).

Le misure costruttive sopracitate, correttamente applicate, garantiscono in generale il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- il ripristino dell'equilibrio idrogeologico nel tratto in cui il tracciato interessa la falda. Tale condizione si ottiene selezionando il materiale di rinterro degli scavi, in modo da ridare continuità idraulica all'orizzonte acquifero intercettato.
- il recupero delle portate drenate in prossimità di punti d'acqua (sorgenti, pozzi o piccole scaturigini) previa esecuzione di locali sistemi di drenaggio e captazione (setti impermeabili di confinamento, corpi drenanti di assorbimento).

#### 4.2.3 Ripristini vegetazionali

Gli interventi di ripristino degli habitat naturali e seminaturali (boschi, arbusteti, pascoli, ecc.) e delle aree coltivate comprendono tutte le opere necessarie a ristabilire le originarie condizioni di efficienza ecologica e di produttività agricola.

Nelle aree agricole, gli interventi di ripristino avranno la finalità di riportare i terreni alla medesima capacità d'uso e fertilità agronomica presenti prima dell'esecuzione dei lavori; nelle aree caratterizzate da vegetazione naturale e seminaturale, i ripristini avranno, invece, la funzione di innescare i processi dinamici che consentiranno di raggiungere, nel modo più rapido e seguendo gli stadi evolutivi naturali, la struttura e la composizione specifica delle cenosi originarie.

I singoli interventi di ripristino vegetazionale si effettueranno nell'ambito di differenti fasi di realizzazione della condotta. Nella fase iniziale di apertura della pista di lavoro si procederà con lo scotico e l'accantonamento dello strato superficiale del terreno mentre, successivamente alla posa, una volta ultimati i ripristini morfologici, il topsoil (strato superficiale più fertile) sarà rimesso in pristino e si procederà alla semina ed al rimboschimento (ove necessario).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 15 di 43 Rev. 0

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

### 5.1 Inquadramento geologico

Il territorio interessato dai tracciati dello studio in oggetto ricade nei comuni di Vado Ligure, Quiliano, Altare, Carcare e Cairo Montenotte ed è compreso nei Fogli della Carta Geologica Italiana in scala 1:25000:

- Carta Geologica Regionale con elementi di Geomorfologia (CGR), tav. 229.3 - Vado Ligure;
- Carta Geologica Regionale con elementi di Geomorfologia (CGR), tav. 229.4 – Savona;

e nei Fogli della Carta Geologica Italiana in scala 1:50000:

- CARG - Foglio 228 Cairo Montenotte;
- CARG - Foglio 211 Dego.

L'inquadramento geologico è stato elaborato utilizzando le informazioni presenti nelle note illustrative della cartografia indicata ed i paragrafi successivi riassumono le caratteristiche principali di ciascun tracciato di progetto.

In generale, il territorio dell'area su cui è posizionato il tracciato di progetto è interessato dalla presenza prevalente del Permo-Carbonifero Brianzonese epimetamorfico a cui corrisponde una morfologia dominante differente, più molle e tondeggianti, qua e là accidentata dalle masse triassiche, soprattutto di dolomie che sono sovrapposte al Permo-Carbonifero, e dalle masse di cristallino (graniti, pegmatiti, gneiss, anfiboliti) associate: queste ultime si estendono anche limitatamente nella fascia dei terreni mesozoici Brianzonesi prevalenti.

Nella parte settentrionale dell'area affiorano lembi isolati della serie di Montenotte.

Tutte le unità del substrato pre-terziario sono state interessate da una storia deformativa polifasica alpina e pre-alpina complessa e molto complessi sono i rapporti tettonici fra le varie serie distinte. Nell'insieme prevalgono linee strutturali a direzione E-W, con carattere prevalente di accavallamenti; subordinatamente si osservano linee trasversali NNW-SSE, con carattere di faglie; un terzo, meno sviluppato, sistema di faglie, ha direzione SW-NE.

L'area rilevata inoltre, è caratterizzata da una tettonica disgiuntiva sviluppatasi durante le fasi tardive dell'evoluzione strutturale della catena con faglie sub-verticali che interessano sia il substrato che i depositi post-orogeni.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> 	<b>UNITA'</b> <b>400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 16 di 43

### 5.1.1 Descrizione geologica dei tracciati

Il paragrafo descrive più in particolare la successione geologica dei terreni e delle formazioni rocciose che si incontrano in corrispondenza dei tracciati di progetto.

#### Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar – Fase 1

Il tracciato di progetto in oggetto ha inizio dalla linea di costa e termina al PDE di Quiliano (compreso) per una lunghezza complessiva di km 2,140.

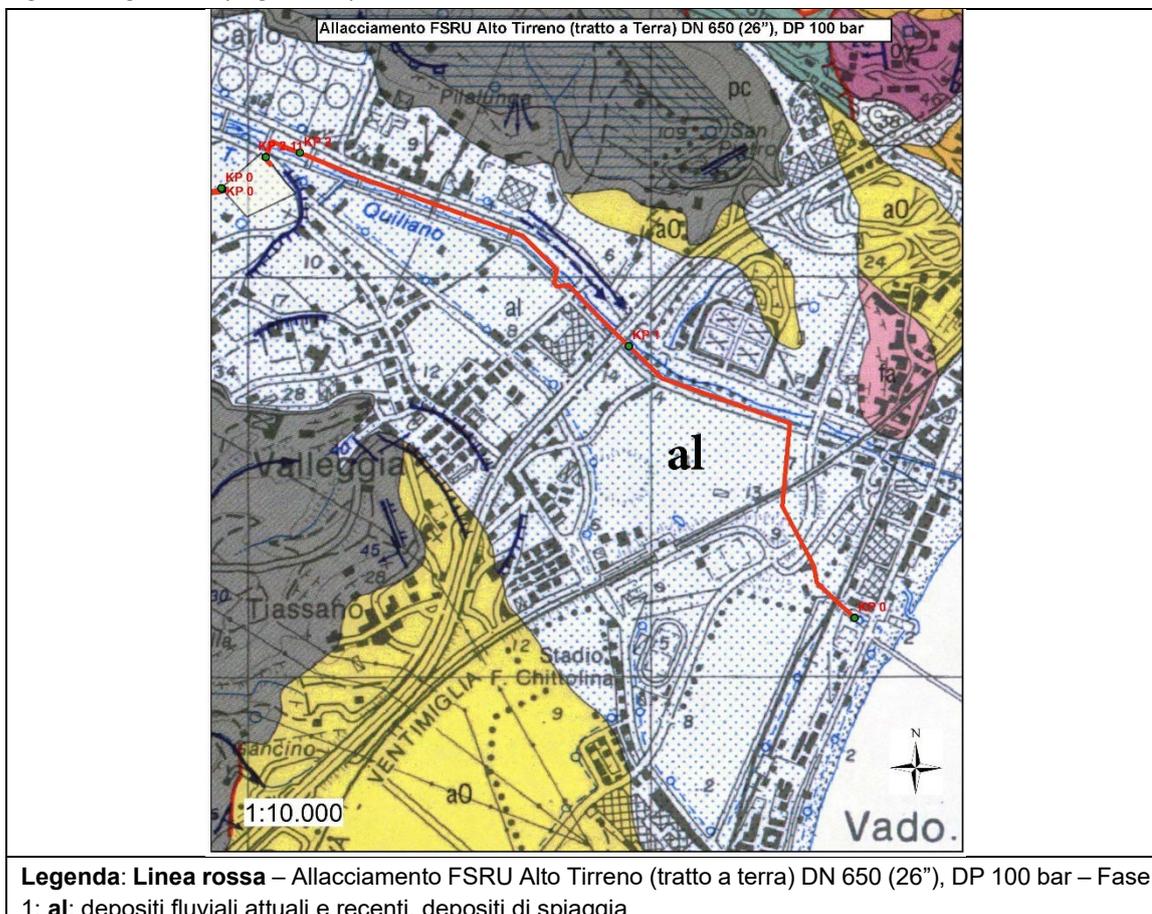
È interamente ubicato nella piana costiera del torrente Quiliano che sfocia sul Mar Ligure, al confine tra la periferia occidentale della città di Savona e quella orientale di Vado Ligure.

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.

La figura seguente (Fig.5.1/A) illustra quanto descritto sopra.



**Fig.5.1/A - Geologia del tracciato di progetto, tratto a terra, da linea di costa al PDE**

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 17 di 43 Rev. <b>0</b>

Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar–Fase 1

Il tracciato di progetto in oggetto ha inizio dall'impianto PDE di Quiliano e termina all'interconnessione con l'allacciamento Tirreno Power per una lunghezza complessiva di km 2,035.

Da kp 0 a kp 0,213 circa il tracciato di progetto si trova sui depositi alluvionali precedentemente descritti (al) rappresentati da depositi fluviali attuali e recenti e da depositi di spiaggia.

Da kp 0,213 a kp 2,035 il tracciato di progetto insiste su depositi appartenenti al periodo del Carbonifero medio e superiore. Si tratta di depositi provenienti da protoliti sedimentari appartenenti al Dominio Brianzonese così classificati:

- *pcG – Scisti di Gorra (Permiano inferiore - Carbonifero superiore)*

Scisti quarzoso micacei fini comunemente di origine mista da sedimenti pelitici con inquinamento di materiale vulcanico acido (tufiti, piroclastiti). Scisti quarzoso micacei bianco argentei, metaquarziti fini bianche monomineraliche, locali intercalazioni di metabasiti della formazione di Eze pcG\*, con subordinate intercalazioni di Porfiroidi del Melogno.

