
	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 1 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>




**Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore  
DN 900 (36"), P 75 bar**

**Studio di impatto ambientale**

**APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MATTM DEL 14.10.2010  
E  
OTTIMIZZAZIONI PROGETTUALI**




**Approfondimenti tematici**

0	Emissione	Brunetti	Casati	Sciosci	Giu. '11
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>




 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 2 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## INDICE




<b>0</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>QUADRO PROGETTUALE</b>	<b>9</b>
1.1	Opere di drenaggio (punto 1)	9
1.2	Materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera (punto 2)	15
1.3	Terre e rocce da scavo (punto 3)	17
1.4	Cronoprogramma dei lavori di realizzazione dell'opera (punto 4)	20
1.5	Programma operativo per la gestione di opere complementari lungo le condotte in dismissione (punto 5)	25
1.6	Richieste di integrazione formulate dalle Regioni Toscana e Emilia Romagna (punto 6)	27
<b>2</b>	<b>QUADRO AMBIENTALE</b>	<b>29</b>
2.1	Interferenza dell'opera con le falde idriche e le sorgenti (punto 7)	29
2.1.1	Documentazione tecnica di riferimento	29
2.1.2	Inquadramento idrogeologico	29
2.1.3	Generalità sull'interferenza tra opera in progetto e sorgenti	30
2.1.4	Interferenza del tracciato di progetto con le sorgenti	31
2.1.5	Interferenza delle opere in sotterraneo con sorgenti e falde	53
2.1.6	Interferenza del tracciato in dismissione con le sorgenti	58
2.2	Interferenza durante la realizzazione dell'opera in corrispondenza degli attraversamenti e delle percorrenze in alveo (punto 8)	64
2.2.1	Fiume Magra	65
2.2.2	Fiume Taro	65
2.2.3	Torrente Ingegna	69
2.2.4	Torrente Toncina	72
2.2.5	Torrente Ceno	75
2.2.6	Torrente Arda	77
2.2.7	Torrente Chero	79
2.2.8	Torrente Verdesina	82
2.2.9	Torrente Tarodine	83

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 3 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

2.2.10	Torrente Gotra	85
2.2.11	Torrente Chiavenna	86
2.3	Profondità di posa della condotta in corrispondenza degli attraversamenti e delle percorrenze fluviali (punto 9)	89
2.3.1	Studio idrologico	90
2.3.2	Studio idraulico	90
2.3.3	Fenomeni erosivi in alveo	91
2.4	Misure e modalità di difesa dei cantieri da eventi alluvionali improvvisi (punto 10)	99
2.5	Interferenza delle condotte con le falde idriche durante l'esercizio dell'opera (punto 11)	100
2.6	Attraversamenti dei corsi d'acqua e modalità di ripristino degli ambiti fluviali (punto 12)	101
2.6.1	Rilevamento della vegetazione golenale presente in corrispondenza degli attraversamenti	111
2.6.2	Indicazioni generali per i ripristini	112
2.7	Modalità di attraversamento dell'alveo del F. Taro (punto 13)	118
2.8	Attraversamenti fluviali e possibili impatti sulla fauna ittica (punto 14)	122
2.8.1	Inquadramento normativo	122
2.8.2	Inquadramento territoriale	124
2.8.3	Fauna ittica	125
2.8.4	Potenziali impatti sulla fauna ittica	128
2.9	Sezioni di attraversamento dei principali corsi d'acqua (punto 15)	130
2.10	Realizzazione di strutture atte a favorire la risalita pesci in corrispondenza delle opere di regimazione trasversali (punto 16)	131
2.11	Stabilità dei versanti (punto 17)	133
2.11.1	Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36") in progetto	133
2.11.2	Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 750 (30") in dismissione	165
2.12	Efficienza delle opere di drenaggio (punto 18)	178
2.13	Scelta del tracciato della nuova condotta (punto 19)	179
2.14	Sezioni geologiche in corrispondenza dei microtunnel (punto 20)	181
2.14.1	Microtunnel "Autostrada A15 – 1° attraversamento"	183

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 4 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

2.14.2	Microtunnel "Autostrada A15 – 2° attraversamento"	184
2.14.3	Microtunnel "Ratti"	184
2.14.4	<i>Raise boring</i> "La Serra"	185
2.14.5	Microtunnel "Grondola"	186
2.14.6	Microtunnel "Palazzo"	187
2.14.7	Microtunnel "Fiume Taro"	187
2.14.8	Microtunnel "Ponte Ingegna"	188
2.14.9	Microtunnel "Dugara"	189
2.14.10	Microtunnel "Cà Scappini"	190
2.14.11	Microtunnel "Monte Crodolo"	191
2.14.12	Galleria "Groppo di Gora"	192
2.14.13	Microtunnel "Monte Cornale"	193
2.14.14	Microtunnel "Monte Costaccia"	195
2.14.15	<i>Raise boring</i> "Cà Sarzin"	195
2.14.16	Microtunnel "Case Fattori"	196
2.14.17	Galleria "Mignano"	197
2.14.18	Microtunnel "Casa dell'Arda"	199
2.14.19	Microtunnel "Mocomero"	200
2.14.20	Microtunnel "Nuovo Cà Vincini"	201
2.14.21	Microtunnel "Lugagnano"	202
2.14.22	Microtunnel "Autostrada A1 Milano - Napoli"	203
2.14.23	Microtunnel "Ferrovia Alta Velocità Milano - Bologna"	203
2.14.24	Microtunnel "Raccordo autostradale A1 - A21"	204
2.15	Tracciato della condotta in corrispondenza dei Siti di Importanza Comunitaria (punto 21)	204
2.16	Realizzazione dell'opera nell'ambito dei Siti della Rete Natura 2000 (punto 22)	208
2.17	Interferenza dell'opera con gli habitat, le specie floristiche e faunistiche presenti nei Siti Natura 2000 (punto 23)	209
2.18	Caratteristiche paesaggistiche e naturali del territorio attraversato dall'opera (punto 24)	210
2.18.1	Vegetazione arborea esistente lungo il tracciato delle nuove condotte	210
2.18.2	Modalità di realizzazione dell'opera e interventi di ripristino vegetazionale	226

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 5 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

2.19 Aggiornamento dei quadri programmatico e ambientale (punto 25) 238

**APPENDICE 1 METODOLOGIE DI CALCOLO ADOTTATE PER LA REDAZIONE DEGLI STUDI IDROLOGICO-IDRAULICI 239**

**APPENDICE 2 SCHEDE TECNICHE DELLE SPECIE ITTICHE POTENZIALMENTE PRESENTI NELL'AREA DI INTERVENTO 244**

#### **ANNESI**

- A SPC. 000-BG-E-94706 rev.0 Schede vegetazionali in corrispondenza degli attraversamenti fluviali**
- B SPC. 000-LA-E-83024 rev. 0 Profili e sezioni geologiche in corrispondenza di microtunnel e gallerie**
- C SPC. 000-LA-E-83025 rev.0 Verifiche di stabilità - Sezioni, tabulati - Indagini in sito**
- D SPC. 000-LA-E-83018 rev.0 Incidenza dell'opera sul Sito di Importanza Comunitaria "Monte Menegosa, Monte Lama, Gruppo di Gora"**

#### **Vol. 1B**




#### **ALLEGATI**

- 1 Dis. 000-LB-A-83230 rev. 0 Alternative di tracciato esaminate nell'area del Sito d'Importanza Comunitaria "Monte Menegosa, Monte Lama, Gruppo di Gora"**
- 2 Disegni tipologici di progetto**
- 3 Dis. 000-BI-D-94708 rev. 0 Carta dei ripristini vegetazionali**

#### **Vol. 1C**

#### **Attraversamenti e percorrenze fluviali - Elaborati grafici di progetto**

- 4 1° Tronco**
- 510-LC-11E-81110 rev. 1 Attraversamento Fosso Costa di Sotto o Carrara e Condotta DN 300(32") in Cemento scarico Acque A15
- 510-LC-19E-81111 rev. 1 Attraversamento Torrente Teglia, Strada Vicinale del Consorzio, Canale di Scarico Diga in Galleria in C.A. e Met. Pontremoli-Parma dn 750(30")
- 510-LC-7E-81113 rev. 2 Attraversamento Fosso della Gazzola(1° Attr.)

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 6 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- 510-LC-5E-81117 rev. 1 Attraversamento Fosso della Gazzola(2° Attr.)  
 510-LC-5E-81118 rev. 1 Attraversamento Fosso della Gazzola(3° Attr.)  
 510-LC-13E-81121 rev. 2 Attraversamento SP n.36 di Arzelato, T. Gordiano, Met. Pontremoli-Parma DN 750 (30"), Str.Com. di Torrano, Acquedotto DN 100 in acciaio e Acquedotto DN 250 in acciaio  
 510-LC-13D-81131 rev. 2 Attraversamento T. Betigna, Str. Com. di Scorano, Acquedotto DN 125 in acciaio, tubo DN 300 in pvc e Acquedotto DN 40 in pvc  
 510-LC-15D-81133 rev. 2 Attraversamento SP n. 63 di Guinadi, Str. Com. nuova di Vignola e T. Verde

#### 5 2° Tronco

- 520-LC-11D-81220 rev. 0 Attraversamento T. Verdesina, Str. Com. della Stazione e Fosso dei Fontanini

#### 6 3° Tronco

- 530-LC-9D-81310 rev. 1 Attraversamento SP n.20 del Brattello (km 2+000), T. Tarodine e Rio di Gropalbero  
 530-LC-21D-81323 rev. 0 Attraversamento SP n.23 di Albareto (km 30+369), T. Taro (1°-2° Attr.), Microtunnel F. Taro e Met. Pontremoli-Cortemaggiore DN 750(30")  
 530-LC-21E-81327 rev. 1 Attraversamento SP n.3 di Bedonia (km 6+191), T. Taro (3° Attr.), Met. Enel Gas DN 80 (3") e Acquedotto DN 50 in pvc  
 530-LC-9D-81326 rev. 0 Attraversamento T. Gotra

### Vol. 1D

#### 7 4° Tronco

- 540-LB-3B-81442 rev. 0 Percorrenza Fluviale T. Ingegna da V7 a P25  
 540-LB-3B-81444 rev. 0 Percorrenza Fluviale T. Ingegna da P54 a V93  
 540-LB-3B-81461 rev. 0 Percorrenza Fluviale T. Ingegna da V93 a V130  
 540-LB-3B-81463 rev. 0 Percorrenza Fluviale T. Toncina da V228 a V245  
 540-LB-3B-81465 rev. 0 Percorrenza Fluviale T. Toncina da V278 a P307  
 540-LB-3B-81467 rev. 0 Percorrenza Fluviale T. Toncina da P307 a P335  
 540-LB-3B-81469 rev. 0 Percorrenza Fluviale T. Toncina da P335 a V364




### Vol. 1E

#### 8 5° Tronco

- 550-LC-11D-81510 rev. 0 Attraversamento T. Ceno (1° Attr.) e Rio di Vincheto  
 550-LC-11D-81512 rev. 0 Attraversamento T. Ceno (2°-3° Attr.)

#### 9 7° Tronco

- 570-LC-9C-81711 rev. 0 Attraversamento Raise Borer Cà Sarzin e T. Arda (1° Attr.)

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 7 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

570-LC-9C-81719 rev. 0      Attraversamento T. Arda (2° Attr.)  
 570-LC-3B-81717 rev. 0      Percorrenza T. Arda da P237 a P269(3° Attr.)

**10 8° Tronco**

580-LC-9E-81816 rev. 0      Attraversamento T. Chiavenna(1° Attr.)

**11 9° Tronco**

590-LC-11E-81918 rev. 0      Attraversamento T. Chiavenna(2° Attr.)

**12 Rifacimento Derivazione per Bedonia DN 150(6")**

850-LC-25E-82260 rev. 0      Attraversamento Str.Com. di Ponte Ingegna,SP n.3 di Begonia  
 (km 7+781) e T. Taro (1° Attr.)

850-LC-11E-82261 rev. 0      Attraversamento T. Lubiana

850-LC-11E-82262 rev. 0      Attraversamento T. Taro (2° Attr.)

**13 Rifacimento Allacciamento al Comune di Bardi DN 100(4")**

880-LC-7C-82410 rev. 0      Attraversamento T. Ceno

**14 Rifacimento Allacciamento al Comune di Gropparello DN 150(6")**

930-LB-21E-82662 rev. 0      Attraversamento T. Chero (1° Attr.)

930-LB-15E-82664 rev. 0      Attraversamento T. Chero (2° Attr.)

930-LB-15E-82665 rev. 0      Attraversamento SP n.14 di Val di Chero (km 9+330) e  
 T. Chero (3° Attr.)

**RELAZIONI TEMATICHE**

**Vol. 2**




**SPC LA-E-83017      Ottimizzazioni progettuali**

**Vol. 3**

**SPC LA-E-83019      Percorrenza nel territorio della Regione Toscana**

**Vol. 4**

**SPC LA-E-83020      Percorrenza nel territorio della Regione Emilia Romagna**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 8 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 0 PREMESSA

La presente documentazione, relativa alla condotta denominata “Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36") P 75 bar”, è stata redatta ad integrazione dello Studio d’Impatto ambientale (vedi SPC. 100 LA-E-83010) per quanto attiene:

- la richiesta di chiarimenti ed approfondimenti formulata dalla Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e trasmessa con comunicazione prot. DVA-2010-0024486, del 14.10.2010;
- alcune ottimizzazioni progettuali sviluppate dopo alla presentazione dello Studio di impatto ambientale sopra citato, sia per accogliere alcune richieste pervenute dalle Amministrazioni locali, sia per adeguare il progetto ai risultati di indagini geologiche di dettaglio e dei rilievi celerimetrici effettuati per lo sviluppo del progetto esecutivo dell’opera;




In accordo alla sequenza dei chiarimenti richiesti nella citata comunicazione ministeriale, la relazione è strutturata secondo i quadri di riferimento citati (progettuale ed ambientale).

A riguardo, si evidenzia che:

- per quanto attiene il quadro di riferimento progettuale (vedi cap. 1):
  - di fornire risposta alle richieste di integrazioni formulate dalla Regione Toscana e dalla Regione Emilia Romagna è, in ragione della complessa articolazione delle stesse richieste, trattata in specifici rapporti espressamente dedicati ai territori di rispettiva competenza, raccolti con la relativa documentazione grafica in volumi che vengono a completare la documentazione prodotta (vedi Vol. 3 - Percorrenza nel territorio della Regione Toscana e Vol. 4 - Percorrenza nel territorio della Regione Emilia-Romagna);
- per quanto concerne il quadro di riferimento ambientale (vedi cap. 2):
  - la richiesta espressa al punto 23 relativa all’approfondimento dello studio di incidenza dell’opera è soddisfatta in uno specifico rapporto allegato alla presente relazione;
  - la richiesta espressa al punto 25 relativa all’adeguamento dei quadri ambientale e programmatico dello Studio di Impatto Ambientale in relazione ad eventuali modifiche apportate al quadro progettuale è illustrata nel rapporto relativo alle ottimizzazioni progettuali contenuto, unitamente ai relativi elaborati in volumi che vengono a completare la documentazione prodotta (vedi Vol 2 - Ottimizzazioni progettuali).

La presente relazione, come le relazioni specificatamente dedicate alle ottimizzazioni progettuali e alle percorrenze nei territori regionali, è completata dai relativi elaborati cartografici e dai fascicoli concernenti le indagini particolari condotte per soddisfare le richieste di approfondimento tematico.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 9 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1 QUADRO PROGETTUALE




### 1.1 Opere di drenaggio (punto 1)

"Si richiede di approfondire la trattazione delle tipologie delle opere di drenaggio, sia in sotterraneo che in superficie, con particolare anche ai materiali utilizzati. Venga chiarito anche la capacità ricettiva dei drenaggi a valle delle stesse per il corretto smaltimento delle acque reflue"

Gli apparati drenanti previsti lungo il tracciato delle condotte sono sintetizzati nella tabella seguente (vedi tab. 1.1/A) distinguendo gli interventi in letti di posa drenanti sotto condotta e trincee drenanti e indicando il bacino idrografico recettore.