- *pcM – Formazione di Murialdo (Carbonifero superiore)*

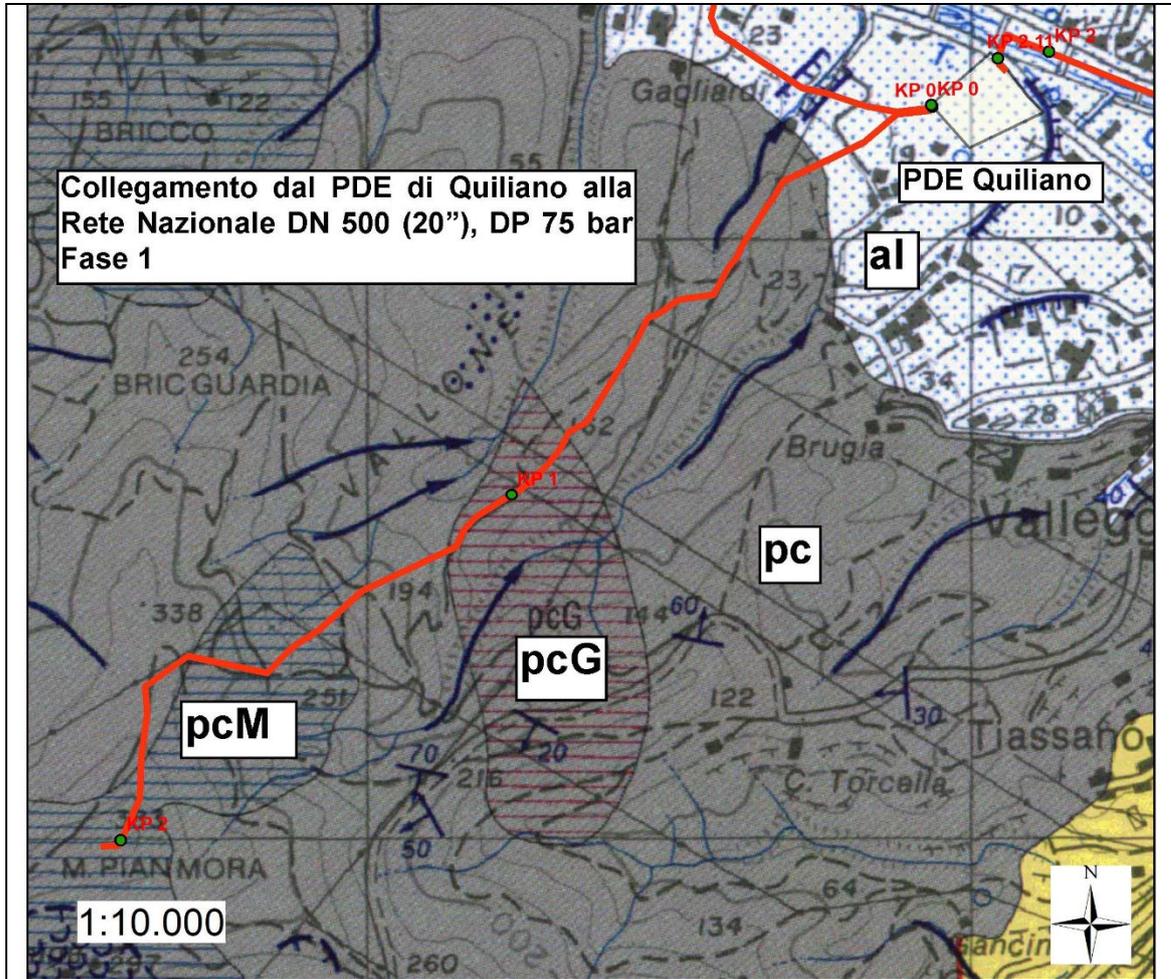
Filladi e micascisti carboniosi con caratteristiche lenti e vene di quarzo contorte. Spesso i sedimenti permiani risultano commisti a lembi della formazione di Eze rappresentati per lo più da metabasiti scistose di colore verdastro i cui affioramenti non risultano cartografabili alla scala del rilievo.

- *pc – Metasedimenti Permiani (Permiano inferiore - Carbonifero superiore)*

Metasedimenti riferibili a diverse rocce appartenenti a diverse formazioni di età Permiana e Carbonifera affioranti sul territorio e non cartografabili separatamente; queste comprendono: la Formazione degli Scisti di Gorra, la Formazione degli Scisti Viola, la Formazione di Ollano e la Formazione di Murialdo. Il complicato assetto strutturale e la difficoltà di riconoscere attraverso l'esame macroscopico le rocce appartenenti a ciascuna formazione, ha imposto la scelta di non delimitare graficamente le singole formazioni sopra indicate.

La figura alla pagina seguente (Fig.5.1/B) illustra quanto descritto sopra.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 18 di 43
				Rev. <b>0</b>



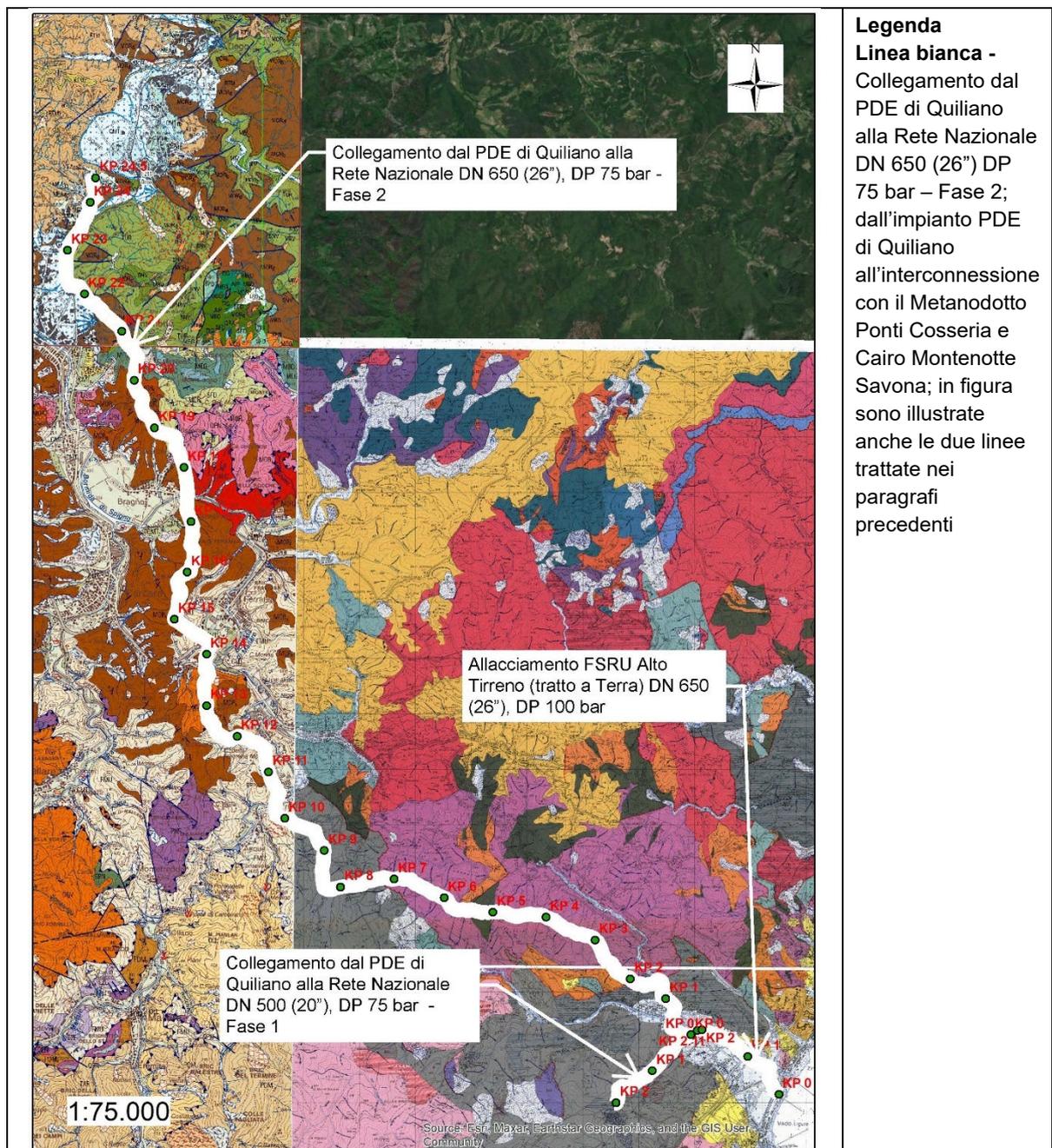
**Legenda:** Linea rossa – Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20”), DP 75 bar – Fase 1; **al:** depositi fluviali attuali e recenti, depositi di spiaggia; **pc:** metasedimenti Permiani (Permiano inferiore - Carbonifero superiore); **pcG:** Scisti di Gorra (Permiano inferiore - Carbonifero superiore); **pcM:** Formazione di Murialdo (Carbonifero superiore)

**Fig.5.1/B - Geologia del tracciato di progetto, dall’impianto PDE all’allacciamento Tirreno Power**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> 	<b>UNITA'</b> <b>400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 19 di 43

Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2

Il tracciato di progetto in oggetto 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 24,520 (quadro geologico d'insieme, Fig.5.1/C). Di seguito si elencano le formazioni geologiche attraversate dal tracciato di progetto. Per facilitare la lettura si illustrano le formazioni descritte nelle figure successive.



**Fig.5.1/C - Geologia del tracciato di progetto, dall'impianto PDE all'allacciamento rete nazionale**

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>	
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 20 di 43	<b>Rev. 0</b>

In particolare, da kp 0 a kp 1,410 il tracciato di progetto si trova sui depositi alluvionali precedentemente descritti (al) rappresentati da depositi fluviali attuali e recenti e da depositi di spiaggia.