**Tab. 1.1/A: Opere di Drenaggio**

Progr. chilom. (km)		Tipologia	Lunghezza stimata (m)	Località	Bacino recettore
da	a				
2,690	2,735	Trincea drenante	45	Novoleto	Rio del Pino
3,315	3,405		90	La Martana di Sotto	affl. Rio della Gazzola
4,035	4,120	Letto di posa drenante	85	Orsola	Fosso d'Orsola
4,565	4,605		40	M. San Genesio	
7,865	7,880		15	C. Martinelli di Sopra	affl. Fosso dell'Ardogna
8,315	8,415		100	C di Lucchino	T. Betigna
8,875	8,900		25	Villa Caimi	T. Verde
9,020	9,050		30	La Serra	
9,800	9,865		65	Lame d'Ambrogio	affl. Fosso degli Ontani
10,105	10,135		30	Vaderze	Fosso Bruttomoro
10,290	10,330		40	Bagnoletta	affl. Fosso di Valle
11,800	11,850		Trincea drenante	50	I Brogni
11,875	11,920	Letto di posa drenante	45		
12,055	12,150		95	Ara di Marco	affl. Canale del Tecchione
12,745	12,780		35	Ca Masina	Fosso della Selva
13,920	14,105		185	La Piana	Fosso del Dardagneto
14,280	14,690		Trincea drenante	410	La Gandolfa
14,955	15,055	Letto di posa drenante	100	Montesano	
15,325	15,505		180	Groppo Muzza	Affl Fosso della Lama
15,805	15,945		140	Campuccione	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 10 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>




**Tab. 1.1/A: Opere di Drenaggio (seguito)**

Progr. chilom. (km)		Tipologia	Lunghezza stimata (m)	Località	Bacino recettore
da	a				
16,115	16,395	Letto di posa drenante	280	La Pianaccia	Rio Secco
18,805	18,915		110	Arzolina	affl. Fosso Roncacci
18,990	19,025		35	Arzolina	T. Arzola
19,555	19,655		100	Arzola	Affl T. Arzola
19,970	20,060		90	Bavosi	Affl T. Arzola
20,390	20,535		145	I Fraticelli	Affl T. Arzola
20,990	21,075		85	Il Poggio	Rio di Cravoreccia
21,365	21,555		190	C.se Cravoreccia	Rio di Cravoreccia
21,855	22,060		205	La Cortera	Rio della Brotta
22,240	22,380		140		Rio di Fontana Telero
22,585	22,735		150		
22,905	23,130		225	Case del Freddo	T. Tarodine
23,590	23,760		170	Campassi	
24,185	24,275		90	Castellazzi	
24,315	24,355		Letto di posa drenante	40	Prebenda
24,455	24,535	80			
25,215	25,315	Trincea drenante	100	C. Fontanini	Rio del Bulgaro
25,350	25,400	Letto di posa drenante	50		
25,995	26,050	Trincea drenante	55	C. Stabielle	Canale Riccò
26,220	26,410	Trincea drenante	190		
26,220	26,410	Letto di posa drenante	190	Monte Chiaro	Rio di Gruse
27,025	27,185		160	Case Signorini	Rio di Groppo
27,405	27,535	Trincea drenante	130		
28,300	28,480	Trincea drenante	180	C. Ceresola	F. Taro
28,565	28,620	Letto di posa drenante	55		
32,840	32,985	Trincea drenante	145	Caseificio	T. Ingegna
34,540	34,715	Letto di posa drenante	175	Ronco Desiderio	
35,010	35,195	Trincea drenante	185		
38,300	38,345	Trincea drenante	45	Il Molino	Affl. Rio Scannabecco
38,650	38,950	Letto di posa drenante	300	Caboara	Rio Lubbia
40,290	40,390		100	Costa della Colla	Rio dei Burroni
42,040	42,620		580	Dugara	affl. Rio delle Chiose
43,230	43,330		100	Dugara	
51,445	51,485		40	Petiano di qua	Rio Bergamino
51,605	51,660		55		

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 11 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 1.1/A: Opere di Drenaggio (seguito)**

Progr. chilom. (km)		Tipologia	Lunghezza stimata (m)	Località	Bacino recettore
da	a				
51,775	51,915	Letto di posa drenante	140	Poggio Cadame	affl. Rio delle Chiose
52,090	52,200		110		affl. Rio della Ghiaia
52,550	52,600		50		affl. Rio di Costalta
53,150	53,245		95	Cogno di Grezzo	Rio Costalta
53,630	53,685		55		Rio del Gazzì
53,900	53,970		70	Monte Spiaggi	Rio Faggeto
54,020	54,080		60		Rio dei Gazzì
54,115	54,175		60		
54,270	54,345		75	Prato Gemello	affl. Rio delle Volpi
55,885	55,945		60		Rio del Groppo di Rosa
56,145	56,230	Trincea drenante	85	Prarbera	Rio del Magnano
56,680	56,755	Letto di posa drenante	75		affl. Rio Logacci
57,025	57,080		55		Colle il Castellaccio
57,565	57,640		75		
57,715	57,765		50		
57,825	58,110		285	Gruppo di Gora	Rio delle Casazze
59,420	59,525	Trincea drenante	105		
60,190	60,245	Letto di posa drenante	55	Costa di Pellizzone	affl. Rio della cravola
60,570	60,630		60		affl. Rio della cravola
61,050	61,110		60		Rio della Lubbìa
62,805	62,865	Trincea drenante	60	Valico di M. Pelizzone	
63,710	63,765	Letto di posa drenante	55	Campacci	affl. Rio dei Fornelli
64,160	64,205		45		Rio della Cappella
64,395	64,445		50		affl. Rio Corsenna
64,680	64,735		55	M. Carrameto	Rio delle Canalazze
64,950	65,025		75		
65,220	65,280		60	Ronco dei Cornetti	
66,050	66,120		70		affl. Rio della Tacchina

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 12 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 1.1/A: Opere di Drenaggio (seguito)**

Progr. chilom. (km)		Tipologia	Lunghezza stimata (m)	Località	Bacino recettore
da	a				
66,330	66,370	Letto di posa drenante	40	Ronco dei Cornetti	affl. Rio Pradone
66,675	66,730		55	Il Protto	Rio Moretto
67,125	67,170		45	Bivio Biselle	Rio Rigolo
67,480	67,570	90	Trincea drenante		
67,725	67,820	Letto di posa drenante	95		
68,505	68,565	Trincea drenante	60	Monte Cornale	affl. Rio Cornale
69,575	69,655	Letto di posa drenante	80	Cason	Rio Sabbione
70,310	70,410		100	Bocchetta di Sette	affl. Rio del Borello
70,495	70,540		45	Sorelle	
72,155	72,210		55	Monte Mù	Rio del Ronco
72,925	72,975		50	M. Lucchi	Rio Palazza
73,615	73,670		55		Rio Volpara
73,920	74,060		140	M. Palazza	Rio Mesoni
74,440	74,555		115		Rio Boiardi
74,720	74,765		45		Rio Boiardi
75,005	75,220		215	Poggio	
92,665	92,775		110	Costa S. Bartolomeo	Rio Pusterla




Per quanto attiene le caratteristiche costruttive delle due tipologie di apparati drenanti, si rimanda ai disegni tipologici allegati (vedi Vol. 1B, All. 2, Dis. LC-D-83406 e LC-D-83407).

I letti drenanti sotto condotta sono finalizzati alla captazione delle limitate venute di acqua presenti all'interno dello scavo, al controllo del livello della falda freatica all'interno della trincea di posa della condotta e della fascia di terreno immediatamente limitrofa alla stessa con effetti stabilizzanti sull'equilibrio generale del versante.

Nel caso specifico, i letti drenanti sono stati previsti in corrispondenza dell'attraversamento di versanti caratterizzati da acclività da debole a moderata, costituiti prevalentemente da coltri di alterazione eluvio-colluviali derivate da formazioni torbiditiche di natura argilloso-arenacea (i.e. Complesso di Casanova, Flysch di Bettola, Flysch di M. Cassio, Argille a Palombini, Arenarie di Scabiazza, Arenarie di M. Gottero). Dette coltri, a luoghi, sono caratterizzate da aree di imbibizione e da fenomeni di soliflusso a carico delle porzioni più superficiali ed alterate.

Le opere in oggetto sono realizzate prima della posa in opera della condotta collocando sul fondo scavo, che allo scopo presenta una profondità lievemente maggiore, uno strato di ghiaia lavata avvolta in geotessile. La condotta viene poi collocata direttamente sopra lo strato di ghiaia.

Alla fine del letto drenante, viene realizzato un setto impermeabile in argilla al fine di convogliare l'acqua in un tubo DN 100 o 200 che la convoglia direttamente in impluvi naturali precedentemente individuati.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 13 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I dreni trasversali alla condotta sono finalizzati al consolidamento di versanti direttamente interessati dal tracciato e quelli limitrofi allo stesso.

Nel caso specifico, detti apparati drenanti sono distribuiti nel tratto di percorrenza compreso tra il punto iniziale della condotta e il Monte Cornale, corrispondente a buona parte del tratto di attraversamento della catena appenninica. Le trincee drenanti sono generalmente previste in corrispondenza delle coltri di depositi di versante, costituiti da litotipi eterogenei ed eterometrici derivati da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso fortemente imbibite. La realizzazione degli apparati drenanti previsti in progetto si pone l'obiettivo di migliorare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni in prossimità della condotta favorendo le condizioni di stabilità delle testate dei pendii.

Le opere drenanti in questione sono eseguite prima della posa in opera della tubazione in modo da produrre effetti drenanti sull'intera fascia che verrà interessata dai lavori. Le trincee drenanti hanno profondità variabili da 3 a 4 m e sono realizzate con l'impiego di normali escavatori. Sul fondo delle trincee sono collocati tubi in PVC fenestrati DN 100 o 200 ricoperti da ghiaia (spessori minimi 2 m) avvolta in geotessile. In seguito, le trincee sono rinterrate, al fine di ricostituire lo strato di terreno vegetale necessario per il reimpianto della copertura vegetale.

Analogamente ai letti drenanti, alla fine del corpo drenante viene realizzato un setto impermeabile per convogliare tutte le acque in un tubo di scarico sino agli impluvi naturali esistenti.




Per quanto riguarda la capacità ricettiva del reticolo idrografico che riceve le acque raccolte dagli apparati drenanti in progetto, va premesso che gli stessi insistono tutti su litologie a forte tenore argilloso, caratterizzate da permeabilità molto ridotte.

I letti di posa drenanti insistono principalmente su coltri di copertura, di origine eluvio - colluviale, molto spesso (circa per l'85% dei casi) in affioramenti non cartografabili alla scala 1:10.000 utilizzata nel SIA, e secondariamente su accumuli di frane quiescenti e depositi di versante di variabile estensione areale. Per la maggior parte, le coltri derivano da alterazione delle Arenarie di M. Gottero, del Complesso di Casanova e del Flysch di Monte Cassio, formazioni che il tracciato di progetto percorre per lunghi tratti. Le opere sottocondotta interessano anche, per un numero minore di casi, le Argille e Calcari di Canetolo, le Arenarie di Scabiazza, le Argille a Palombini, il Flysch di Bettola.

Si tratta di formazioni a significativa componente argillosa (Arenarie di M. Gottero, Complesso di Casanova, Argille e Calcari di Canetolo, Arenarie di Scabiazza, Argille a Palombini) o marnosa (Flysch di Bettola e di Monte Cassio).

Si può assumere, per una stima della conducibilità idraulica di terreni a composizione argilloso-marnosa, un valore medio pari a  $10^{-7}$  m/s (Castany, 1982; Fetter, 2001<sup>1</sup>). Applicando l'equazione di Dupuit in condizioni di falda prossima al piano di campagna e con uno spessore di terreno saturo corrispondente grosso modo alla profondità della trincea, si ottiene un valore di portata unitaria che equivale in media a circa  $5 \times 10^{-7}$  m<sup>3</sup>/s per metro lineare di apparato drenante. La portata di un apparato drenante della lunghezza di 100 m potrà pertanto avere un valore di circa  $5 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s, equivalente a circa 0,05 l/s.

<sup>1</sup> Castany G. (1982) – Principes et méthodes de l'hydrogéologie – Dunod, Paris; Fetter C. W. (2001) – Applied Hydrogeology – Prentice Hall, New Jersey.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 14 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Le trincee drenanti trasversali alla condotta insistono sostanzialmente sulle stesse unità litologiche citate in precedenza, caratterizzate da una significativa componente argillosa o marnosa. A differenza del caso precedente però i terreni di copertura sono rappresentati più frequentemente da depositi di versante o da accumuli di frane quiescenti.

Per le coltri eluvio – colluviali ed i depositi di versante, può essere assunto un valore di permeabilità analogo a quello considerato in precedenza ( $10^{-7}$  m/s); per i depositi di frana per contro appare più verosimile un valore cautelativo superiore, pari a  $10^{-6}$  m/s (Cortopassi *et al.*, 2006<sup>2</sup>).

In considerazione delle maggiori dimensioni della sezione del corpo delle trincee drenanti, la portata ricavata per una coltre eluvio-colluviale equivale a circa  $10 \div 12 \times 10^{-7}$  m<sup>3</sup>/s per metro lineare di sviluppo, in condizioni di falda prossima al piano di campagna e con uno spessore di terreno saturo corrispondente alla profondità della trincea. La portata di un dreno trasversale alla condotta della lunghezza di 100 m potrà pertanto assumere un valore di circa  $10 \div 12 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s, equivalenti a circa 0,10 ÷ 0,12 l/s .

Per un accumulo di frana si ottiene un valore di circa  $10 \div 12 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s per metro lineare, che per un dreno della lunghezza di 100 m corrisponde a circa  $10 \div 12 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s, equivalenti a circa 1-1,2 l/s .

Si ritiene opportuno evidenziare che dette valutazioni di portata esprimono l'ordine di grandezza atteso e che le stesse possono variare anche in relazione alla possibilità di intercettare limitate venute di acqua all'interno dei corpi drenanti.




La lunghezza più frequente per gli apparati drenanti previsti in progetto è compresa tra 50 e 150 m, valori che si accordano ampiamente con le portate calcolate. In alcuni casi la lunghezza è significativamente superiore. Si tratta (vedi tab. 1.1/A) dei letti di posa drenanti della Pianaccia (280 m), di Caboara (300 m), di Dugara (580 m), di Colle il Castellaccio (285 m) che tuttavia nelle condizioni peggiori potranno produrre portate massime sempre ampiamente inferiori al litro al secondo. Anche nel caso della trincea drenante di La Gandolfa (410 m) impostata su terreni eluvio - colluviali derivanti dalla Arenarie del Gottero, la portata massima ipotizzabile è dell'ordine di 0,4 ÷ 0,5 l/s.

Dette portate, immesse negli impluvi naturali evidenziati nella tabella (vedi tab. 1.1/A), risultano essere assolutamente irrilevanti, sia in relazione ai possibili effetti legati ad innesco di processi erosivi concentrati, sia in riferimento a possibili alterazioni dei flussi idrici superficiali e sotterranei.

I bacini dei corsi d'acqua recettori presentano, infatti, superfici dell'ordine di qualche chilometro quadrato per cui, in condizioni di piene anche non particolarmente gravose, si possono ipotizzare portate dell'ordine di vari m<sup>3</sup>/s per km<sup>2</sup> di superficie sottesa.

Dai valori sopra esposti (portate immesse dai dreni dell'ordine di grandezza di oltre 1000 volte inferiori rispetto alle portate naturali dei corpi idrici recettori), risulta possibile affermare che lo scarico degli apparati drenati sul reticolo idrografico esistente non potrà produrre alcuna variazione significativa sulle caratteristiche idrauliche dei ricettori evidenziati.

<sup>2</sup> Cortopassi P. *et al.* (2006) – Approccio multidisciplinare per la valutazione della pericolosità di frana: indagini per la determinazione degli apporti idrici sotterranei nella frana di Cassana in Val di Magra (Massa Carrara, Italia)- Giornale di geologia applicata, 3

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 15 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1.2 Materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera (punto 2)

*"Specificare la quantità, la provenienza e le modalità di trasporto del materiale utilizzato per la realizzazione delle opere di contenimento e sicurezza in relazione anche all'impatto dovuto alla collocazione dello stesso"*

Il tracciato della condotta principale DN 900 (36") in progetto si sviluppa per circa 108,900 km, attraversando la catena appenninica tra la valle del F. Magra e l'alta pianura piacentina, venendo ad alternare brevi percorrenze di versanti a più estesi tratti di percorrenza in cresta e lungo i fondovalle.




Il tracciato della nuova condotta può essere così suddiviso in:

- un primo tratto di percorrenza nel fondovalle del F. Magra sino all'abitato di Pontremoli (6 km circa);
- la risalita, del versante tirrenico, superando la dorsale del Monte Cucco, per raggiungere lo spartiacque appenninico, in corrispondenza del Passo del Bratello (13 km circa);
- l'attraversamento delle incisioni vallive del T. Tarodine e del F. Taro per risalire l'incisione del T. Ingegna, superare la dorsale del M. Zuccherò, discendere l'incisione del T. Toncina e raggiungere il fondovalle del T. Ceno (30 km circa);
- un lungo tratto di percorrenza del crinale tra la valle del T. Ceno e la valle del T. Arda, caratterizzato da quattro tratti in sotterraneo, per superare alcuni speroni rocciosi (25 km circa);
- la percorrenza del medio corso del T. Arda, con l'aggiramento del Lago di Mignano per mezzo di una galleria (10 km circa);
- l'attraversamento del basso spartiacque con l'attigua valle del T. Chiavenna per mezzo di un microtunnel (1 km circa);
- il tratto finale, che dopo aver percorso il fondovalle del T. Chiavenna, attraversa l'alta pianura a sud-est di Piacenza (24 km circa).

Le condotte secondarie si sviluppano principalmente lungo i fondovalle del F. Taro e del T. Chero.

In questo complessivo contesto geomorfologico, i materiali previsti per la posa in opera dei metanodotti in progetto si riferiscono quindi alla realizzazione di opere regimazione idraulica in corrispondenza degli attraversamenti e delle percorrenze dei corsi d'acqua, di opere di sostegno del materiale di rinterro della trincea, di apparati drenanti sotto e fuori condotta da realizzare in corrispondenza dell'attraversamento di versanti caratterizzati da instabilità delle coltri eluvio-colluviali o da ristagni idrici, dei tratti di percorrenza in sotterraneo (microtunnel e gallerie), e, infine, dei basamenti delle valvole di linea.

**opere di regimazione idraulica e protezione spondale:** lungo i tracciati delle condotte in progetto sono previste opere di questa tipologia in corrispondenza dell'attraversamento dei principali corsi d'acqua attraversati. Allo stato attuale i quantitativi di materiale necessari per la realizzazione di dette opere idrauliche possono essere stimati in circa 25.340 m<sup>3</sup> di massi, 350 m<sup>3</sup> di pietrame e 145 m<sup>3</sup> di c.a. . Tutti i materiali saranno acquistati dagli appaltatori ricorrendo ai mercati locali.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 16 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**opere di contenimento e sostegno:** lungo le percorrenze dei versanti tra i territori comunali di Pontremoli e di Lugagnano, tratto corrispondente all'intero attraversamento della catena appenninica, il progetto prevede la realizzazione e/o la ricostruzione di muri di sostegno per lo più in massi, meno frequentemente in gabbioni, pietrame e c.a., posti in corrispondenza dei tratti di versante più acclivi o di scarpate stradali. I quantitativi di materiali necessari si stimano in 11.560 m<sup>3</sup> di massi per i muri di sostegno, di 3.300 m<sup>3</sup> di pietrame per muri a secco e ricoprimenti di muri in c.a. e di 165 m<sup>3</sup> di c.a. e saranno acquistati dagli appaltatori nei mercati locali, privilegiando le cave autorizzate più prossime al tracciato delle nuove condotte.

**opere di drenaggio:** in corrispondenza di attraversamenti di aree di versante caratterizzate da instabilità delle coltri eluvio – colluviali o da ristagni idrici è prevista la realizzazione di opere di drenaggio sia sotto condotta (letti drenanti - vedi All. 2, Dis. LC-D-83406) che fuori condotta (trincee drenanti – vedi All. 2, Dis. LC-D-83407). In totale sono previsti circa 9.950 m di letti drenanti, per un quantitativo di materiale pari a 7960 m<sup>3</sup> (0,8 m<sup>3</sup>/m), e 1.950 m circa di trincee drenanti sotto condotta e fuori condotta, per un quantitativo di materiale valutabile in 9.750 m<sup>3</sup> (val. medio 5 m<sup>3</sup>/m). Per la realizzazione degli apparati drenanti si utilizzerà ghiaia lavata, acquistata nei mercati locali..

Il riepilogo delle opere da realizzare ed i relativi materiali necessari è sintetizzato nella seguente tabella (vedi tab. 1.2/A).




**Tab. 1.2/A: Materiali inerti necessari per la realizzazione dell'opera**

Tipologia dell'opera	Quantità (m <sup>3</sup> )	Tipo di materiale	Approvvigionamento
Letti di posa drenante	7.960	Ghiaia lavata	Mercati locali
Trincee drenanti sotto/fuori condotta	9.750	Ghiaia lavata	
Opere di regimazione idraulica	25.340	Massi	
	350	Pietrame	
	145	c.a.	
Opere di sostegno	11.560	Massi	Mercati locali
	3.300	Pietrame	
	185	c.a.	

Oltre ai materiali sopra citati, la messa in opera della condotta richiederà circa: 7.200 m<sup>3</sup> per la realizzazione di paratie di pali interrati, 10.850 m<sup>3</sup> di calcestruzzo per la realizzazione dei microtunnel e delle gallerie e circa 1.300 m<sup>3</sup> per la realizzazione dei basamenti delle valvole.

Per quanto attiene gli interventi di ricostituzione delle opere complementari interessate dalla rimozione delle condotte esistenti, anch'esse consistenti in interventi di regimazione idraulica, opere di contenimento e corpi drenanti, la stima dei quantitativi di materiali per tipologia di intervento è riassunto nella seguente tabella (vedi tab. 1.2/B)



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 17 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 1.2/B: Materiali inerti necessari per la realizzazione dell'opera**

Tipologia dell'opera	Quantità (m <sup>3</sup> )	Tipo di materiale	Approvvigionamento
Letti di posa drenante	880	Ghiaia lavata	Mercati locali
Trincee drenanti sotto/fuori condotta	20.000	Ghiaia lavata	
Opere di regimazione idraulica e di sostegno	1.785	Massi	
	1.060	Pietrame	
	80	c.a.	
Opere di sostegno	60	Massi	Mercati locali
	2.280	Pietrame	
	150	c.a.	

Tutti i materiali saranno acquistati dall'appaltatore, che li renderà disponibili nei diversi cantieri dedicati alla realizzazione delle opere sopra citate, in base all'avanzamento dei lavori durante il periodo (circa 48 mesi) previsto per le attività di costruzione (vedi par. 1.4).

Non si prevede alcun deposito temporaneo dei materiali inerti necessari alla realizzazione dell'opera; il trasporto degli stessi materiali avverrà con l'utilizzo di normali automezzi di cava sino ai cantieri dedicati alla realizzazione dei microtunnel/gallerie e dei punti di linea e opere complementari di maggiore dimensione.

Complessivamente, l'approvvigionamento dei materiali, considerando che un normale automezzo di cantiere trasporta 11 m<sup>3</sup> di massi o 15 m<sup>3</sup> di inerti/cemento, richiederà circa 7.400 viaggi di automezzi distribuiti lungo lo sviluppo lineare delle condotte e in un periodo di tempo di circa 4 anni.




### 1.3 Terre e rocce da scavo (punto 3)

*"Quantificare l'eventuale esubero, dopo la posa della condotta, del materiale risultante dallo scavo delle trincee, dei tunnel e delle gallerie e la sua destinazione o riutilizzo"*

La realizzazione del metanodotto, al pari di tutte le opere lineari interrato, comporta l'esecuzione di movimenti terra legati essenzialmente alle fasi di apertura dell'area di passaggio ed agli scavi della trincea lungo la linea.

I movimenti terra associati alla costruzione della condotta comportano esclusivamente accantonamenti del terreno scavato lungo la fascia di lavoro, senza richiedere trasporto e movimenti del materiale longitudinalmente all'asse dell'opera. Questa circostanza garantisce di per sé che tutto il materiale movimentato durante la costruzione venga impiegato nel rinterro degli scavi e nel ripristino delle aree interessate dai lavori.

Solo in casi particolari in cui le dimensioni della fascia di lavoro non sono sufficienti ad ospitare i volumi di materiale scavato, si provvede ad accantonare il materiale in

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 18 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

apposite deponie temporanee situate, comunque, nelle immediate vicinanze del tracciato. Da queste, in fase di rinterro e ripristino delle aree, si provvede al recupero del materiale ed al suo ricollocamento in sito.

Per ciascuna delle principali fasi esecutive dell'opera e per singolo territorio comunale, si riporta una stima di massima dei movimenti terra connessi con la messa in opera della nuova condotta DN 900 (36") - (vedi tab. 1.3/A).

Si evidenzia che i valori stimati tengono conto di un incremento di volume del materiale scavato del 20%.

**Tab. 1.3/A: Stima dei movimenti terra**




Comune	Percorrenza nel territorio comunale (km)	Infrastrut.re provvisorie (m <sup>3</sup> )	Area di passaggio e allarg.ti (m <sup>3</sup> )	Scavo della trincea (m <sup>3</sup> )	Microtunnel (m <sup>3</sup> )	Volume totale (m <sup>3</sup> )
Mulazzo	1,030	1.800	5.940	12.360	-	20.100
Pontremoli	19,550	14.700	60.970	217.950	13.650	307.270
Borgo Val di Taro	6,200	3.900	18.300	76.270	6.600	105.070
Albareto	6,445	6.750	31.830	71.010	2.700	112.290
Compiano	9,220	5.400	41.720	256.160	0	303.280
Bardi	16,220	11.100	68.170	319.290	8.000	406.560
Morfasso	6,800	4.650	12.360	28.170	34.900	80.080
Bardi – Morfasso	4,215	1.500	7.140	50.580	-	59.220
Morfasso – Bore	3,500	-	7.380	42.000	-	49.380
Bore	0,365	-	60	60	-	120
Vernasca	8,080	1.350	7.750	30.750	61.350	
Bore – Vernasca	2,745	4.050	32.340	71.310	6.200	
Lugagnano Val d'Arda	6,210	3.750	15.820	63.480	7.250	90.300
Castell'Arquato	4,500	2.850	13.130	54.000	-	69.980
Carpaneto Piacentino	4,265	2.400	12.750	51.330	-	66.480
Fiorenzuola d'Arda	6,265	4.200	21.210	73.170	2.550	101.130
Cadeo	1,400	750	4.540	16.800	0	22.090
Cortemaggiore	1,915	1.350	4.950	20.400	1450	28.150

Il quadro sintetico dei movimenti terra stimati con la costruzione del metanodotto in oggetto è il seguente:

a) Realizzazione infrastrutture provvisorie

(Piazzole stoccaggio tubazioni)

70.500 m<sup>3</sup>

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 19 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

b) Apertura fascia di lavoro e allargamenti	366.360 m <sup>3</sup>
c) Scavo della trincea	1.455.090 m <sup>3</sup>
d) Realizzazione di microtunnel/gallerie	144.650 m <sup>3</sup>

Il totale del materiale movimentato risulta pari a circa 2.036.600 m<sup>3</sup>.

I rilevanti movimenti terra connessi con la costruzione del metanodotto, sono, in realtà, distribuiti con omogeneità lungo l'intero tracciato e si realizzano in un arco temporale di diversi mesi. Inoltre, i lavori non comportano in nessun modo trasporto del materiale scavato lontano dalla fascia di lavoro.

Al termine dei lavori di rinterro, si procederà al ripristino finale della fascia di lavoro e delle aree accessorie con la rimessa in sito di tutto il materiale precedentemente movimentato. Considerando una minima naturale dispersione del materiale sciolto, e il volume della baulatura prevista in corrispondenza del rinterro della trincea mediamente pari a circa 1,5 m<sup>3</sup>/m non si prevede l'eccedenza di materiale di scavo.

Le uniche terre di risulta prodotte nell'ambito della realizzazione dell'opera derivano, conseguentemente, dallo smarino dei microtunnel e delle gallerie, il materiale sarà in parte riutilizzato per l'intasamento degli stessi; le eccedenze saranno trattate dagli appaltatori ai sensi dell'art. 186 del DLgs 152/06.




La stima dei materiali eccedenti, considerando i seguenti parametri:

- fattore di decompressione del terreno 1,2;
- fattore di riduzione per microtunnel/gallerie 0,7;
- diametro interno del cavo microtunnel/gallerie 2000/3800 mm;
- diametro esterno del cavo microtunnel/gallerie 2600/4400 mm;
- diametro interno/esterno raise borer 1600/2200 mm
- diametro nominale della condotta DN 900 (36");

è riportata nella seguente tabella (vedi tab. 1.3/B).

**Tab. 1.3/B: Stima delle eccedenze di materiale**

Ubicazione	Lungh. (m)	Provincia	Volume cavo (m <sup>3</sup> )	Volume per intasamento (m <sup>3</sup> )	Volume in eccedenza (m <sup>3</sup> )
Autostrada A15 Parma-La Spezia	145	Massa Carrara	936	193	743
Autostrada A15 Parma-La Spezia	335		2.140	441	1.699
Ratti	225		1.433	295	1.138
La Serra	135+150		3.050	1.045	2.005
Grondola	550		3.502	722	2.781
Palazzo	535	Parma	3.400	701	2.700
Fiume Taro	305		1.929	397	1.532

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 20 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 1.3/B: Stima delle eccedenze di materiale (seguito)**

Ubicazione	Lungh. (m)	Provincia	Volume cavo (m <sup>3</sup> )	Volume per intasamento (m <sup>3</sup> )	Volume in eccedenza (m <sup>3</sup> )
Ponte Ingegna	325	Parma	2.063	425	1.638
Dugara	145		657	62	594
Cà Scappini	450		2.866	590	2.275
Monte Crodolo	395		2.522	519	2.002
Gropo di Gora	1195	Parma - Piacenza	21.757	9.169	12.587
Monte Cornale	620		5.265	1.482	3.783
Monte Costaccia	655		5.545	1.561	3.984
Cà Sarzin	135	Piacenza	2.911	1.030	1.881
Case Fattori	125		6.587	1.854	4.733
Mignano	775		47.125	7.128	39.997
Case dell'Arda	2585		1.681	346	1.335
Mocomero	550		2.675	551	2.124
Nuovo Cà Vincini	535		5.031	1.036	3.994
Lugagnano	305		6.613	1.861	4.751
Autostrada A1 Milano-Napoli	325		630	130	501
Ferrovia Alta Velocità Milano-Bologna	145		650	134	516
Raccordo Autostradale A1 – A21	130		821	169	652
<b>Totali (m<sup>3</sup>)</b>			<b>131.789</b>	<b>31.841</b>	<b>99.945</b>




#### 1.4 Cronoprogramma dei lavori di realizzazione dell'opera (punto 4)

"Aggiornare il crono programma sulla base delle variazioni subite dal progetto rispetto alla documentazione originaria"

I lavori di installazione della condotta iniziano con la preparazione delle piazzole di stoccaggio per l'accatastamento delle tubazioni a cui segue il trasporto e la collocazione delle barre, delle curve stampate, della raccorderia, ecc. previste per ogni singola postazione.