Da kp 1,410 a kp 1,932 il tracciato di progetto insiste su depositi appartenenti al periodo del Carbonifero medio e superiore (Dominio Brianzonese). Si tratta di depositi provenienti da protoliti sedimentari appartenenti al Dominio Brianzonese così classificati (Fig.5.1/D):

- *pc e pcM – Formazione di Murialdo (Carbonifero superiore)*

Filladi e micascisti carboniosi con caratteristiche lenti e vene di quarzo contorte. Spesso i sedimenti permiani risultano commisti a lembi della formazione di Eze rappresentati per lo più da metabasiti scistose di colore verdastro i cui affioramenti non risultano cartografabili alla scala del rilievo.

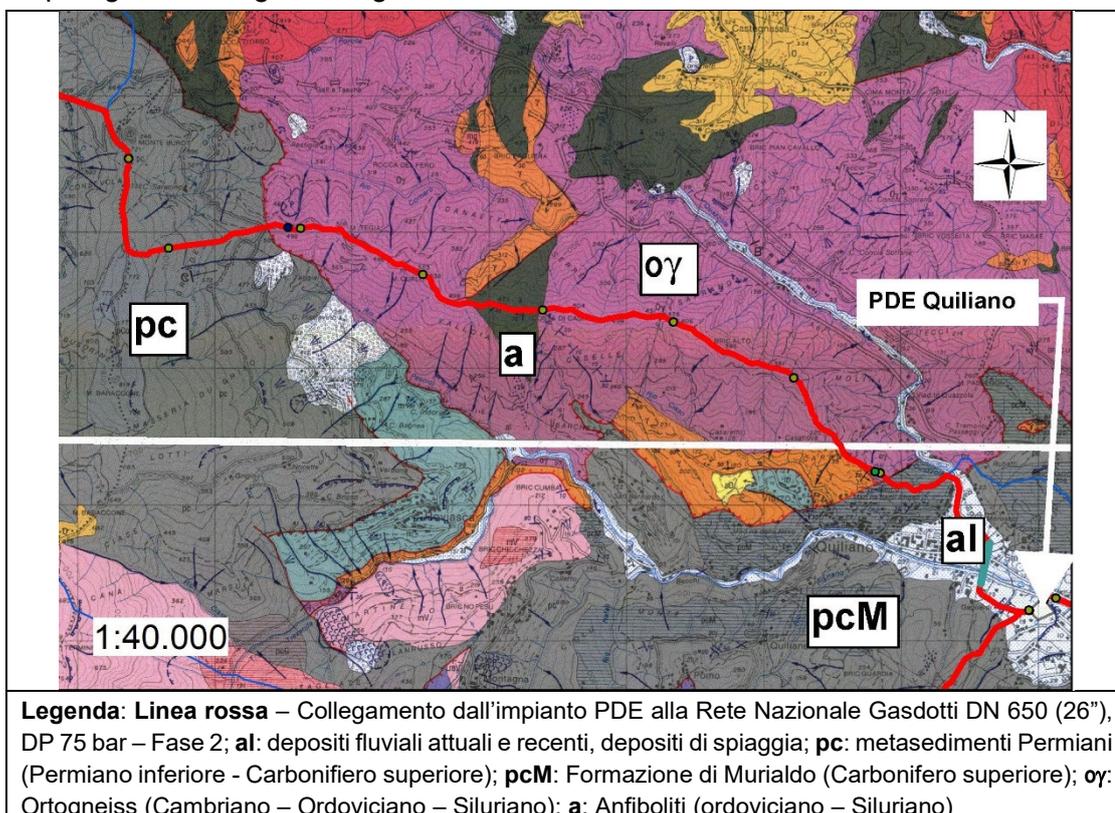
Da kp 1,932 a kp 5,545 il tracciato di progetto è ubicato sulle formazioni dell'Unità Savona-Calizzano (Fig.5.1/D). Si tratta di:

- *oγ - Ortogneiss (Cambriano – Ordoviciano – Siluriano)*

ortogneiss con sovrainpronta polimetamorfica in facies anfibolitica prealpina; metagranitoidi a grana grossolana con megacristalli di K-feldspato (fino a 4 cm) con strutture magmatiche relitte; ortogneiss con biotite e muscovite fortemente scistososi;

- *a – Anfiboliti (Ordoviciano – Siluriano)*

metabasiti massicce, polimetamorfiche, in facies anfibolitica, localmente granatifere, metabasiti polimetamorfiche a grana generalmente da fine a media, con relitti di paragenesi eclogitiche e granato.



**Fig.5.1/D - Geologia del tracciato di progetto, comuni di Vado e Quiliano**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> 	<b>UNITA'</b> <b>400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 21 di 43

Il tracciato di progetto continua, sia con modalità costruttiva a cielo aperto che in sotterraneo (MT Swaami Gitananda), ad insistere su depositi rappresentati dalla Formazione di Murialdo (sopra citata) fino al kp 11,838.

Da kp 11,838 fino a kp 12,900 il tracciato si trova nei depositi del bacino ligure-piemontese, all'interno del membro inferiore della formazione di Molare (Oligocene) così descritti:

- *MORb – Formazione di Molare (Oligocene inf – Oligocene sup.)*

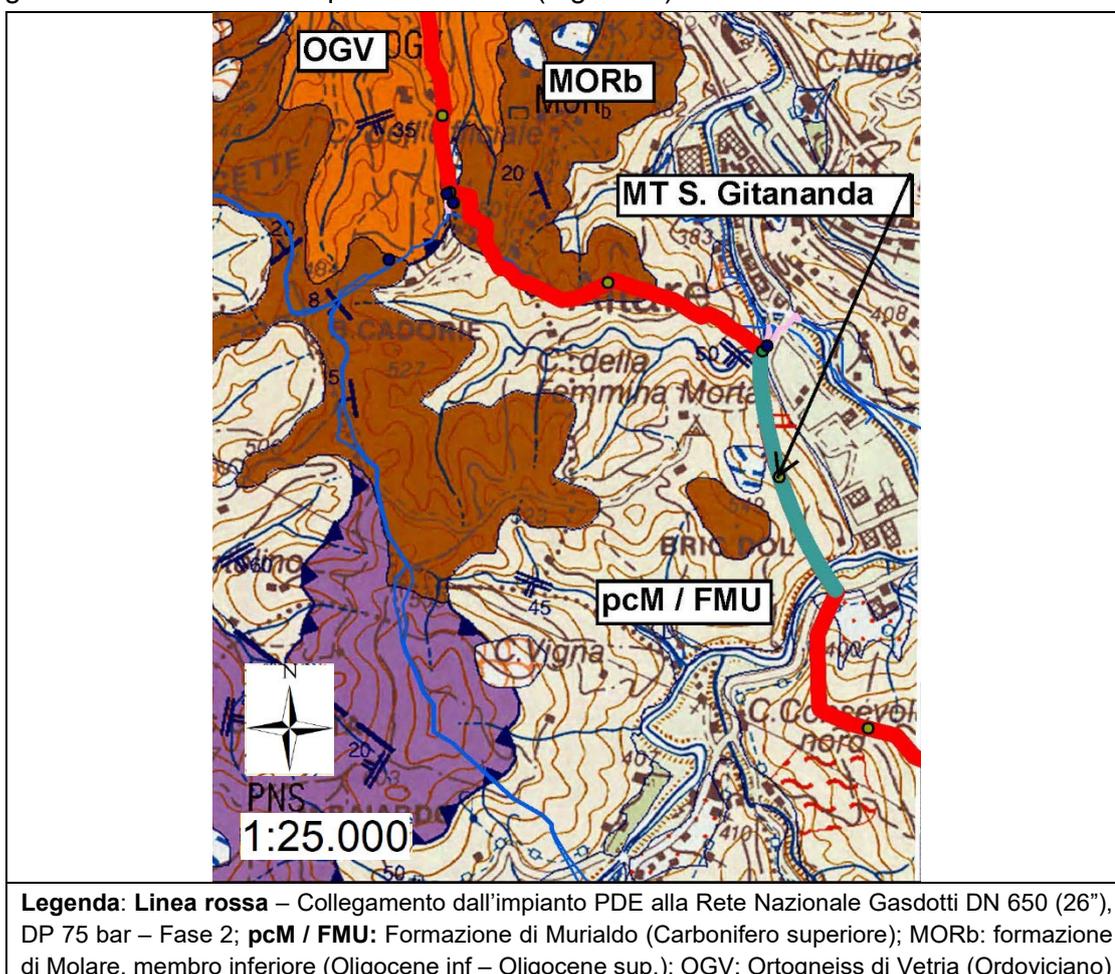
Conglomerati mal selezionati con dimensioni molto varie (blocchi fino a 2 metri) in rozze bancate, con clasti poligenici e matrice arenacea grossolana. Si osservano alternanze di arenarie medie e grossolane in strati da centimetrici a metrici. Spessore molto variabile (da pochi metri fino a 80-100 metri).

Da kp 12,900 fino a kp 13,730 il tracciato attraversa i terreni ascrivibili all'unità tettonostratigrafica Calizzano-Savona per quanto riguarda la formazione degli ortogneiss di Vetria:

- *OGV – Ortogneiss di Vetria (Ordoviciano medio)*

Ortogneiss granitoidi con associazione pre-alpina a K-feldspato, oligoclasio, quarzo, muscovite e biotite subordinata, paragenesi metamorfica alpina, granati.

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.5.1/E).