Le altre attività avvengono in corrispondenza dei cantieri di linea che, nel loro avanzamento graduale nel territorio, garantiscono l'esecuzione di tutte le fasi previste per l'installazione della condotta, dall'apertura della fascia di lavoro sul fronte di avanzamento alla riprofilatura dell'originaria superficie topografica all'opposta estremità dello stesso cantiere.

Le attività sono quindi completate dai ripristini vegetazionali che, per loro natura, vanno eseguiti in periodi temporali ben definiti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 21 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Contestualmente all'avanzamento della linea, operano poi piccoli cantieri dedicati alla realizzazione degli attraversamenti più impegnativi (tunnel/gallerie, corsi d'acqua ed infrastrutture principali).

Il lavoro procederà con la condotta posata senza collegamenti e le singole fasi saranno coordinate in modo che la distanza tra i due punti di avanzamento dello scavo e del reinterro della condotta non sia superiore a 3,0 km; al fine di minimizzare presenze antropiche e di mezzi nel territorio, i cantieri saranno impegnati nella parte iniziale con la fase di apertura della pista e in quella terminale con le attività di ripristino.

I ripristini definitivi della fascia interessata dai lavori, indipendentemente dalla larghezza della stessa, dovranno essere terminati entro 75 giorni solari consecutivi dopo l'ultimazione del reinterro, salvo casi particolari.

I lavori di realizzazione dell'opera (montaggio e posa della condotta) saranno programmati ed eseguiti in periodi definiti per ogni singolo cantiere considerando i vincoli imposti dalle esigenze temporali di eventuali tratti particolari (attraversamento fluviali e di aree di particolare valenza) compresi nei diversi lotti di appalto.

Il programma di dettaglio delle singole fasi sarà predisposto dall'impresa costruttrice successivamente all'assegnazione dei lavori.

Per quanto attiene l'esecuzione dell'opera, si prevede la suddivisione del tracciato in cinque lotti di appalto, suddivisi come segue:

- 1° lotto Pontremoli – PIDI n. 5 (Com. di Albareto) di circa 29,9 km;
- 2° lotto PIDI n. 5 (Com. di Albareto) – PIDI n. 9 (Com. di Bardi) di circa 24,0 km;
- 3° lotto PIDI n. 9 (Com. di Bardi) – km 76,5 (Com. di Morfasso) di circa 28,5 km;
- 4° lotto km 76,5 (Com. di Morfasso) – km 80,4 (Com. di Vernasca) di circa 3,9 km;
- 5° lotto km 80,4 (Com. di Vernasca) – Cortemaggiore di circa 28,5 km .

I lavori di realizzazione dell'opera, prevedendo di operare su cinque fronti, saranno completati presumibilmente nel periodo massimo di circa 48 mesi. Più specificatamente, la messa in opera della nuova condotta richiederà un periodo di 36 mesi, la rimozione della tubazione esistente sarà portata a termine in un periodo di circa 11 mesi; i ripristini morfologici, della viabilità e vegetazionali saranno completati in un periodo di 21 mesi per la posa della nuova condotta e di 11 mesi per il recupero della tubazione esistente.

Il programma di lavoro, non essendo ancora possibile di definire, in questa fase della attività, l'esatta data di inizio lavori, è stato elaborato indicando la durata delle attività dell'intera opera per i singoli lotti (vedi fig. 1.4/A ÷ 1.4/C).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 22 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

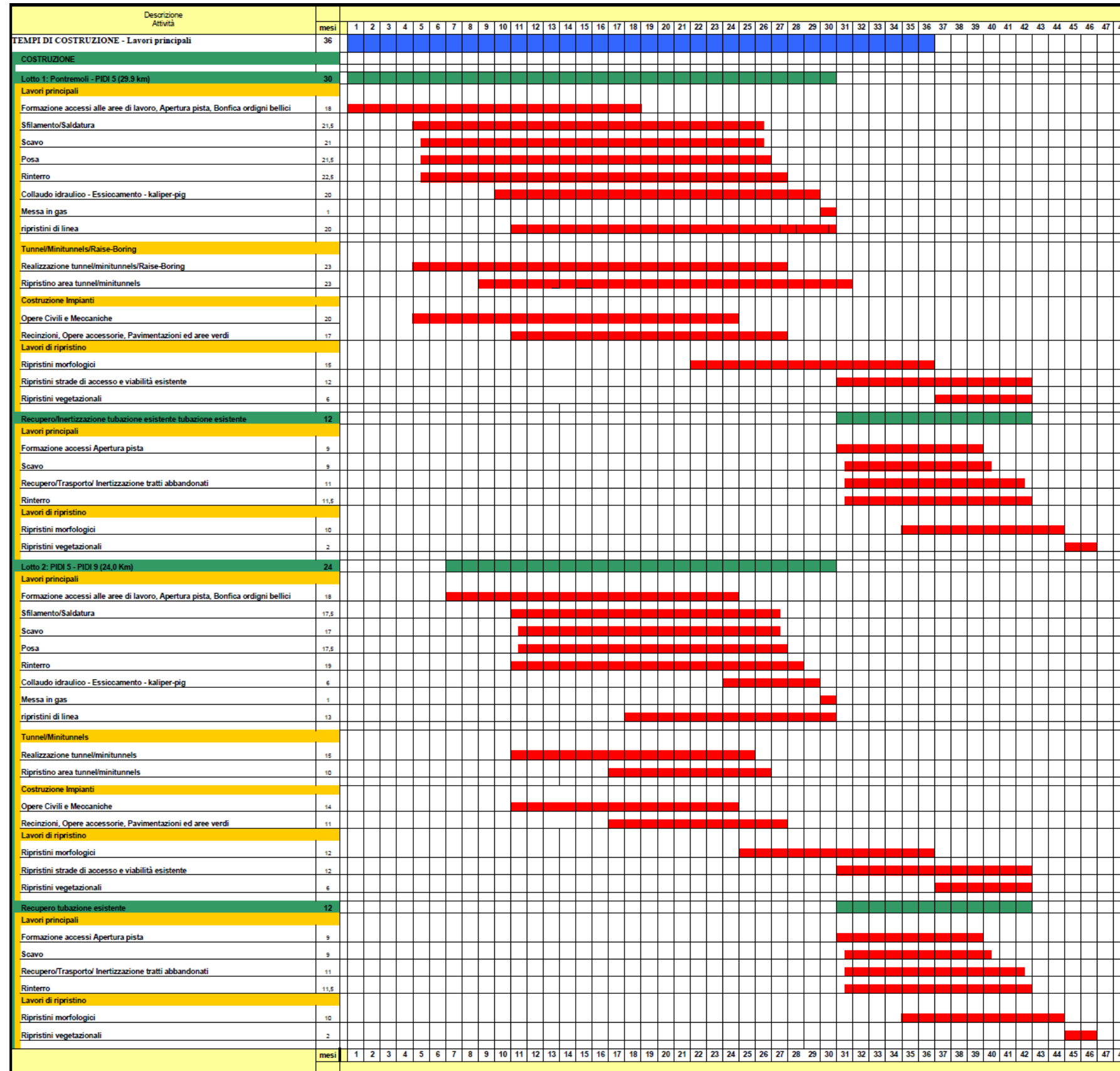




Fig. 1.4/A: Programma lavori lotti 1 e 2

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>P66331</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 23 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

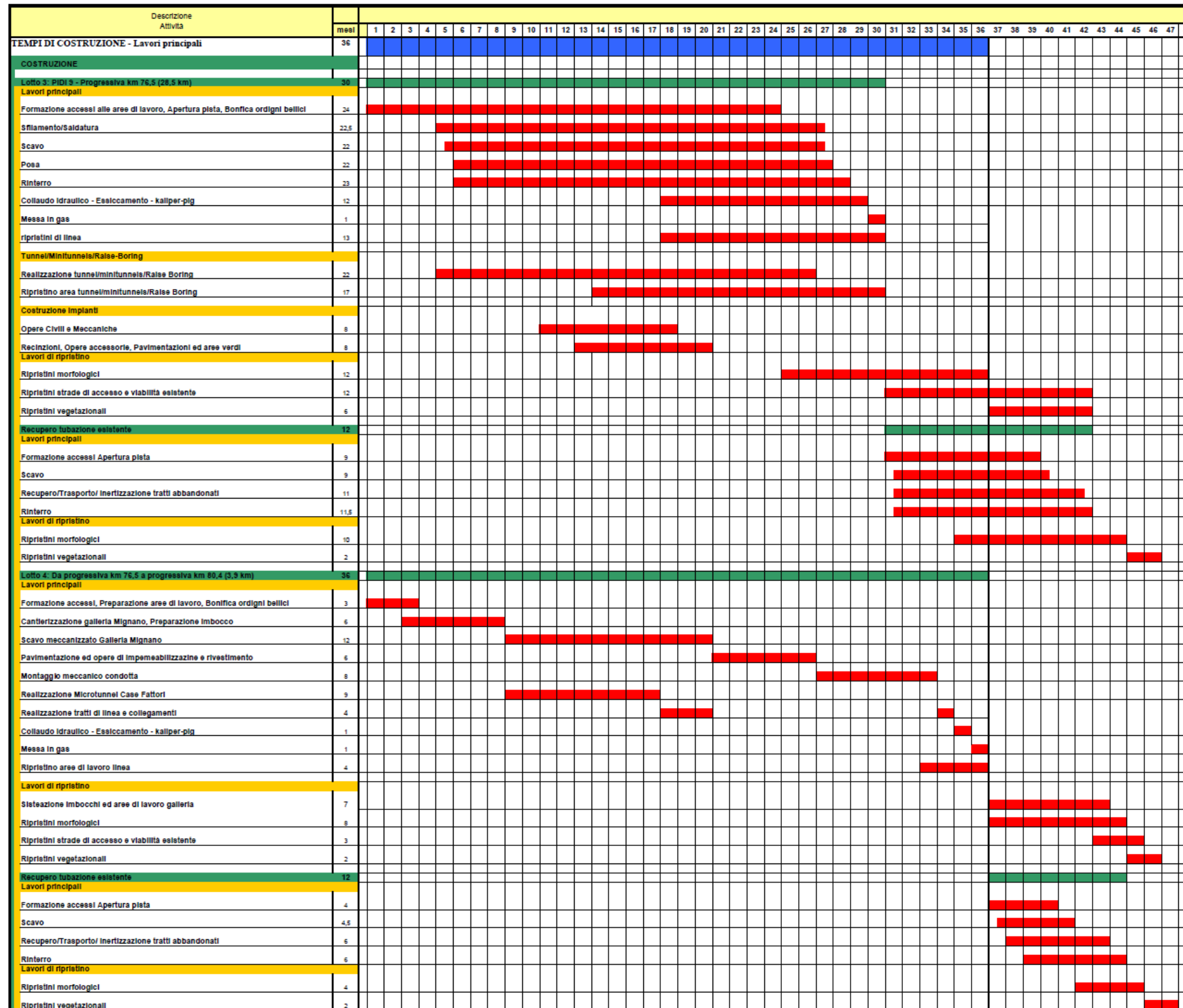




Fig. 1.4/B: Programma lavori lotti 3 e 4

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> P66331	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Met. Poggio Renatico - Cremona	Fg. 24 di 267	<b>Rev.</b> 0

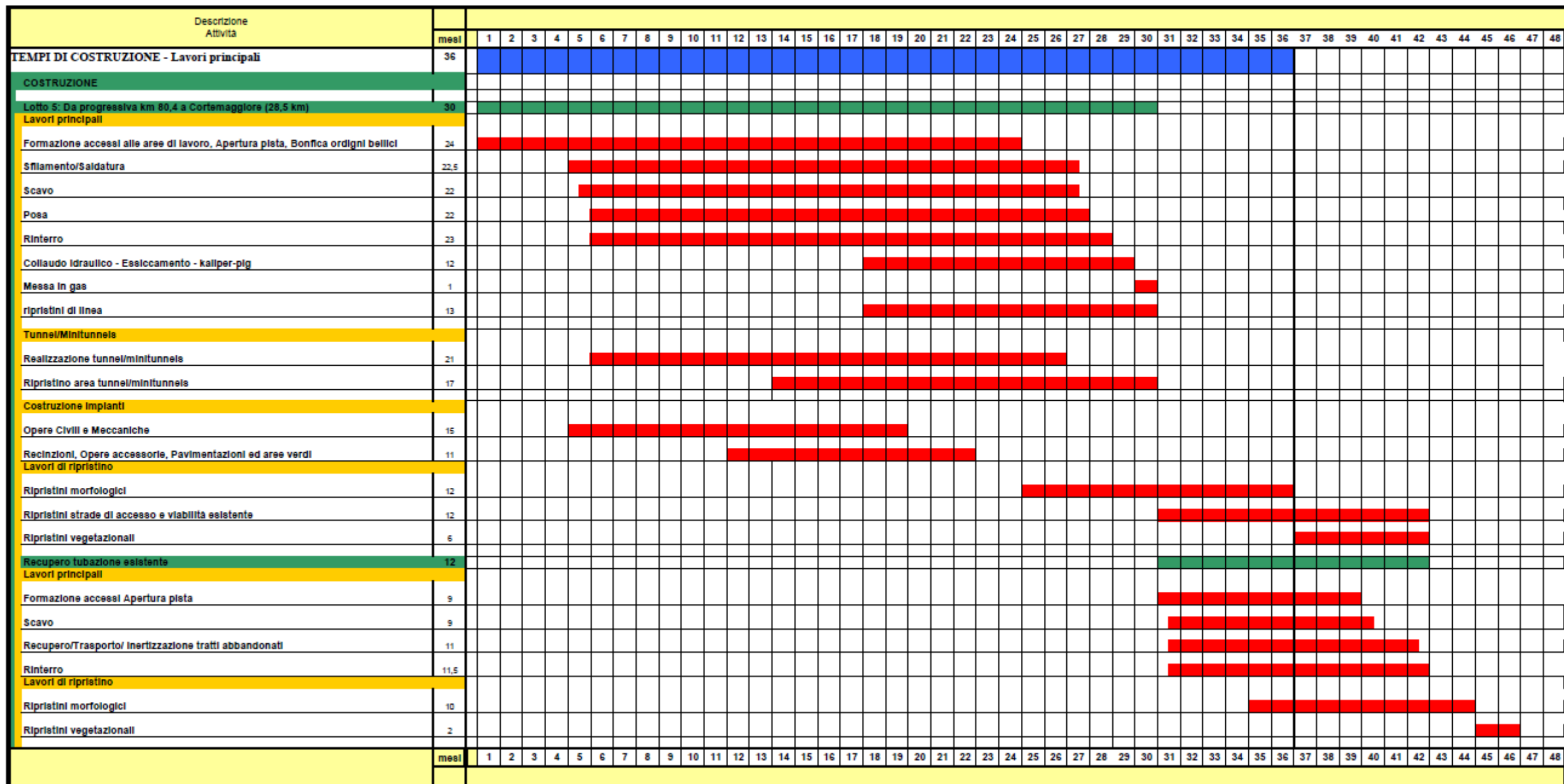


Fig. 1.4/B: Programma lavori lotto 5



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 25 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1.5 Programma operativo per la gestione di opere complementari lungo le condotte in dismissione (punto 5)

"Venga fornita una proposta operativa relativamente alla gestione e il mantenimento in efficienza delle opere di drenaggio e di protezione dei versanti interessati dalla dismissione"

Le attività di rimozione della tubazione DN 750 (30") comportano, come indicato nello Studio di impatto originariamente prodotto, la realizzazione di una serie di interventi di ripristino atti a garantire la stabilità degli attraversamenti fluviali e dei pendii interessati. In corrispondenza dei tratti in cui si prevede unicamente la rimozione della tubazione esistente, il progetto prevede:

- l'apertura di un'area di passaggio di larghezza ridotta (16 m) con accantonamento dello strato humico;
- lo scavo della trincea sino alla generatrice superiore della tubazione, portandola totalmente a giorno solo in corrispondenza delle sezioni di taglio della stessa,
- la rimozione delle sezioni di tubazione e il taglio delle sezioni in misura idonea al trasporto;
- il rinterro della trincea e il ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate.