**Fig.5.1/E - Geologia del tracciato di progetto, comuni di Quiliano e Altare**

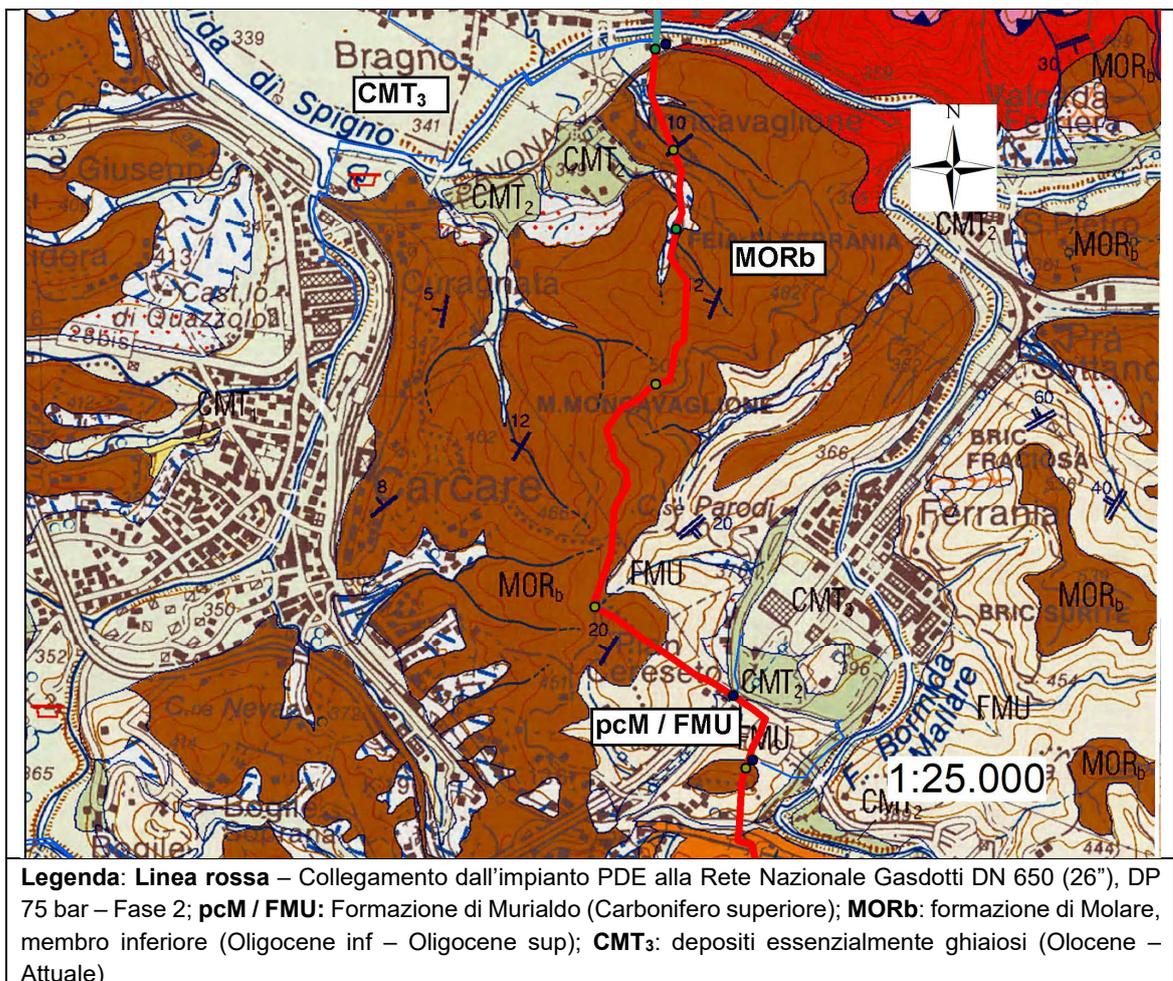
	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-VI-E-11003
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 22 di 43 Rev. 0

Il tracciato di progetto continua nei depositi della Formazione di Murialdo sino al kp 14,700 per poi rientrare nuovamente nel membro inferiore della Formazione di Molare sino al kp 17,385 quando si incontrano i depositi essenzialmente ghiaiosi olocenici del subsistema di Cairo Montenotte:

- *CMT<sub>3</sub> – Subsistema di Rocchetta Cairo (Olocene – Attuale)*

Depositi essenzialmente ghiaiosi, solitamente a tessitura clasto-sostenuta, localmente contenenti rilevanti quantità di matrice sabbiosa e clasti di dimensioni anche pluridecimetriche. Alterazione pressoché nulla. Costituiscono l'attuale fascia di esondazione della Bormida e dei loro principali affluenti nonché le basse superfici terrazzate sospese a non più di 6-8 metri dall'alveo, esondabili in caso di piene eccezionali (depositi fluviali).

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.5.1/F).



**Fig.5.1/F - Geologia del tracciato di progetto, comuni di Altare e Carcare**

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-VI-E-11003
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 23 di 43 Rev. 0

Il tracciato di progetto continua ad insistere nei depositi fluviali sia a cielo aperto che in sotterraneo (MT Bragno) fino al kp 17,530 quando si incontrano le formazioni del deposito brianzonese (Unità tettonostratigrafica di Pamparato-Murialdo) così descritte:

- *NUC – Ortogneiss di Nucetto (Ordoviciano sup.)*

Ortogneiss granitoidi a grossi fenocristalli (1-5 cm) di k-feldspato, quarzo, muscovite e biotite. Associazione metamorfica alpina rappresentata da aggregati di albite, tengite, epidoto e clorite.

Dopo un breve passaggio nei depositi della Formazione di Molare (MORb), al kp 18,150 si osservano i terreni dell'unità tettonostratigrafica del Bormida così descritti:

- *QPN – Quarziti di Ponte Nava (Scitico)*

Quarziti biancastre e verdine, con spessore inferiore a 50 metri, fengitiche, raramente scistose, in strati e banchi, a luoghi con concentrazioni ematitiche e sottili intercalazioni di peliti verdi e violacee, più frequenti verso la sommità.

Il tracciato prosegue, da kp 18,340 fino al kp 18,890, nei depositi dell'unità tettonostratigrafica di Montenotte così classificati:

- *SFD – Scisti filladici (Cretacico sup.)*

Scisti filladici grigi e neri, molto micacei, argilloscisti di colore grigio chiaro e calcescisti scuri, molto alterati, con patine rosso-brunastre.

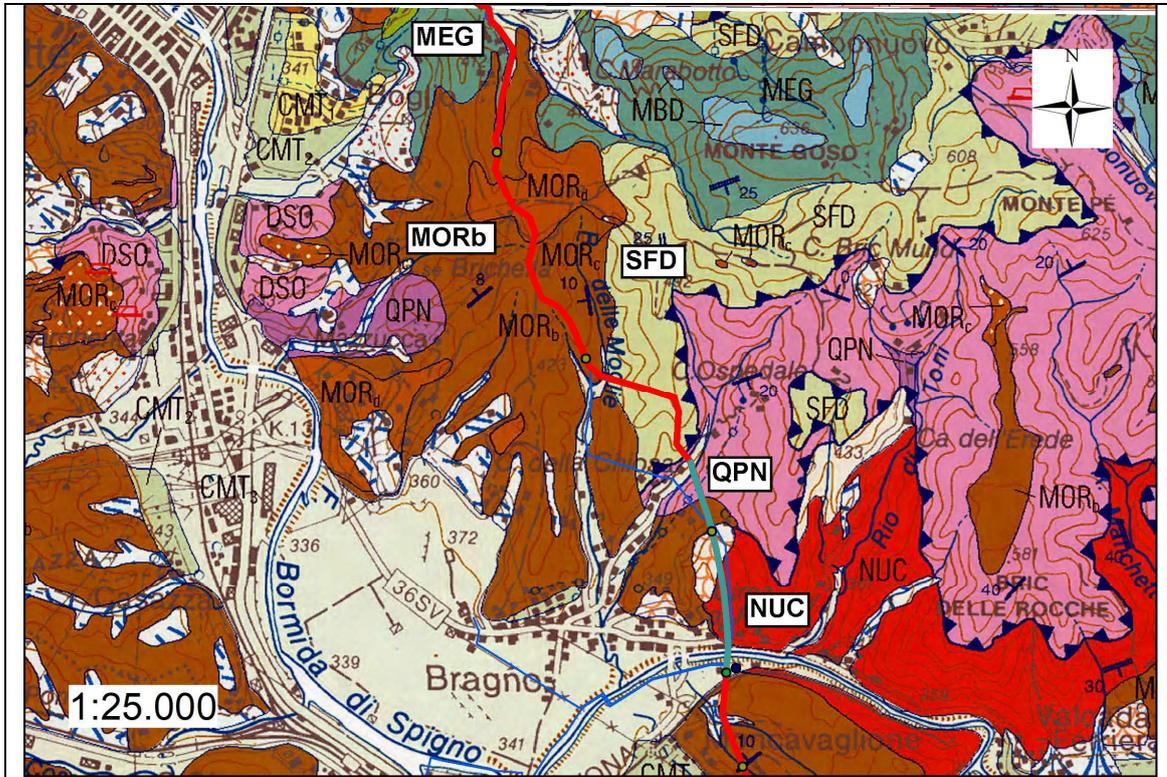
Dopo un altro passaggio nella Formazione di Molare (MORb), al kp 19,960 si incontra un'altra formazione dell'unità tettonostratigrafica di Montenotte così descritta:

- *MEG – Metagabbri (Dogger)*

Metagabbri a ossidi di Fe e Ti, a grana grossa, a relitti di clinopirosseno, con paragenesi metamorfica alpina ad anfibolo sodico, pirosseno sodico, ecc, localmente retrocesse in facies di Scisti Verdi.