Dette attività, coinvolgendo gli strati di terreno sopra la tubazione, non vanno generalmente a intaccare i letti di posa e i corpi drenanti realizzati sotto condotta, nè, salvo in qualche caso particolare, le trincee drenanti realizzate fuori condotta.

I versanti in cui si registra la presenza di apparati drenanti lungo la tubazione DN 750 (30") in dismissione, in corrispondenza dei tratti di scostamento dalla nuova condotta, sono indicati nella tabella seguente (vedi tab. 1.5/A).

**Tab. 1.5/A: Letti di posa drenante e trincee drenanti**

Progr. chilom.		Lungh.za (m)	Comune	Località	Tipologia
Da	A				
2,145	2,180	35	Pontremoli	C. Gazzola	Letto di posa drenante
4,685	4,735	50		Versante destro T. Gordana	
5,365	5,510	145		Versante sinistro T. Gordana	Trincea drenante sottocondotta
8,570	8,625	55		Versante sinistro T. Verde	Letto di posa drenante
8,945	9,030	85			
11,335	11,660	325			Trincea drenante sottocondotta

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 26 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 1.5/A: Letti di posa drenante e trincee drenanti (seguito)**

Progr. chilom.		Lungh.za (m)	Comune	Località	Tipologia
Da	A				
18,965	19,295	330	Borgo Val di Taro	Versante destro T. Tarodine	Trincea drenante fuoricondotta
19,365	20,040	675			Trincea drenante sottocondotta
20,360	20,530	170			Letto di posa drenante
20,825	20,965	140		Versante sinistro T. Tarodine	Trincea drenante sottocondotta
20,995	21,075	80			
21,520	21,595	75			
21,790	21,875	85			
22,265	22,445	180			Trincea drenante fuoricondotta
24,140	24,270	130	Albareto	Versante destro F. Taro	Letto di posa drenante
24,870	24,940	70			Trincea drenante fuoricondotta
25,435	25,490	55			Trincea drenante sottocondotta
25,585	25,790	205			
27,620	27,730	110		Versante sinistro T. Ingegna	Letto di posa drenante
27,840	28,040	200			
29,060	29,100	40			
31,490	31,875	385	Compiano	Versante destro T. Ingegna	Trincea drenante sottocondotta
33,190	33,320	130			Trincea drenante fuoricondotta
33,655	33,760	105		Versante merid. M. Zucchero	Letto di posa drenante
36,660	36,835	175			
38,885	39,180	295		Versante sett. M. Zucchero	Trincea drenante sottocondotta
39,390	39,700	310			
46,340	47,330	990	Bardi	Versante sinistro T. Ceno	Trincea drenante sottocondotta
48,100	48,550	450			
51,490	51,760	270		Versante meridionale Costa del Pellizzone	Trincea drenante fuoricondotta
52,245	53,315	1070			
61,765	61,940	175	Morfasso	Versante meridionale Costa di Croce Lasa	Trincea drenante sottocondotta
62,540	62,760	220			
63,080	63,405	325			Trincea drenante fuoricondotta
64,685	65,755	1070			
67,825	68,175	350		Versante destro T. Chero	Trincea drenante sottocondotta
68,435	68,830	395			
69,475	70,210	735			
71,750	71,885	135	Lugagnano Val d'Arda		

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 27 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I corpi drenanti eventualmente interessati dai lavori di rimozione della condotta saranno ripristinati nella loro continuità geometrica e funzionale prima di procedere al rinterro della trincea e al ripristino geomorfologico della superficie topografica.

Per quanto attiene le opere di ripristino morfologico lungo gli stessi tratti del Metanodotto Pontremoli – Cortemaggiore DN 750 (30”) in dismissione ove lo stesso diverge dalla nuova condotta, il progetto prevede il ripristino e la ricostituzione delle opere di regimazione idraulica, realizzate a presidio della tubazione in corrispondenza delle sezioni di attraversamento dei corsi d’acqua, e delle opere di contenimento in corrispondenza dei tratti di versante più acclivi, delle scarpate stradali e dei terrazzamenti lungo i versanti, come indicato nello Studio di Impatto ambientale originariamente predisposto (vedi SPC LA-E-83010 Sez. II “Quadro di riferimento progettuale” par. 5.2.10).

Al termine delle attività di dismissione, si procederà, accertata la corretta ricomposizione di tutte le opere e la loro piena funzionalità, a consegnare detti interventi agli Enti preposti di relativa competenza territoriale, trasmettendo una adeguata documentazione tecnica.

Detta documentazione comprenderà stralci cartografici atti a individuare le aree ove le opere interrato vengono ad insistere e le coordinate geografiche degli scarichi dei corpi drenanti e, per le opere fuori terra, stralci planimetrici catastali con la relativa ubicazione corredata di indicazioni tipologiche e caratteristiche dimensionali.

## 1.6 Richieste di integrazione formulate dalle Regioni Toscana e Emilia Romagna (punto 6)

*"Si richiede di fornire puntuale risposta a tutte le richieste integrazioni formulate dalla Regione Emilia Romagna e Toscana (vedi allegati)".*

Le richieste di integrazione formulate dalle Amministrazioni regionali, trasmesse al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e allegate alla citata comunicazione ministeriale, sono state espresse nelle seguenti comunicazioni:

- Direzione generale della Presidenza A.C. Programmazione e Controllo - Settore Valutazione Impatto Ambientale della Regione Toscana prot. n. AOOGR/166490/P.140.030 del 22/06/2010, che a riguardo rimanda a una precedente richiesta dello stesso Settore prot. n. ACCGRT/207960/P. 1000.030 del 31/07/2009;
- Servizio Valutazione Impatto e Promozione Sostenibilità Ambientale della Direzione Generale Ambiente e Difesa del Suolo della Costa della Regione Emilia-Romagna prot. n. PG.2010,0121074 del 04/05/2010;

In ragione dell'articolazione e dell'entità delle richieste, formulate nelle sopra citate comunicazioni, si è ritenuto opportuno predisporre due diverse relazioni specificamente dedicate al territorio della Regione Toscana (vedi Vol. 3, SPC. LA-E-83019) e a quello della Regione Emilia-Romagna (vedi Vol. 4, SPC. LA-E-83020).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 28 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Dette relazioni, analogamente alla presente, illustrano gli specifici approfondimenti in  
 accordo alla sequenza dei chiarimenti richiesti,

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 29 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2 QUADRO AMBIENTALE

### 2.1 Interferenza dell'opera con le falde idriche e le sorgenti (punto 7)

"Si richiede la produzione di un elaborato che descriva il quadro generale relativo alla intercettazione, diretta o no, da parte della condotta di tutte le possibili sorgenti e vengano esaminate le interferenze previste su ognuna di esse per quanto riguarda le possibili modifiche delle portate sia in fase di cantiere che in fase di esercizio. In particolare vengano specificate le interferenze su falde e sorgenti intercettate nei percorsi con microtunnel o gallerie per i seguenti tratti del nuovo gasdotto (chilometriche senso gas):

- i) km 9-10 (circa)
- ii) km 13-14
- iii) km 24.8-25.2
- iv) km 38-42.2
- v) km 53.8-54.2
- vi) km 56.9-58.2
- vii) km 67.3-67.9
- viii) km 69.4-70
- ix) km 75-79.2 (galleria parallela al lago artificiale di Mignano)
- x) km 83.3-83.8."

Per quanto riguarda le interferenze tra la realizzazione del progetto e le sorgenti in corrispondenza della percorrenza nel territorio della Regione Toscana, comprendente i primi due tratti citati, si rimanda all'approfondimento redatto in risposta al punto 2c della richiesta di integrazioni formulata dal Settore valutazione impatto ambientale A.C. Programmazione e Controllo della stessa Amministrazione regionale (vedi Vol. 3A, SPC 000-LA-E-83019 - par. 2.3). Nel seguito si illustra l'impatto dell'opera su sorgenti e falde ricadenti nel tratto emiliano del progetto.

#### 2.1.1 Documentazione tecnica di riferimento

I dati riguardanti le sorgenti sono stati ricavati dalla consultazione degli archivi dei Servizi Tecnici dei Bacini Affluenti del Po, sedi di Parma e Piacenza, dal sito Internet della Regione Emilia Romagna "Sorgenti ed unità geologiche sede di acquiferi nell'Appennino Emiliano – Romagnolo", dall'archivio del gestore del Servizio Idrico integrato della Val Taro "Montagna 2000". Gli stralci geologici delle diverse figure sono tratti dalla Carta Geologica a scala 1:10.000 della Regione Emilia – Romagna.

#### 2.1.2 Inquadramento idrogeologico

Nella successione stratigrafica attraversata dal metanodotto nell'area emiliana si possono individuare, sulla base del tipo e del grado di permeabilità, quattro complessi idrogeologici principali:

- Il complesso arenaceo – argilloso raggruppa le formazioni torbiditiche a dominante arenaceo - argillosa, (Arenarie del M. Gottero, Arenarie di Scabiazza), caratterizzate da permeabilità secondaria per fratturazione. Il grado di permeabilità,

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 30 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

variabile in funzione del rapporto arenaria/pelite e della densità di fratturazione, è definibile complessivamente come medio.

- Il complesso calcareo–marnoso comprende il Flysch del M. Cassio, formato da calcari e calcari marnosi con intercalazioni di marne e argilliti. La permeabilità è secondaria, per fratturazione, il grado di permeabilità medio – basso.
- Il complesso argillitico è costituito da diverse formazioni a dominante argillosa (Argille a palombini, Argilite di S. Siro, Argilliti varicolori di Cassio, Complesso di Case Boscaini). La permeabilità è secondaria, per fratturazione, il grado di permeabilità è complessivamente basso.
- Il complesso detritico–alluvionale comprende tutte le formazioni caratterizzate da permeabilità primaria per porosità, rappresentate essenzialmente dai depositi alluvionali attuali e recenti, terrazzati e non, dai depositi fluvio-lacustri, dai detriti di falda, dagli accumuli di frana e paleo frana, dalle coltri di origine colluvio – eluviale. Il grado di permeabilità, variabile, è funzione della composizione granulometrica, del grado di addensamento e soprattutto dall'entità della frazione argilloso - limosa presente.
- Il complesso di Casanova, in ragione di un'elevata variabilità litologica (brecce monogeniche e poligeniche, granosostenute o matrice sostenute, a struttura caotica, con matrice prevalentemente argilloso) ha un comportamento intermedio tra acquifero e aquitardo. Spesso è sede di una modesta circolazione a carattere locale, che dà luogo a numerose manifestazioni sorgentizie, di ridotta portata. Il complesso detritico–alluvionale e i complessi arenaceo–argilloso e calcareo–marnoso hanno caratteristiche di acquiferi, mentre il complesso a dominante argilloso ha un comportamento da aquitardo-aquiclude, anche se localmente può ospitare una circolazione sotterranea localizzata nelle sequenze più potenti calcaree o arenacee, fratturate.

### 2.1.3 Generalità sull'interferenza tra opera in progetto e sorgenti

In generale negli acquiferi fratturati, strutture lineari come i metanodotti non hanno un impatto rilevante sul deflusso sotterraneo. La ridotta profondità di posa in gran parte del tracciato (la copertura delle tubazioni è generalmente pari a 1,5 m di spessore) implica che lo scavo attraversa principalmente la zona di assorbimento ed infiltrazione degli acquiferi.

L'influenza sui fenomeni di infiltrazione può essere considerata sostanzialmente poco rilevante, se si tiene conto del rapporto tra la superficie di un acquifero su cui avvengono complessivamente tali processi (di dimensioni generalmente chilometriche) e la superficie occupata da una struttura lineare di ridotte dimensioni come un metanodotto.

Il caso delle opere in sottterraneo è più complesso, sia per le maggiori dimensioni del cavo (da circa 2,5 m di diametro nei microtunnel a circa 4,0 m nelle gallerie), sia perché vengono interessati dagli interventi settori più profondi dei complessi idrogeologici, in cui è possibile intercettare la porzione satura degli acquiferi ed in cui è

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 31 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

più difficile stimare l'andamento dei deflussi sotterranei, considerati i pochi dati disponibili e le rilevanti eterogeneità che caratterizzano gli ammassi rocciosi.

Tuttavia anche nella zona satura degli acquiferi le alterazioni indotte dalle opere in sottterraneo riguardano una porzione limitata dell'estesa e fitta rete di discontinuità che generalmente formano la circolazione sotterranea, in cui non vi sono sostanzialmente vie di deflusso preferenziale (sono assenti infatti gli acquiferi carsici, nei quali un limitato numero di condotti e canali possono avere portate rilevanti).

Gli impatti comunque più significativi avvengono nella fase di cantiere. E' durante le operazioni di scavo, infatti, che, se eventualmente si verifica un'intercettazione dei deflussi sotterranei è possibile intervenire con misure di mitigazione volte a ridurre l'impatto. Nella fase di esercizio l'impatto non varia in modo significativo.

Nei paragrafi successivi viene esaminato il tipo ed il grado d'impatto del metanodotto sulle captazioni esistenti in prossimità dei tracciati di progetto e in dismissione, in un intorno di qualche centinaio di metri dalle tubazioni, e l'interferenza delle opere in sottterraneo citate, con la circolazione idrica dei complessi idrogeologici che sono attraversati dalla linea di progetto.

#### 2.1.4 Interferenza del tracciato di progetto con le sorgenti

Le sorgenti censite lungo il tracciato di progetto del metanodotto nel tratto emiliano sono elencate nella tabella sottostante e riportate nelle figure di inquadramento geologico caso per caso.

**Tab. 2.1/A: Sorgenti censite lungo il tratto emiliano del metanodotto in progetto**

<b>Sigla</b>	<b>Denominazione</b>	<b>Acquifero</b>	<b>Quota (m s.l.m.)</b>
SG1	Località Bora dei Signori	Detritico	1010
SG2	Località Il Poggio	Detritico	995
SG3	Alberella	Detritico	715
SG4	Fonte dei Campi	Detritico	680
SG5	La Paola	Complesso di Casanova	655
SG6	Località Caboara	Arenaceo - argilloso	765
SG7	Località Caboara	Detritico	850
SG8	Località Caboara	Arenaceo - Detritico	880-900
SG9	Località Arola	Arenaceo - argilloso	790
SG10	Località Costa della Colla	Detritico	965
SG11	Località M. Zucchero	Complesso di Casanova	970
SG12	Località Dugara	Arenaceo - argilloso	825
SG13	Località Dugara	Arenaceo - argilloso	780
SG14	Località Cà Scappini	Arenaceo - argilloso	600

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 32 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.1/A: Sorgenti censite lungo il tratto emiliano del metanodotto in progetto (seguito)**

Sigla	Denominazione	Acquifero	Quota (m s.l.m.)
SG15	Località Poggio Cadame	Arenaceo - argilloso	715
SG16	Località Cogno di Grezzo	Detritico	760
SG17	Località Cogno di Grezzo	Detritico	790
SG18	Località Rio Faggeto	Detritico	840
SG19	Località Rio Faggeto	Complesso di Casanova	870
SG20	Località Rio Faggeto	Complesso di Casanova	880
SG21	Località Groppo di Gora	Ofioliti	1200
SG22	Località Groppo di Gora	Ofioliti	1155
SG23	Località Groppo di Gora	Complesso di Casanova	1075
SG24	Località Groppo di Gora	Complesso di Casanova	1085
SG25	Moretta 1	Calcareo - marnoso	965
SG26	Moretta 2	Calcareo - marnoso	965
SG27	Fontana S. Rocco 1	Calcareo - marnoso	990
SG28	Fontana S. Rocco 2	Calcareo - marnoso	995
SG29	Località M. Cornale	Calcareo - marnoso	915
SG30	Località M. Costaccia	Calcareo - marnoso	825
SG31	Fontana Costaccia	Calcareo - marnoso	865
SG32	Località M. Mu	Calcareo - marnoso	810
SG33	Località Rio Mandrola	Calcareo - marnoso	810-825
SG34	Località Luneto	Calcareo - marnoso	900-915
SG35	Località Luneto	Calcareo - marnoso	875

Nel complesso si tratta di sorgenti che scaturiscono a quote relativamente elevate, legate frequentemente a circuiti di non grande estensione e tendenzialmente superficiali, con limiti di permeabilità spesso indefiniti, per variazioni di conducibilità idraulica di origine tettonica. Per quanto riguarda l'appartenenza ai diversi acquiferi, si osserva una distribuzione bilanciata tra i maggiori (Detritico, Arenaceo-argilloso, Calcareo-marnoso), ed una significativa presenza di emergenze legate al complesso di Casanova, il cui comportamento idrogeologico è nell'area prevalentemente di acquifero. Tutte le sorgenti censite sono di uso acquedottistico pubblico.



L'impatto dell'opera in progetto è esaminato per aree che comprendono una o più sorgenti situate in prossimità e in condizioni idrogeologiche simili.

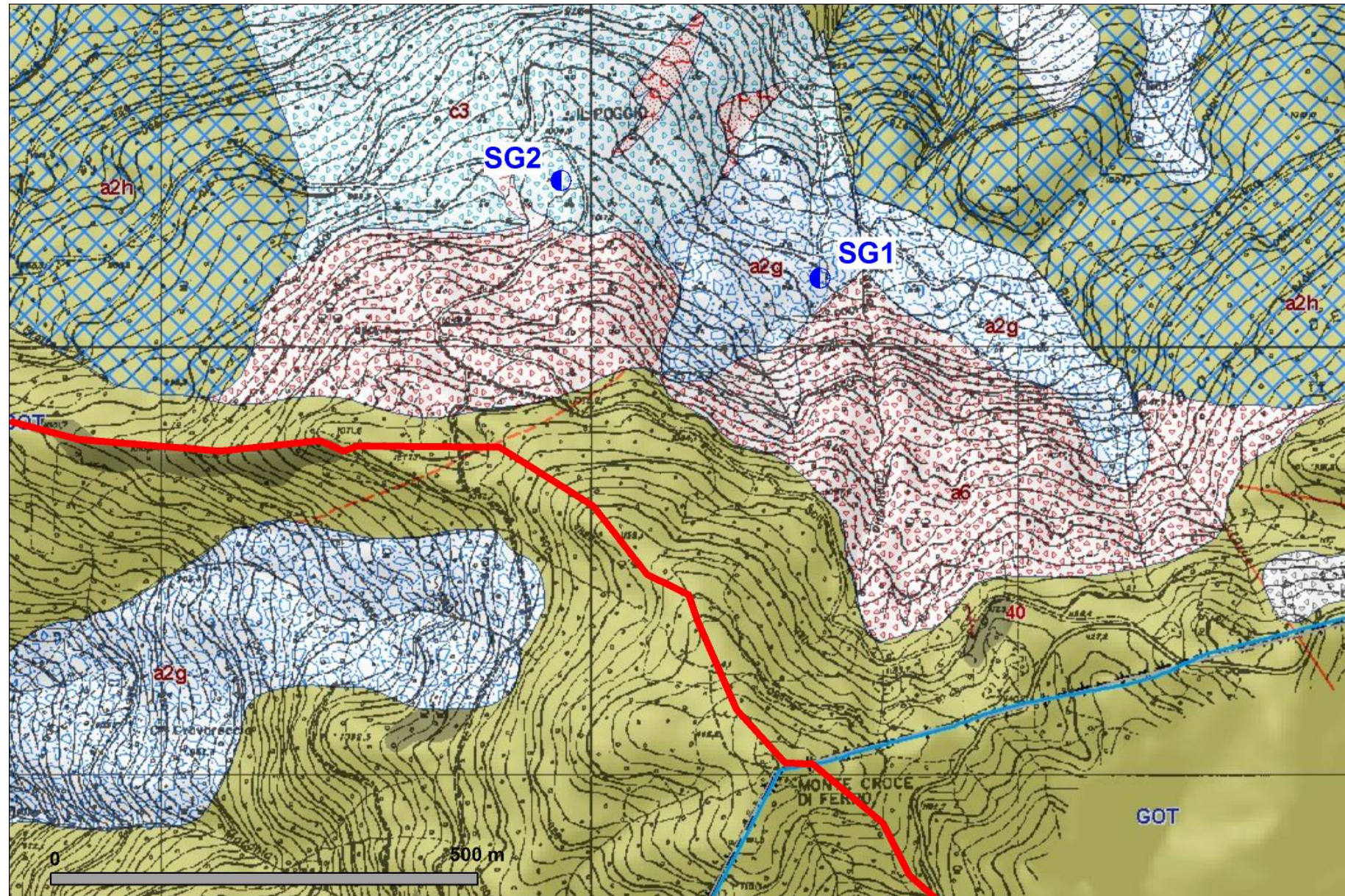
#### M. Croce di Ferro

Due sorgenti (SG1e SG2) scaturiscono, a quote comprese tra 995 e 1010 m s.l.m., dagli estesi depositi detritici (detrito di falda e accumuli di frana) affioranti nella parte mediana del versante nord della dorsale che dal passo del Brattello scende verso il torrente Tarodine (fig. 2.1/A).

Il tracciato di progetto passa lungo il crinale del M. Croce di Ferro, all'interno dell'acquifero delle Arenarie del Gottero, a quote comprese tra 1075 e 1150 m s.l.m. e a distanze comprese tra 300 m e 400 m. Si può escludere ogni interferenza, considerato che la linea di progetto non attraversa il bacino di alimentazione delle sorgenti, rappresentato dalle coltri detritiche.



	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 33 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.1/A:** M. Croce di Ferro. Inquadramento geologico delle sorgenti SG1 e SG2.

**Legenda:** Deposito di frana quiescente (a2g); Deposito di frana DGVP (a2h); Deposito morenico (c3); Detrito di falda (a6); Arenarie di M. Gottero (GOT). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 34 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Rio di Fornaro

Due sorgenti scaturiscono a monte dei tracciati delle linee in progetto ed in dismissione, parallele e strettamente adiacenti, a quote di 715 m (SG3 - Alberella) e 680 m s.l.m. (SG4 - Fonte dei Campi), una a valle, alla quota di 655 m s.l.m. (SG5 - La Paola). I tracciati attraversano la valletta del rio di Fornaro a quote intorno a 670 m s.l.m. Si tratta di sorgenti perenni di modesta portata (qualche l/min), che appartengono all'acquedotto di Albareto (fig. 2.1/B).



Si può escludere ogni interferenza con il regime delle sorgenti situate a monte delle linee. La sorgente SG5, situata ad una distanza di circa un centinaio di metri dalle condotte, trae origine verosimilmente da circuiti sviluppati nei livelli più competenti e fratturati dalle brecce del Complesso di Casanova. Poiché gli scavi per la posa e la rimozione delle condotte saranno superficiali (coperture di circa 1,5 m), ed interesseranno con buona probabilità terreni insaturi, principalmente sede di processi di infiltrazione, si può stimare che il rischio di interferenza con la circolazione sotterranea sia basso. Nel caso che la superficie piezometrica venga intercettata, si provvederà al tempestivo confinamento delle eventuali fratture beanti ed alla realizzazione di vincoli impermeabili per il ripristino dei limiti di permeabilità preesistenti.

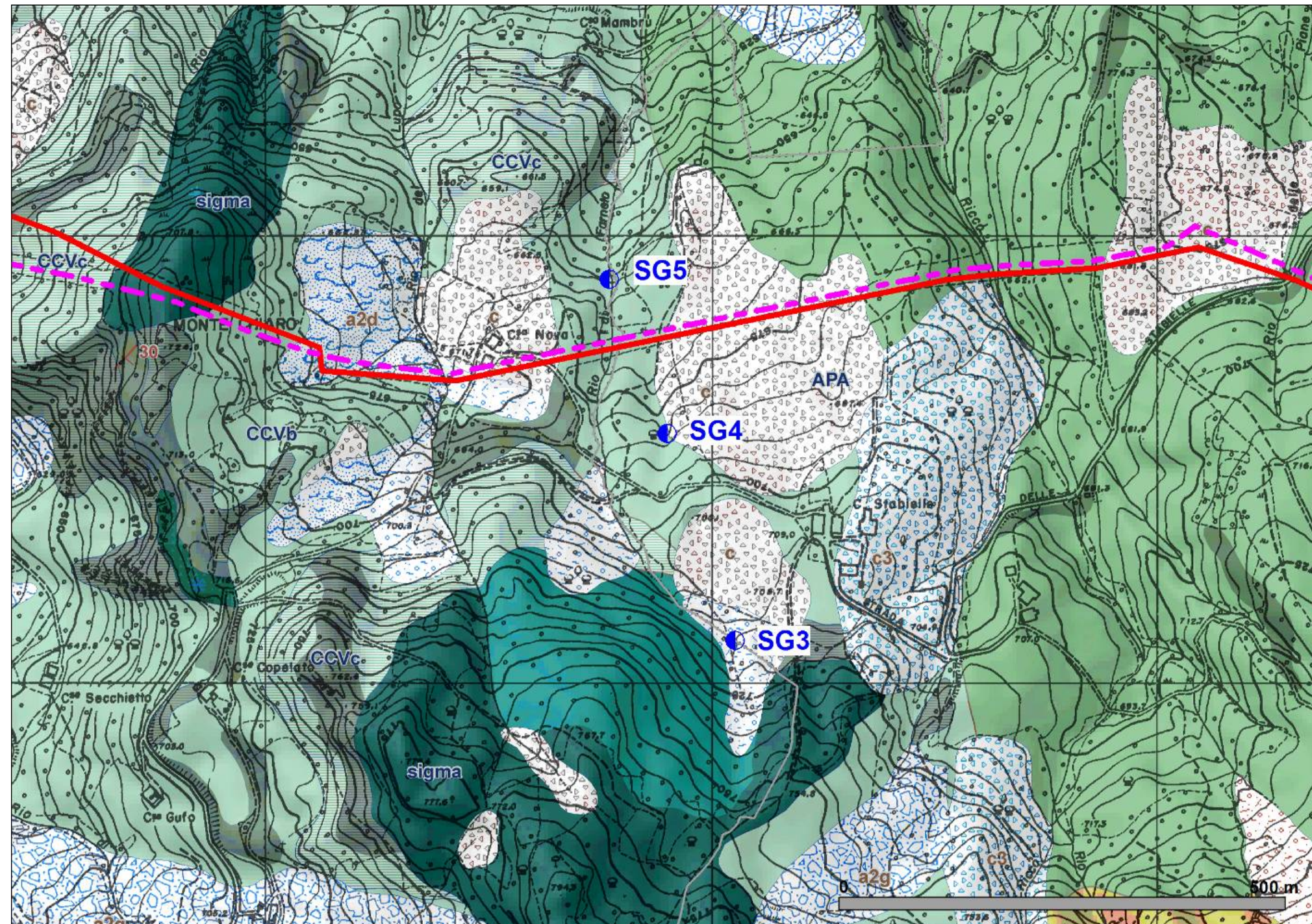
#### Caboara

Quattro sorgenti scaturiscono lungo i versanti che salgono a monte dell'abitato di Caboara, alle quote di 765 m (SG6), 850 (SG7) 880-900 m s.l.m. (SG8), 790 m s.l.m. (SG9). Appartengono tutte all'acquifero arenaceo – argilloso delle Arenarie di Scabiazza (fig. 2.1/C). La sorgente SG6 è una fontana pubblica di modesta portata, che drena verosimilmente l'ammasso roccioso arenaceo fratturato in corrispondenza di una faglia ad andamento NO – SE. Il metanodotto in progetto non attraversa la faglia, passando ad una distanza minima di circa 70 m dalla sorgente con direzione circa parallela. L'impatto si può pertanto ritenere minimo.

SG9, la sorgente di maggiore portata, posta ad una distanza minima di circa 400 m dalla linea di progetto, è situata sul versante sinistro del rio dei Burroni, mentre il metanodotto percorre il crinale del versante destro. La profonda incisione del rio rappresenta verosimilmente una linea di separazione dei deflussi. Si può quindi ritenere che il bacino di alimentazione non venga attraversato dal metanodotto e non vi sia quindi interferenza.



Il tracciato di progetto percorre il crinale che separa il bacino del rio dei Burroni dal bacino del rio della Fontana Lubbia, in cui scaturiscono le sorgenti SG7 ed il gruppo di sorgenti SG8. Tutte le emergenze sono situate ad una distanza minima dalla linea di progetto di poco superiore a 200 metri. La sorgente SG7 appare alimentata in gran parte dal deposito detritico che affiora nella valletta a monte dell'emergenza. Il gruppo di sorgenti SG8, caratterizzato da un elevato numero di emergenze di bassa portata, è alimentato verosimilmente da circuiti superficiali nel modesto bacino del rio della fontana Lubbia, di cui il tracciato percorre un breve tratto lungo la linea di spartiacque. Si può escludere che la percorrenza lungo il crinale spartiacque interferisca in modo significativo con i circuiti di alimentazione di questo gruppo di sorgenti.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 35 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.1/B:** Rio di Farneto. Inquadramento geologico delle sorgenti SG3 – SG5.