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.5.1/G).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> 	<b>UNITA'</b> <b>400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO	<b>REL-VI-E-11003</b>	
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 24 di 43	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Legenda:** Linea rossa – Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2; **MOR<sub>b</sub>**: formazione di Molare, membro inferiore (Oligocene inf – Oligocene sup); **NUC**: Ortogneiss di Nucetto (Ordoviciano sup.); **QPN**: Quarziti di Ponte Nava, **SFD**: Scisti Filladici; **MEG**: Metagabbri

**Fig.5.1/G - Geologia del tracciato di progetto, comune di Cairo Montenotte**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> 	<b>UNITA'</b> <b>400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 25 di 43

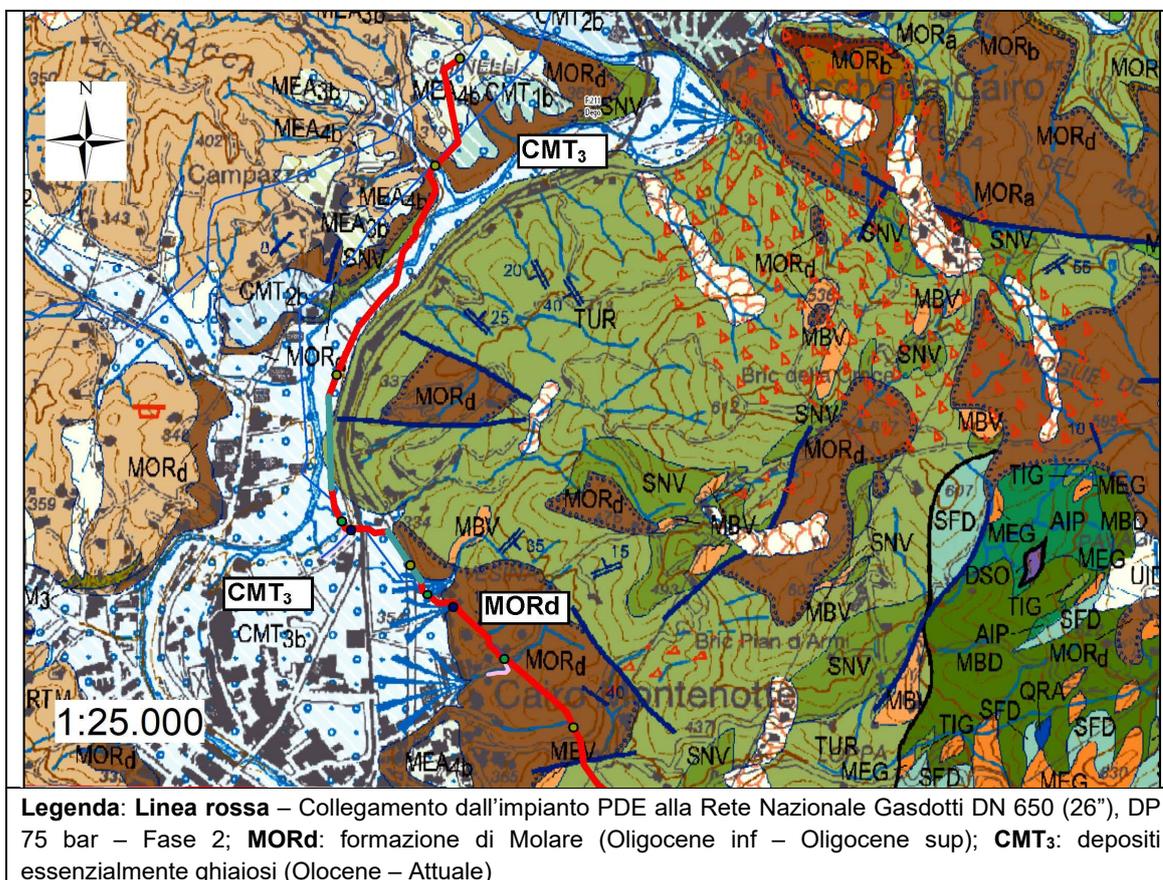
Il tracciato di progetto, al kp 20,850, entra nuovamente nella Formazione di Molare (MORd) che qui è presente nella facies così classificata:

- *MORd – Formazione di Molare (Oligocene inf.)*

Arenarie di varie granulometrie, localmente con laminazioni parallele od oblique a basso angolo, spesso fossilifere e bioturbate, in strati e banchi amalgamati, con locali e subordinate intercalazioni conglomeratiche, spessore fino a 80 metri.

Al kp 21,780 il tracciato insiste nuovamente sui depositi essenzialmente ghiaiosi olocenici del subsistema di Cairo Montenotte (CMT<sub>3</sub>) descritti precedentemente, fino al termine, kp 24,520, fatta eccezione per brevissimi passaggi nella Formazione di Molare.

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.5.1/H).



**Fig.5.1/H - Geologia del tracciato di progetto, comune di Cairo Montenotte**

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 26 di 43 Rev. <b>0</b>

## 5.2 Inquadramento geomorfologico

Il territorio attraversato dal tracciato 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

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

In generale si individuano le seguenti caratteristiche geomorfologiche prevalenti:

- le ovvie e tipiche forme pianeggianti, talvolta sospese, dei settori coperti da coltri alluvionali quaternarie;
- le forme montonate, interrotte da pareti e segmenti ripidi e ripidissimi, tipiche degli areali in cui dominano i conglomerati oligocenici della formazione di Molare;
- le forme mediamente acclivi, diffusamente rimodellate dalla presenza di potenti coltri di copertura tipiche di substrati alterabili e alterati, comuni a diverse formazioni e unità in facies fogliettate, filladiche e particolarmente sconnesse e alterate, sia dell'Unità Savona-Calizzano, sia del Tegumento Permo-Carbonifero;
- le forme prevalentemente lineari, spoglie e moderatamente acclivi dei versanti modellati su facies anfiboliche, o di altre facies metamorfiche massicce, tenaci e meno alterabili.

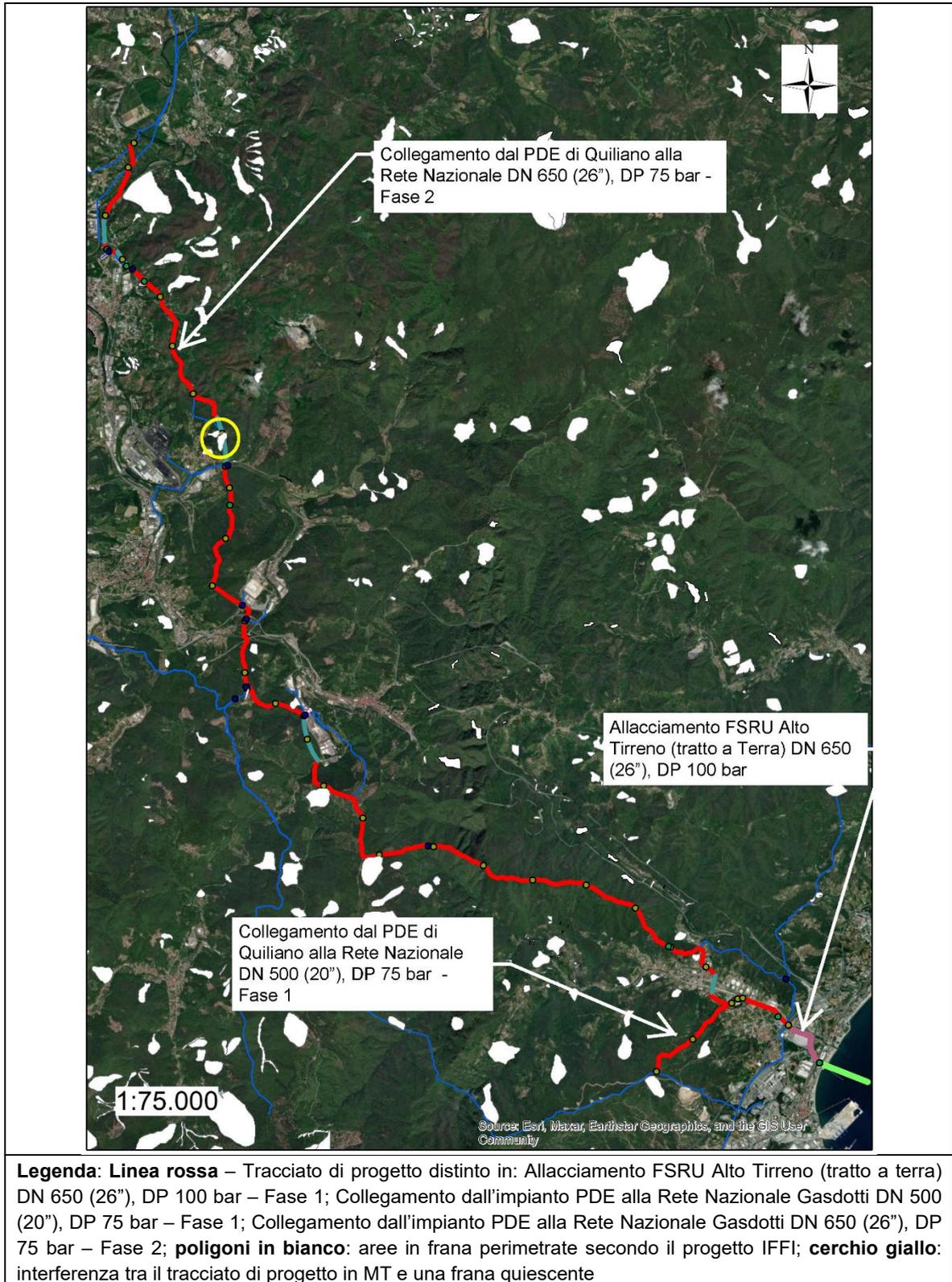
### 5.2.1 Processi di degradazione dei versanti

Una visione d'insieme dei fenomeni franosi perimetrati nell'area Interessata dal tracciato di progetto è riportata in Fig.5.2/A che riporta le informazioni estratte dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia del progetto IFFI (<https://www.progettoiffi.isprambiente.it/inventario/>).

Come è possibile notare, non sussistono interferenze tra il tracciato di progetto e le aree perimetrare secondo il progetto IFFI se non per un'area situata a kp 18 circa. Si tratta in particolare di una frana quiescente che è stata stabilizzata, che ha un tipo di movimento complesso (id 0090098700 del catalogo IFFI) e che viene attraversata in sotterraneo dal tracciato di progetto (MT Bragno).

La scelta di tale tecnologia di attraversamento, infatti, permetterà di annullare quasi totalmente l'interferenza in oggetto.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> 	<b>UNITA'</b> <b>400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 27 di 43



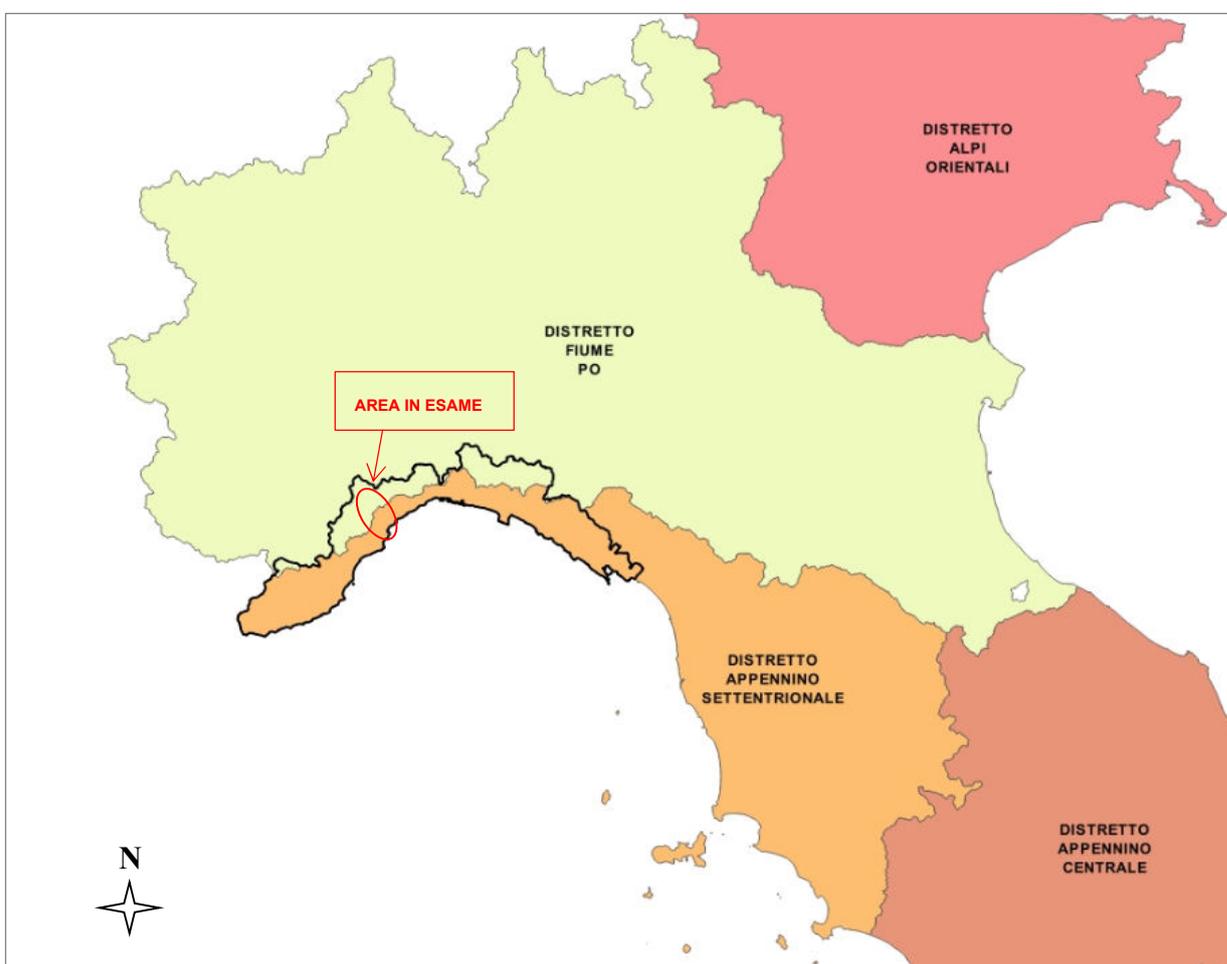
**Fig.5.2/A - Progetto IFFI**

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 28 di 43 Rev. <b>0</b>

### 5.3 Piani di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A) e Piani stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)

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 (Fig.5.3/A).



**Fig.5.3/A - Perimetrazioni dei nuovi Bacini distrettuali con indicazione dell'area d'intervento**

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.

Nell'ambito di competenza del Distretto del Fiume Po ricadono i seguenti piani stralcio:

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 29 di 43  Rev. <b>0</b>

- ✓ Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) - Distretto del Fiume Po, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo "cicli di pianificazione", in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il "primo ciclo" ha avuto validità per il periodo 2016-2021.

Attualmente è in corso il secondo ciclo. In tal senso la Conferenza Istituzionale permanente dell'Autorità di bacino distrettuali del fiume Po ha adottato all'unanimità ai sensi degli art. 65 e 66 del D.Lgs 152/2006 il primo aggiornamento del PGRA, con Delibera n.5 del 20 dicembre 2021.

- ✓ Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI), approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001, con la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Tale piano è stato oggetto di successive varianti, soprattutto di carattere locale ma in qualche caso anche di carattere generale e che riguardano anche la delimitazione delle fasce fluviali.

In particolare si segnala che, con delibera n. 5 del 17 dicembre 2015, il Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po ha adottato il progetto di variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) - integrazioni all'elaborato 7 (Norme di attuazione) e il progetto di variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del delta del fiume Po (PAI delta) - integrazioni all'elaborato 5 (Norme di attuazione), finalizzati al coordinamento tra tali Piani ed il Piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA), ai sensi dell'art. 7, comma 3, lettera a), del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49. Il progetto di variante summenzionato è stato poi successivamente approvato con Decreto del Presidente del Consiglio Dei Ministri del 22 febbraio 2018.

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

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

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

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-VI-E-11003	
	ALTO TIRRENO		Fg. 30 di 43	Rev. 0
PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

- con l'adozione del primo aggiornamento, le mappe del PGRA 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 PGRA con DPCM, continuano, a trovare applicazione i relativi Piani stralcio di bacino relativo all'assetto idrogeologico (PAI) emanati dalle soppresse Autorità di bacino;
  - a seguito dell'entrata in vigore del PGRA conseguente alla pubblicazione del DPCM sulla Gazzetta Ufficiale, nel territorio ligure, il PGRA sostituirà il PAI vigente a far data dall'entrata in vigore della disciplina emanata dalla Regione Liguria diretta a dare applicazione alle disposizioni del PGRA nel settore urbanistico.
- ✓ Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) 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) (Tab.5.3/ A):

**Tab.5.3/ A - Classi di Pericolosità da Alluvione**

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

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:

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-VI-E-11003
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 31 di 43 Rev. 0

- 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)

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.

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

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

La Disciplina del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGR) 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 di Attuazione dei Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

### 5.3.1 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.).

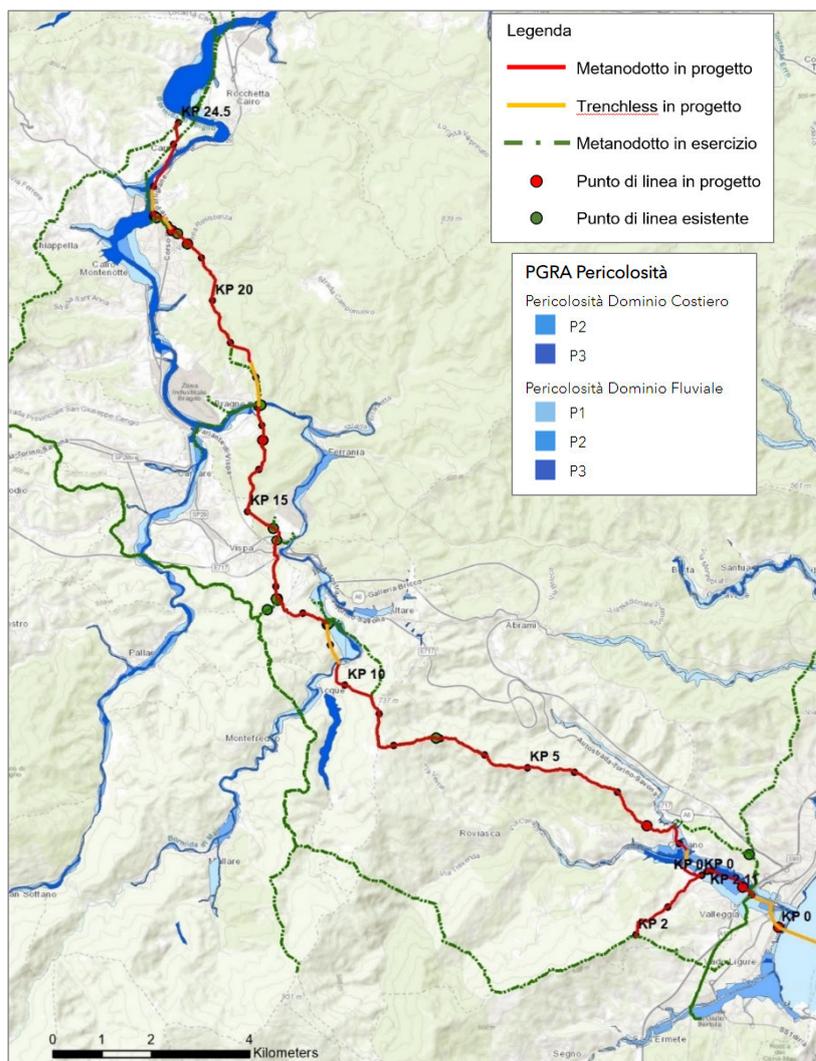
Riguardo il pericolo idraulico, la seguente figura (Fig.5.3/B) derivata dalla cartografia dei PGR (primo aggiornamento 2021-2027 in attuazione alla Dir. 2007/60/CE relativa alla valutazione e

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-VI-E-11003
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 32 di 43 Rev. 0

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 (Fig.5.3/B) 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).