**Legenda:** Deposito di frana per colamento (a2d); Deposito di frana quiescente (a2g); Depositi morenici (c e c3); Complesso di Casanova a matrice pelitica e arenitica (CCVb e CCVc); Argille a palombini (APA); Serpentinite (sigma). In colore più scuro gli affioramenti.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 36 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

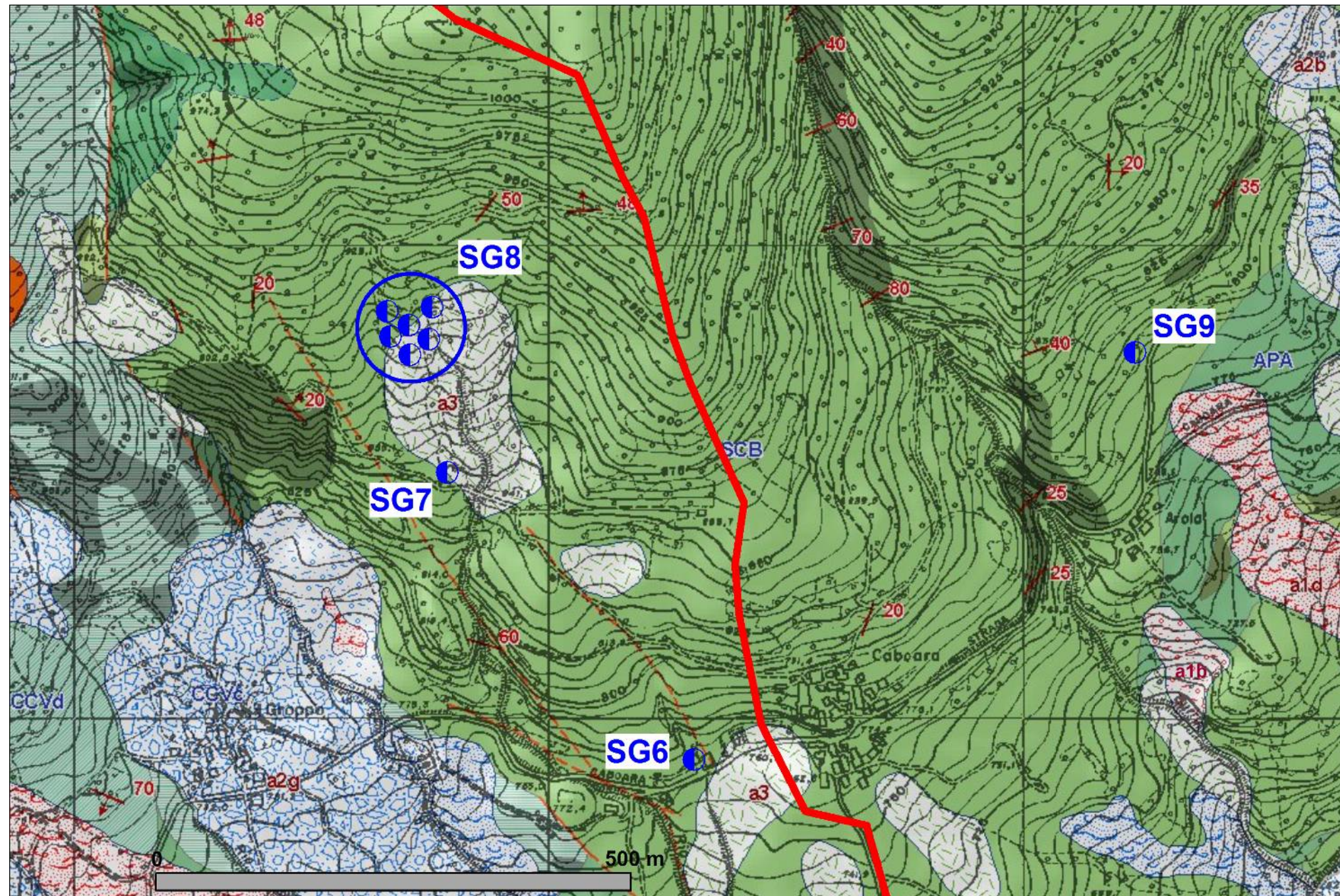


Fig. 2.1/C: Caboara. Inquadramento geologico delle sorgenti SG6-SG9.

Legenda: Deposito di frana attiva per scivolamento o colamento (a1b, a1d); Deposito di frana quiescente: indeterminata, per colamento, complessa (a2, a2d, a2g); Deposito di versante (a3); Arenarie di Scabiazza (SCB). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 37 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### M. Zucchero

Le due sorgenti che scaturiscono nell'area di M. Zucchero (fig. 2.1/D) sono entrambe situate a valle della condotta in progetto, alle quote di 965 m s.l.m. (sorgente SG10) e 970 m s.l.m. (sorgente SG11). Il tracciato di progetto percorre il crinale del M. Zucchero, passando ad una distanza di 150 dall'emergenza SG10 e di circa 100 m dall'emergenza SG11. La sorgente SG11 è alimentata da una coltre detritica di origine morenica, mentre la sorgente SG9 scaturisce al limite tra le Argille a palombini e le breccie argillitiche del Complesso di Casanova. Per quanto riguarda la sorgente SG11 non esiste interferenza significativa da parte del metanodotto, che non attraversa la coltre detritica che la alimenta; relativamente a SG10, la percorrenza di un'area di crinale, che costituisce anche linea di spartiacque del bacino di alimentazione della sorgente, rende poco rilevante l'impatto.

#### Dugara

Due sorgenti scaturiscono sul versante a monte dell'abitato di Dugara, alle quote di 825 m (SG12) e 780 m s.l.m. (SG13), all'interno dell'acquifero delle Arenarie di Scabiazza (fig. 2.1/E). La distanza con la linea di progetto è di circa 30 m per SG12 e di circa 40 m per SG13. Si tratta di sorgenti per limite di permeabilità indefinito, alimentate da circolazione nei livelli alterati e fratturati dell'acquifero arenaceo.



Poiché gli scavi per la posa e la rimozione delle condotte saranno superficiali (coperture di circa 1,5 m), ed interesseranno con buona probabilità terreni insaturi, principalmente sede di processi di infiltrazione, si può stimare che il rischio di interferenza con la circolazione sotterranea sia basso. Nel caso che la circolazione idrica sotterranea venga intercettata, si provvederà al tempestivo confinamento delle fratture beanti ed alla realizzazione di vincoli impermeabili per il ripristino dei limiti di permeabilità preesistenti.

#### Cà Scappini

Sorgente (SG14) situata intorno a quota 600 m s.l.m. lungo la valle di un rio affluente del torrente Toncina, all'interno dell'acquifero arenaceo – argilloso (fig. 2.1/F). Si tratta del vecchio acquedotto rurale di C. Scappini. I tracciati di progetto e in dismissione passano a valle della sorgente ad una distanza di circa 350 m. Il passaggio a valle permette di escludere ogni interferenza con la sorgente.

#### Poggio Cadame

La sorgente SG15 scaturisce a quota 715 m s.l.m., sul versante meridionale di Poggio Cadame, nella valletta del rio della Ghiaia (fig. 2.1/G). Il versante è costituito dall'acquifero arenaceo delle Arenarie di Scabiazza; l'emergenza è posta in prossimità del limite con un accumulo di frana, che contribuisce probabilmente almeno in parte all'alimentazione della sorgente. Il tracciato di progetto percorre un breve tratto dello spartiacque del bacino del rio della Ghiaia, ad una distanza minima di circa 150 m dall'emergenza. Si può escludere ogni interferenza significativa tra l'opera in progetto e la sorgente.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 38 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

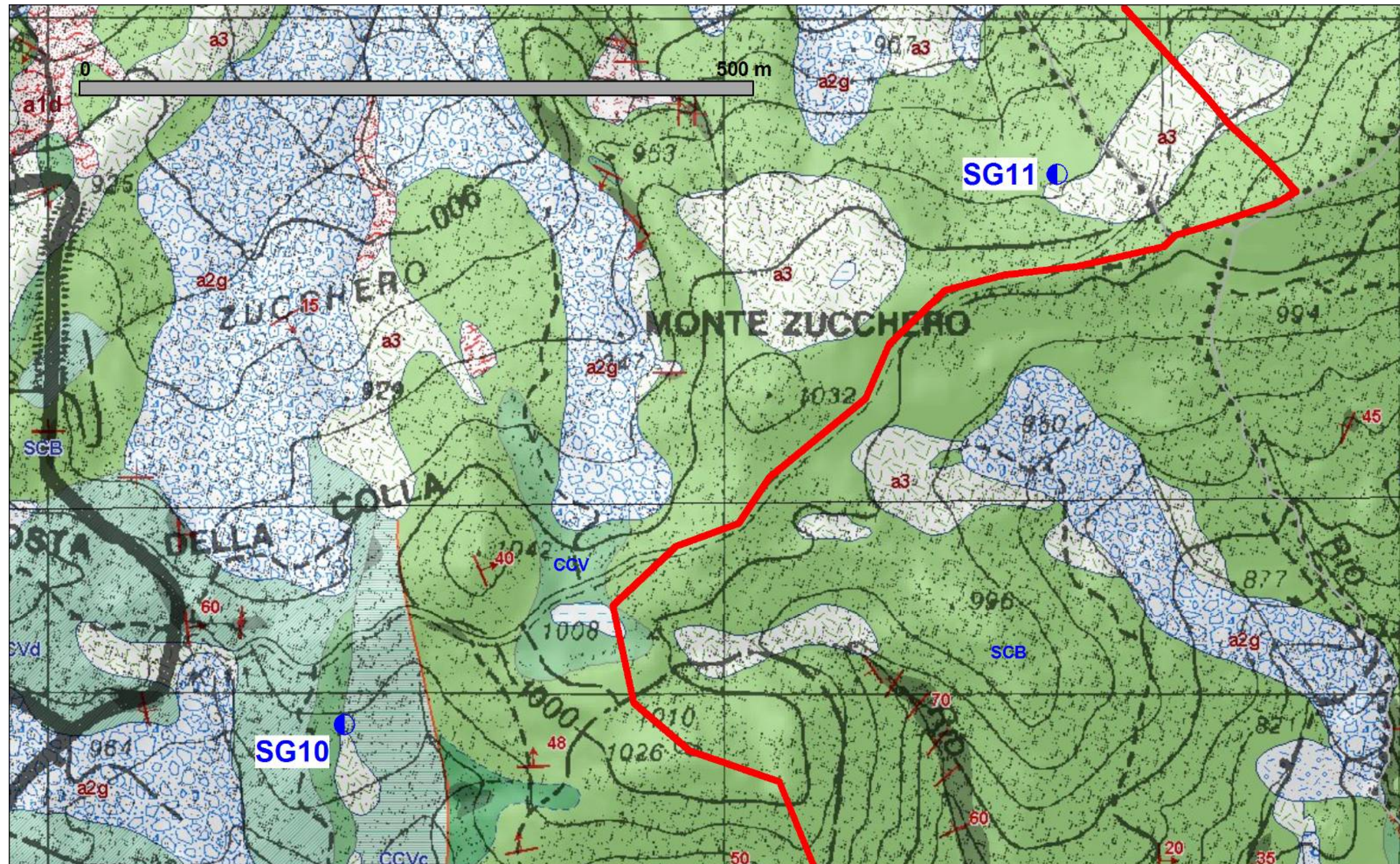




Fig. 2.1/D: Monte Zucchero. Inquadramento geologico delle sorgenti SG10 e SG11.

Legenda: Deposito di frana attiva per colamento (a1d); Deposito di frana quiescente: indeterminata, per colamento, complessa (a2, a2d, a2g); Deposito di versante (a3); Arenarie di Scabiazza (SCB). Complesso di Casanova (CCV, CCVc, CCVd), In colore più scuro gli affioramenti.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 39 di 267	Rev. 0

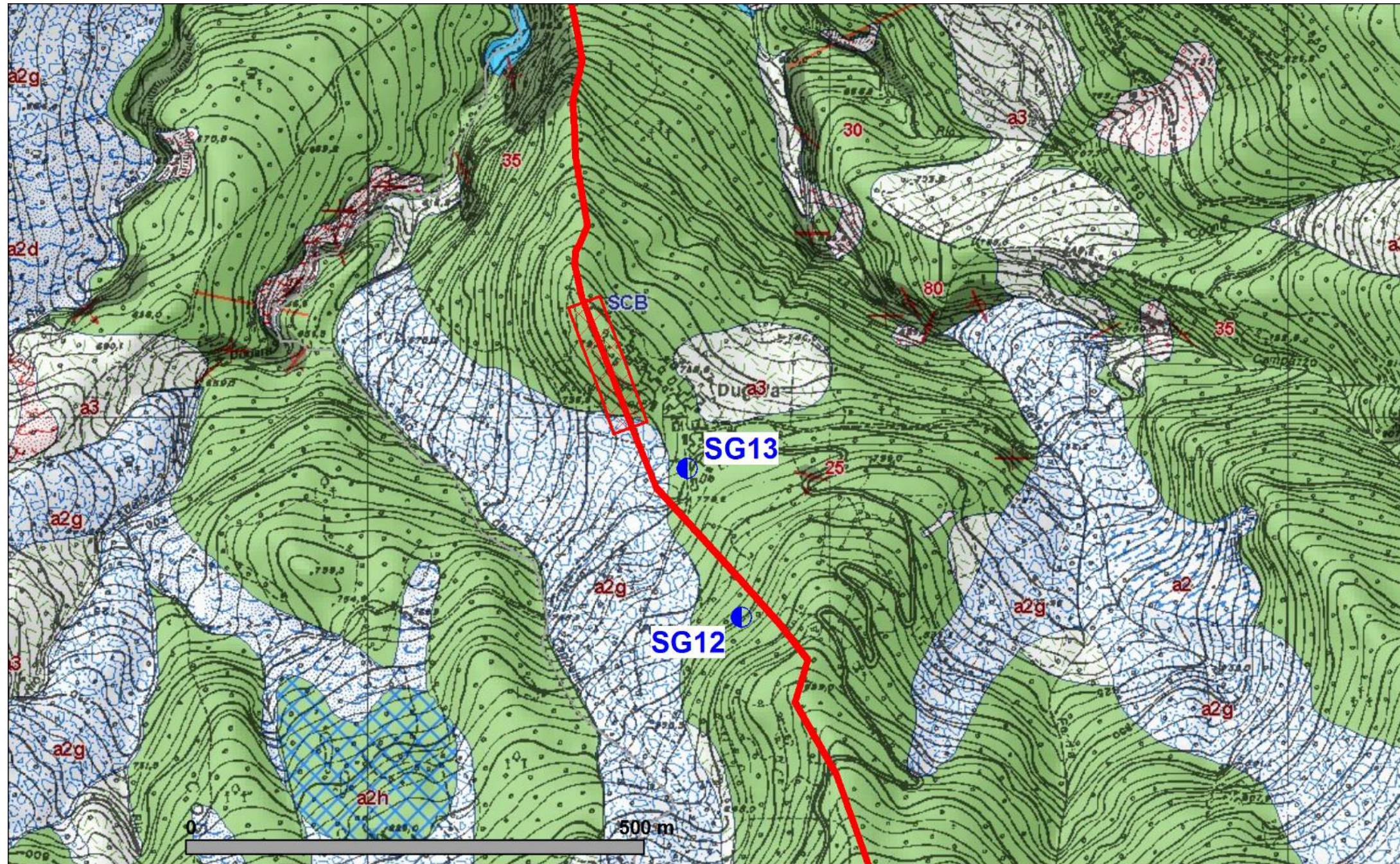




Fig. 2.1/E : Dugara. Inquadramento geologico delle sorgenti SG12 e SG13.