**Fig.5.3/B - 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)**

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 33 di 43 Rev. 0

Per quanto riguarda l'assetto idraulico, i tratti di interferenza con gli ambiti di competenza dei PGRA sono riportati nella tabella seguente (Tab.5.3/B) e cartografati nella suddetta planimetria.

**Tab.5.3/B - PGRA: Pericolosità idraulica**

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
<b>Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar – Fase 1, in progetto</b>				
0,000	0,045		Vado Ligure	P1
0,075	0,175		Vado Ligure	P1
0,175	0,220	0,045 (*)	Vado Ligure	P1
0,220	0,230	0,010 (*)	Quiliano	P1
0,265	0,375	0,110 (*)	Quiliano	P1
0,390	0,405	0,015 (*)	Quiliano	P1
0,405	0,540	0,135 (*)	Quiliano	P2-P1
0,540	0,885	0,345 (*)	Quiliano	P3-P2-P1
0,885	1,030		Quiliano	P3-P2-P1
1,050	1,185		Quiliano	P3-P2-P1
1,185	1,205		Quiliano	P2-P1
1,205	1,235		Quiliano	P3-P2-P1
1,235	1,265		Quiliano	P2-P1
1,265	2,105		Quiliano	P3-P2-P1
2,105	2,115		Quiliano	P2-P1
2,115	2,120		Quiliano	P1
<b>Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar – Fase 1, in progetto</b>				
0,000	0,080		Quiliano	P1
<b>Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2, in progetto</b>				
0,000	0,085		Quiliano	P1
0,200	0,210		Quiliano	P3-P2-P1
0,445	0,460		Quiliano	P2-P1
0,460	0,470		Quiliano	P3-P2-P1
0,470	0,595	0,125 (*)	Quiliano	P3-P2-P1
0,595	0,695	0,100 (*)	Quiliano	P2-P1
0,695	0,775	0,080 (*)	Quiliano	P3-P2-P1
0,775	0,815		Quiliano	P3-P2-P1
0,815	0,845		Quiliano	P2-P1
0,845	1,365		Quiliano	P3-P2-P1
1,365	1,455		Quiliano	P1
10,550	10,585		Altare	P2-P1
10,585	10,610	0,025 (*)	Altare	P2-P1
10,610	10,645	0,035 (*)	Altare	P3-P2-P1
17,395	17,430		Cairo Montenotte	P2-P1
17,430	17,450	0,020 (*)	Cairo Montenotte	P2-P1

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 34 di 43 Rev. 0

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
17,450	17,480	0,030 (*)	Cairo Montenotte	P3-P2-P1
22,355	22,360		Cairo Montenotte	P1
22,360	22,375		Cairo Montenotte	P2-P1
22,375	22,525		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
22,525	22,545	0,020 (*)	Cairo Montenotte	P3-P2-P1
22,545	22,645	0,100 (*)	Cairo Montenotte	P2-P1
22,645	22,905	0,260 (*)	Cairo Montenotte	P1
22,905	23,005		Cairo Montenotte	P1
23,315	23,335		Cairo Montenotte	P1
23,335	23,455		Cairo Montenotte	P2-P1
23,455	23,535		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
23,535	23,660		Cairo Montenotte	P2-P1
23,660	23,695		Cairo Montenotte	P1
23,965	23,975		Cairo Montenotte	P2-P1
23,975	23,980		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
23,980	23,985		Cairo Montenotte	P1
<b>Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2</b>				
0,410	0,415		Cairo Montenotte	P1
0,415	0,425		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
0,425	0,430		Cairo Montenotte	P2-P1
1,295	1,340		Cairo Montenotte	P1
1,340	1,425		Cairo Montenotte	P2-P1
1,425	1,890		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
1,890	1,905		Cairo Montenotte	P2-P1
1,905	2,160		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
2,160	2,175		Cairo Montenotte	P2-P1
2,175	2,180		Cairo Montenotte	P1
7,085	7,115		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
7,115	7,165		Cairo Montenotte	P2-P1
13,065	13,175		Altare	P2-P1
13,175	13,565		Altare	P3-P2-P1
13,565	13,630		Altare	P2-P1
13,630	13,640		Altare	P1
13,660	13,725		Altare	P1
13,775	13,795		Altare	P1
13,800	13,970		Altare	P2-P1
13,970	13,980		Altare	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”.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>	
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 35 di 43	<b>Rev. 0</b>

In particolare, il metanodotto “Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26”), DP 100 bar – Fase 1” interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di 1,495 km, che si riduce a 1,150 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di 1,690 km, che si riduce a 1,210 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 2,020 km, che si riduce a 1,360 km considerando i tratti trenchless.

Il metanodotto “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20”), DP 75 bar – Fase 1” interessa:

- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 0,080 km.

Il metanodotto “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26”), DP 75 bar – Fase 2” interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di 1,105 km, che si riduce a 0,815 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di 1,735 km, che si riduce a 1,200 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 2,335 km, che si riduce a 1,540 km considerando i tratti trenchless.

Il metanodotto principale in dismissione “Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2” interessa le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva pari a 1,145 km, le aree P2 per una lunghezza complessiva pari a 1,660 km e le aree P1 per una lunghezza di 1,820 km.

In merito alla compatibilità Idraulica dell’intervento è necessario ribadire che il metanodotto in progetto rappresenta un’infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas, che risulta tra le tipologie d’intervento per le quali, ai sensi delle Norme di Piano, è 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 (Tab.5.3/C):

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-VI-E-11003	
	ALTO TIRRENO		Fg. 36 di 43	Rev. 0
PROGETTO		Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		

**Tab.5.3/C - PGRA: Pericolosità idraulica**

Prog. (km)	Impianto	Comune	Classe di pericolosità
<b>Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar – Fase 1, in progetto</b>			
0,000	PIL 1	Vado Ligure	P1
1,250	PIL 2	Quiliano	P2-P1
2,120	Wobbe Quiliano 1	Quiliano	P2-P1
<b>Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar – Fase 1, in progetto</b>			
0,000	Wobbe Quiliano 1	Quiliano	P1
2,000	Interconnessione con All.Tirreno Power DN 500	Quiliano	-
<b>Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2, in progetto</b>			
0,000	Impianto PDE di Quiliano	Quiliano	P1
2,035	PIDI 1 con Interconnessione DN 300	Quiliano	-
11,425	PIDS/PIDA 1.1	Altare	-
12,750	PIDI 2	Carcare	-
16,680	PIL 3	Cairo Montenotte	-
17,410	PIDI 4	Cairo Montenotte	P2-P1
21,405	PIDA 4.1	Cairo Montenotte	-
21,855	PIL 5	Cairo Montenotte	-
22,380	PIDI 6	Cairo Montenotte	P3-P2-P1
24,525	Impianto finale	Cairo Montenotte	-

e in dismissione (Tab.5.3/D):

**Tab.5.3/D - PGRA: Pericolosità idraulica**

Prog. (km)	Impianto	Comune	Classe di pericolosità
<b>Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12"), MOP 64 bar – Fase 2</b>			
2220	PIDI 33	Cairo Montenotte	-
2785	PIL 33.1	Cairo Montenotte	-
3080	PIDA 4102154/1	Cairo Montenotte	-
7155	HPRS di Bragno	Cairo Montenotte	P2-P1
7880	PIL 4500510/2	Cairo Montenotte	-
10515	PIDS 20709/1	Cairo Montenotte	-
11850	PIDI DI VISPA 4500510/2.1	Carcare	-
13135	PIDS 4103134/0.1	Altare	P2-P1
13455	PIDA 4104307/1	Altare	P3-P2-P1
17615	PIL 4500510/5	Quiliano	-

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 determinino modificazioni sostanziali rispetto alle condizioni fisiche e idrologiche locali preesistenti, non

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b>	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 37 di 43
				<b>Rev. 0</b>

alterano i fenomeni idraulici naturali, non determinano un aumento dei rischi e non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque.

Per una trattazione più approfondita delle disposizioni normative relative agli strumenti di pianificazione territoriale, inclusa la recente DGR/428/2021, si rimanda alla consultazione dello Studio Ambientale (Doc. n. REL-AMB-E-00001).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 38 di 43 Rev. 0

## 5.4 CENNI DI IDROGEOLOGIA

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dal tracciato di progetto sono derivate naturalmente dalle particolarità geologiche e geomorfologiche presenti.

Di seguito si forniscono le informazioni principali relative alla permeabilità delle varie formazioni che affiorano nell'area descritte precedentemente (vedi paragrafo 5.1) derivanti da dati reperiti presso i siti istituzionali dei Comuni coinvolti e dalle Note Illustrative della carta geologica in scala 1:50000 (CARG).

In generale la permeabilità viene distinta in base al movimento dell'acqua nel terreno: si distinguono così permeabilità per fratturazione e fessurazione, prevalenti negli ammassi rocciosi e permeabilità per porosità, caratteristiche dei materiali sciolti.

Laddove il paesaggio è prevalentemente modellato in ammassi rocciosi cristallini, si osserva una permeabilità di tipo secondario legata al grado di fratturazione/tettonizzazione dei litotipi esistenti, i cui valori sono generalmente di grandezza limitata. Le coltri detritiche di copertura e la piana alluvionale di fondovalle sono invece sede di permeabilità di tipo primario per porosità, con presenza di falde acquifere apprezzabili solo nella piana alluvionale e localmente nelle aree pedemontane per le falde di detrito più potenti; tali falde presentano fluttuazioni verticali legate a cicli stagionali e/o alle precipitazioni intense.

La permeabilità per fratturazione dà origine ad acquiferi discontinui, le cui emergenze risultano modeste e puntuali, interessa ovviamente le formazioni costituite da rocce a comportamento fragile come ad esempio il substrato metamorfico.

Le formazioni che costituiscono la successione oligo-miocenica possono essere suddivise in complessi caratterizzati da acquiferi con distinte caratteristiche idrogeologiche, ma di limitata e modesta importanza. In particolare, il complesso arenaceo-conglomeratico, coincidente sostanzialmente con la Formazione di Molare, è caratterizzato da una permeabilità da media a scarsa per porosità e subordinatamente per fratturazione. Nei settori in cui i depositi sono poco cementati e contengono una minore percentuale della frazione fine si possono originare modeste sorgenti con portate massime di 5l/sec.

### 5.4.1 Permeabilità per fratturazione e fessurazione

Le rocce la cui permeabilità avviene prevalentemente per fratturazione e fessurazione sono indicate secondo le seguenti categorie caratterizzate da valori di permeabilità crescenti:

- Rocce a permeabilità medio bassa. (valori orientativi  $10^{-6} < k < 10^{-4}$  cm/sec);

Sono inserite in questa categoria i conglomerati pliocenici ed i conglomerati a cemento argilloso del Fluviale antico, gli scisti Permiani e Carboniferi.

- Rocce a permeabilità medio alta ( $k > 10^{-4}$  cm/sec);

Sono rappresentate da metavulcaniti, quarziti e miloniti.

### 5.4.2 Permeabilità per porosità

Le formazioni sciolte permeabili per porosità, indipendentemente dalla loro origine naturale o antropica sono indicate come:

- Terreni a permeabilità alta ( $k > 10^{-3}$  cm/sec);

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b>	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 39 di 43
				<b>Rev. 0</b>

Sono rappresentati dai depositi alluvionali, coltri detritiche, accumuli di frana, riporti grossolani;

- Terreni a permeabilità bassa ( $k < 10^{-3}$  cm/sec);

I terreni a bassa permeabilità sono rappresentati dai sedimenti del Fluviale antico e dalle coperture sciolte su rocce argillose.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	<b>PROGETTO</b>	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 40 di 43
				<b>Rev. 0</b>

## 6 STIMA MOVIMENTI TERRA

La realizzazione degli interventi in progetto, sia in costruzione sia in dismissione, in quanto opere lineari interrate, richiede l'esecuzione di movimenti terra legati essenzialmente alle fasi di apertura della fascia di lavoro ed allo scavo della trincea, nei tratti con scavi a cielo aperto. I lavori prevedono il successivo totale riutilizzo del materiale, nel medesimo sito in cui è stato scavato, al completamento delle operazioni di posa (o rimozione) della condotta. Solo in corrispondenza dei tratti eseguiti con metodologie di posa trenchless si prevedono esuberanti di materiale che saranno gestiti in accordo alla normativa di settore.

Di seguito si riporta una stima dei movimenti terra connessi alla realizzazione dell'opera, divisa tra posa mediante scavi a cielo aperto (vedi Tab. 6/A e Tab. 6/B, rispettivamente per metanodotti in progetto e metanodotti in dismissione) e trenchless (vedi Tab. 6/C).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-VI-E-11003
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 41 di 43 Rev. 0

**Tab.6/A – Stima dei volumi delle terre movimentate – Scavi a cielo aperto – Metanodotti in progetto**

METANODOTTI IN PROGETTO (DN)	Scotico (m)	Area di passaggio (m)	Prof. trincea di scavo (m)	Sezione di scavo (m <sup>2</sup> )	Tratto metanodotto (m) (1)	Adeguamento strade esistenti (m)	Realizzazione piste provvisorie (m)	Piazzole accatastamento tubazioni (m <sup>2</sup> )	Volume adeguamento strade esistenti (m <sup>3</sup> )	Volume piste provvisorie (m <sup>3</sup> )	Volume area di passaggio (m <sup>3</sup> )	Volume trincea di scavo (m <sup>3</sup> )	Piazzole accatastamento tubazioni (m <sup>3</sup> )	Volume totale (m <sup>3</sup> ) (2)
650 (26")	0,30	24,00	2,05	5,23	23.175,00	12156	590,00	67.450,00	236,00	472,00	166.860,00	121.147,31	20.235,00	<b>Tot. 336.737,06</b>
500 (20")	0,30	21,00	1,80	3,52	2.000,00	3.860,00	0,00	2.590,00	1.544,00	0,00	12.600,00	7.030,00	777,00	
100 (4") - 150 (6")	0,30	14,00	1,80	3,33	775,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.255,00	2.580,75	0,00	
Tot. parz.									1.780,00	472,00	182.715,00	130.758,06	21.012,00	

(1) Lunghezza ottenuta escludendo i tratti trenchless

(2) Il volume di terreno di scavo è considerato pari al volume di scavo per un coefficiente di decompressione pari a 1,2.

**Tab.6/B – Stima dei volumi delle terre movimentate – Scavi a cielo aperto – Metanodotti in dismissione**

METANODOTTI IN DISMISSIONE (DN)	Scotico (m)	Area di passaggio (m)	Prof. trincea di scavo (m)	Sezione di scavo (m <sup>2</sup> )	Tratto metanodotto (m)	Adeguamento strade esistenti (m)	Realizzazione piste provvisorie (m)	Piazzole accatastamento tubazioni (m <sup>2</sup> )	Volume adeguamento strade esistenti (m <sup>3</sup> )	Volume piste provvisorie (m <sup>3</sup> )	Volume area di passaggio (m <sup>3</sup> )	Volume trincea di scavo (m <sup>3</sup> )	Piazzole accatastamento tubazioni (m <sup>3</sup> )	Volume totale (m <sup>3</sup> ) (1)
80 (3") ÷ 300 (12")	0,30	14,00	1,80	3,24	23.895,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100.359,00	77.419,80	0,00	<b>Tot. 177.778,80</b>
Tot. parz.									0,00	0,00	100.359,00	77.419,80	0,00	

(1) Il volume di terreno di scavo è considerato pari al volume di scavo per un coefficiente di decompressione pari a 1,2

(1) Lunghezza ottenuta escludendo i tratti trenchless

(2) Il volume di terreno di scavo è considerato pari al volume di scavo per un coefficiente di decompressione pari a 1,2.

**Tab.6/C – Stima dei volumi delle terre movimentate – Trenchless – Metanodotti in progetto**

ID Nr.	Metodo di costruzione	Lunghezza trenchless	Diametro esterno	Volume terreno di scavo decompresso	Volume terreno di scavo riutilizzato come inerte per intasamento	Volume terreno in esubero (1)
		m	m	mc	mc	mc
1	Microtunnel Ferrovia	110	2,00	414	14	400
2	Microtunnel Tangenziale	170	2,00	641	22	618
3	Microtunnel Ferrovia/piazzale	210	2,00	791	27	764
4	Microtunnel T. Quiliano	330	2,00	1243	43	1201
5	Microtunnel Throwers	300	2,00	1130	39	1091
6	Microtunnel Swaami Gitananda	830	2,60	5285	507	4779
7	Microtunnel Bragno	870	2,60	5540	531	5009
8	Microtunnel S.P. n. 29	245	2,00	923	32	891
9	Microtunnel XXV Aprile	380	2,00	1432	49	1382
10	Microtunnel approdo	724	2,60	4610	442	4168
<b>Totali</b>				22011	1706	<b>20305</b>

(1) Il Volume di terreno di scavo non riutilizzato è considerato pari al volume di scavo per un coefficiente di decompressione pari a 1,2.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 42 di 43  Rev. <b>0</b>

## 7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In considerazione dell'assetto litologico e geomorfologico rilevato lungo i tracciati delle condotte, non si rileva nessuna criticità connessa con la realizzazione dell'opera. L'intervento non produrrà significative alterazioni delle generali condizioni di stabilità dei terreni attraversati.

L'attraversamento di aree identificate come vulnerabili in termini idraulici e/o idrogeologici, non implica il determinarsi di situazioni di criticità sul territorio ai fini della sicurezza della condotta, né a breve né a lungo termine, anche perché, per tratti localizzati e laddove necessario, si procederà al miglioramento delle caratteristiche di stabilità dei versanti con la realizzazione di interventi di consolidamento e di regimazione delle acque superficiali e/o profonde che contribuiranno a prevenire potenziali fenomeni di dissesto. Le opere di consolidamento saranno realizzate privilegiando tecniche di ingegneria naturalistica al fine di assicurare un migliore inserimento paesaggistico-ambientale delle stesse.

Si evidenzia che, già in fase di costruzione dell'opera, saranno realizzati consolidamenti delle coltri superficiali mediante letti di posa drenante e trincee drenanti e, ultimati i lavori di posa in opera delle tubazioni, saranno eseguiti tutti gli interventi di ripristino (di linea, morfologici, di regimazione idraulica e vegetazionali) necessari a riportare il terreno nelle condizioni antecedenti i lavori, in modo tale da garantire le condizioni di stabilità idrogeologica onde prevenire qualsiasi fenomeno di dissesto.

Le opere di ripristino vegetazionale accelereranno il processo di consolidamento del suolo, soprattutto in corrispondenza dei versanti.

In merito alla compatibilità Idraulica dell'intervento, infine, è necessario ribadire che il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas, che risulta tra le tipologie d'intervento per le quali, ai sensi delle Norme di Piano, è 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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b>	<b>UNITA' 400</b>
	<b>LOCALITÀ</b> ALTO TIRRENO		<b>REL-VI-E-11003</b>	
	<b>PROGETTO</b> Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 43 di 43	<b>Rev. 0</b>

## 8 RIFERIMENTI

Carta Geologica Regionale con elementi di geomorfologia (CGR), tav. 229.3, "Vado Ligure", sc. 1:25000;

Carta Geologica Regionale con elementi di geomorfologia (CGR), tav. 229.4, "Savona", sc. 1:25000;

ISPRA-SGI, 2011, Carta Geologica d'Italia, Foglio 228 "Cairo Montenotte" Sc. 1:50000 e Note Illustrative;

ISPRA-SGI, 2010, Carta Geologica d'Italia, Foglio 211 "Degeo" Sc. 1:50000 e Note Illustrative.