Legenda: Deposito di frana attiva per scivolamento o colamento (a1b, a1d); Deposito di frana quiescente: indeterminata, per colamento, complessa (a2, a2d, a2g); Deposito di versante (a3); Arenarie di Scabiazza (SCB). In colore più scuro gli affioramenti.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna		<b>SPC. LA-E-83016</b>
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore		Fg. 40 di 267

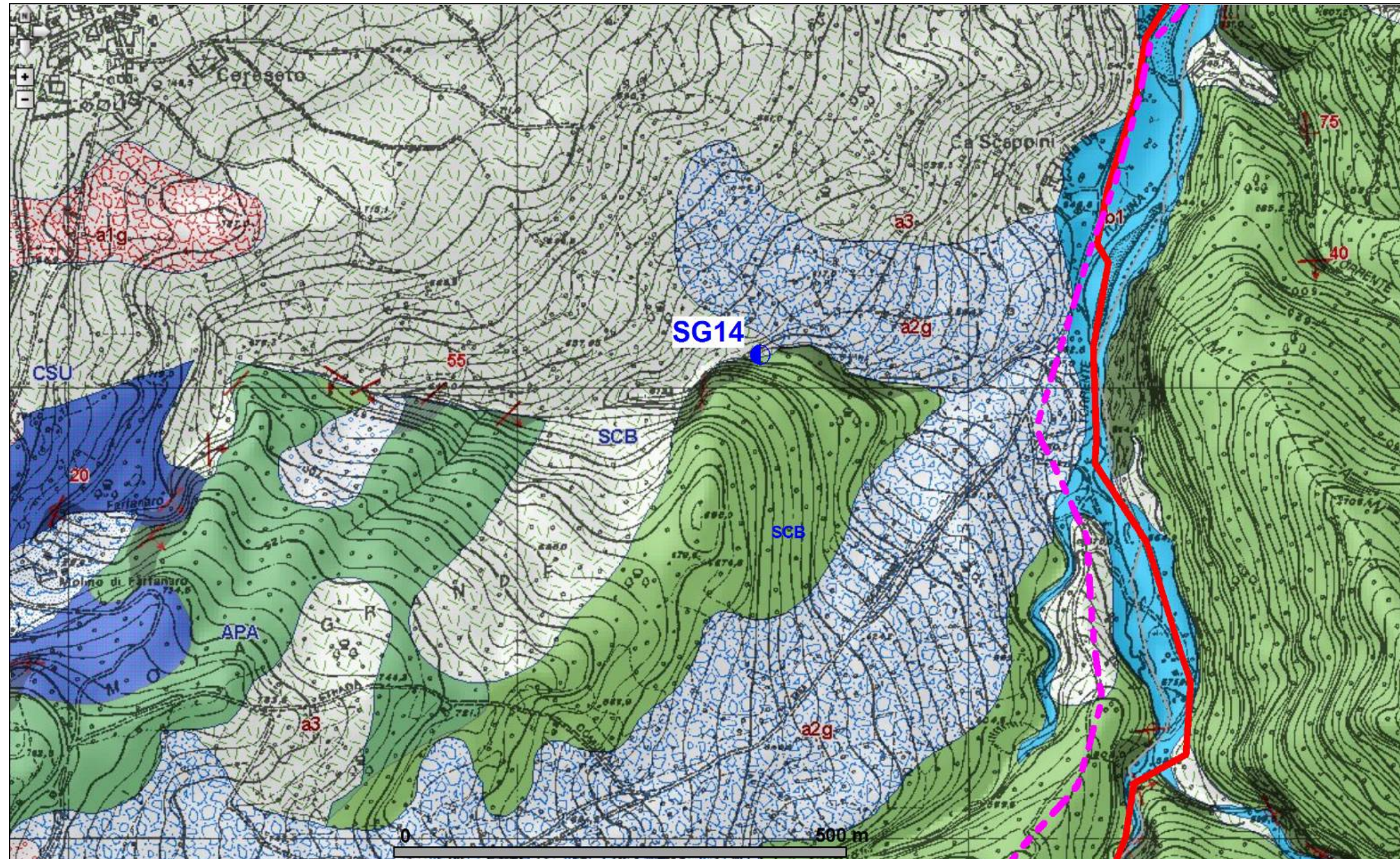




Fig. 2.1/F: Cà Scappini. Inquadramento geologico della sorgente SG14.

Legenda: Deposito di frana attiva complessa (a1g); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); Depositi di versante (a3); Depositi alluvionali attuali (B1); Argille a palombini (APA); Arenarie di Scabiazza (SCB); Arenarie di Casanova (CSU). In colore più scuro gli affioramenti.



	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 41 di 267	Rev. <b>0</b>

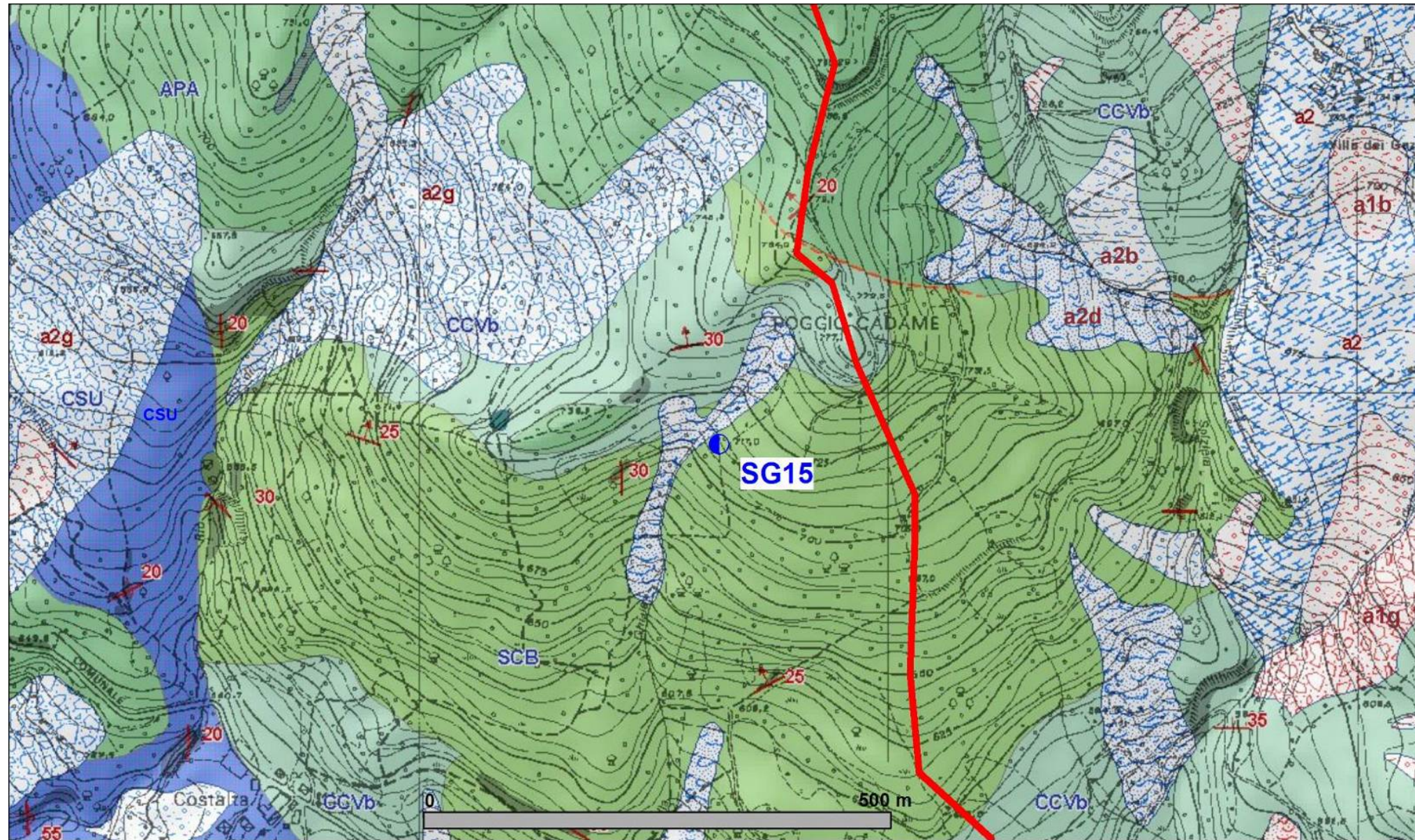


Fig. 2.1/G: Poggio Cadame. Inquadramento geologico della sorgente SG15.

**Legenda:** Deposito di frana attiva: per scivolamento, complessa (a1b, a1g); Deposito di frana quiescente: indeterminata, per scivolamento, per colamento, complessa (a2, a2b, a2d, a2g); Argille a palombini (APA); Complesso di Casanova (CCVb); Arenarie di Scabiazza (SCB); Arenarie di Casanova (CSU). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 42 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Cogno di Grezzo

Nell'area vi sono cinque sorgenti, due situate nella conca ad est di Cogno di Grezzo, tre nella conca che si apre a NO dell'abitato (fig. 2.1/H). Le due sorgenti orientali SG16 e SG17, scaturiscono all'interno di un'estesa coltre detritica di frana. Delle tre sorgenti di NO, situate e quote comprese tra 840 m e 880 m s.l.m., una scaturisce all'interno di un accumulo di frana (SG18), due all'interno delle brecce del Complesso di Casanova (SG19 e SG20).

Il tracciato passa lungo il crinale spartiacque del rilievo che separa i due impluvi, a distanze minime di oltre 400 m dalle sorgenti SG16 e SG17, di oltre 200 m da SG18, SG19 e SG20. La percorrenza su una linea di spartiacque consente di escludere ogni interferenza significativa tra l'opera in progetto e le sorgenti.

### Gropo di Gora

Nell'intorno della dorsale del Gropo di Gora, che il progetto prevede di attraversare in galleria, vi sono quattro sorgenti (fig. 2.1/I).




Nella dorsale affiorano terreni appartenenti in massima parte al Complesso di Casanova, rappresentato da brecce monogeniche e poligeniche argillose, a struttura caotica, e da arenarie torbiditiche a componente dominante ofiolitica. Olistoliti di grandi dimensioni, rappresentati prevalentemente da rocce di natura ofiolitica (ultramafiti serpentizzate e basalti) affiorano in corpi (Colle Il Castellaccio e Gropo di Gora) che si estendono per centinaia di metri, con spessori elevati (stimati sui 150-200 metri).

L'interpretazione del rilievo sismico eseguito lungo il tracciato di progetto ha messo in luce che la successione del Complesso di Casanova è dislocata da numerose faglie, generalmente dirette, caratterizzate da rigetti non elevati. In prima approssimazione si può stimare che il tracciato attraversi litotipi serpentinitici nei settori prossimi agli imbocchi, per diverse centinaia di metri, mentre nel settore centrale prevalgono le sequenze argillitico – arenacee del Complesso di Casanova.

Le sequenze del Complesso di Casanova possono essere considerate acquitardi, in ragione di un grado di permeabilità secondaria medio - basso. Localmente, in presenza di intercalazioni di livelli arenacei o marnosi e/o in corrispondenza delle zone più fessurate si ha un aumento locale della permeabilità dell'ammasso roccioso con possibilità di un significativo deflusso idrico sotterraneo. Per contro la permeabilità degli ammassi ofiolitici, data l'intensa tettonizzazione che caratterizza tali litofacies, è medio-alta, con elevata capacità di immagazzinamento. Si può quindi ragionevolmente supporre che esista, anche se discontinuamente, un limite di permeabilità relativo tra le ofioliti e le brecce del complesso di Casanova.

Le due sorgenti di quota più alta (SG21, 1200 m e SG22, 1155 m s.l.m.) sono situate infatti in prossimità del limite tra l'acquifero ofiolitico e le brecce argillitiche. Si tratta quindi di sorgenti per limite di permeabilità definito, alimentate dall'ammasso ofiolitico più esteso del Gropo di Gora. Altre due sorgenti (SG23 e SG24) scaturiscono a quote molto più basse (SG 23, 1075 m, e SG24, 1085 m s.l.m.), nell'intorno del contatto tra la *facies* di brecce poligeniche e la *facies* prevalentemente pelitica del Complesso di Casanova, probabilmente ancora per limite di permeabilità definito.

Non sono noti dati sulla portata delle singole emergenze. Una stima della portata media complessiva indica un ordine di grandezza di diversi l/s (stima fornita da tecnici Montagna 2000, gestore del Servizio Idrico Integrato).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 43 di 267	<b>Rev.</b> 0

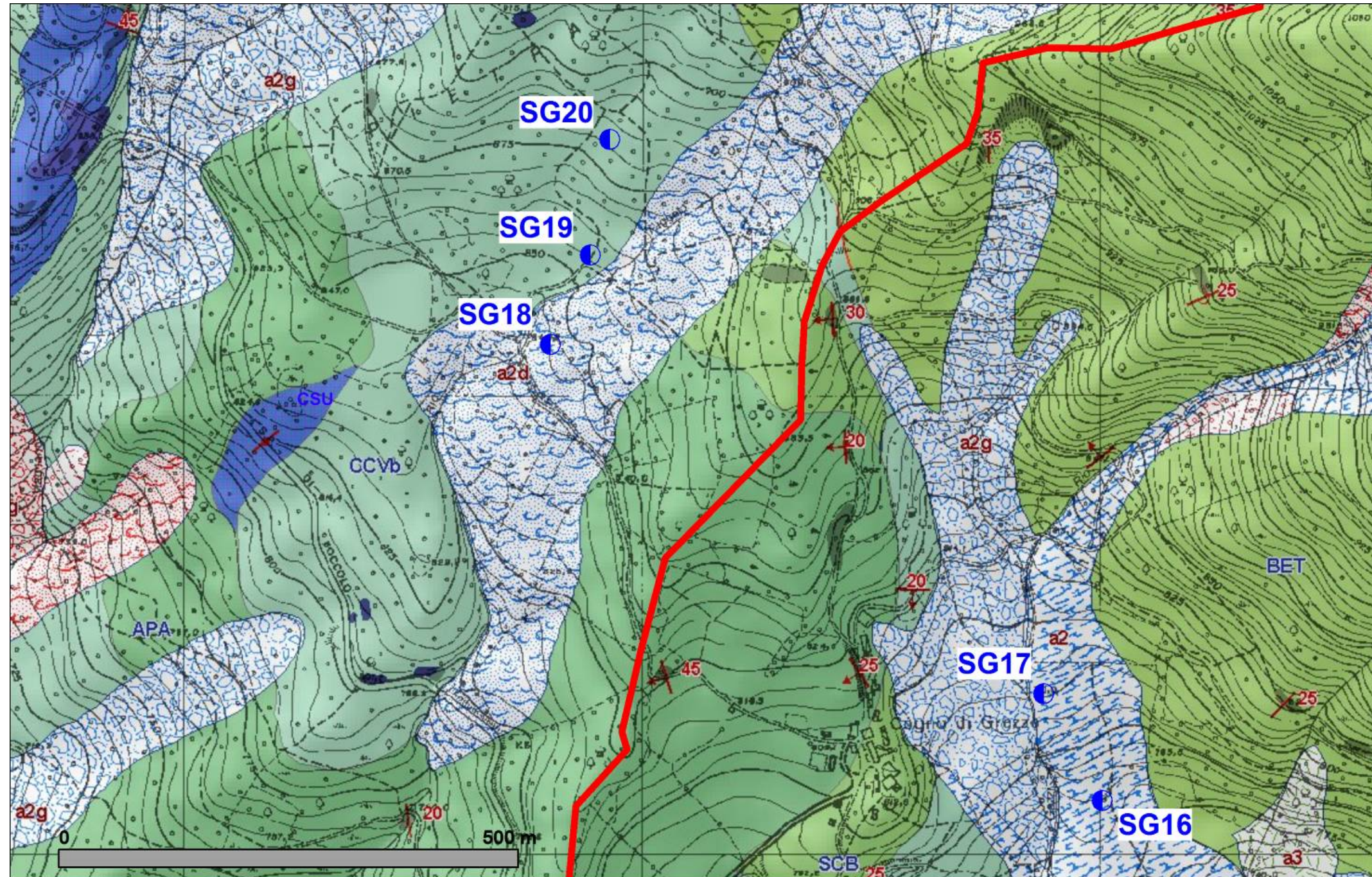





Fig. 2.1/H: Cogno di Grezzo. Inquadramento geologico delle sorgenti SG16-SG20.

**Legenda:** Deposito di frana attiva o quiescente complessa (a1g, a2g); Deposito di frana quiescente indeterminata (a2); Deposito di frana per colamento (a2d); Deposito di versante (a3); Argille a palombini (APA); Flysch di Bettola (BET); Complesso di Casanova (CCVb); Arenarie di Casanova (CSU); Arenarie di Scabiazza (SCB). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 44 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

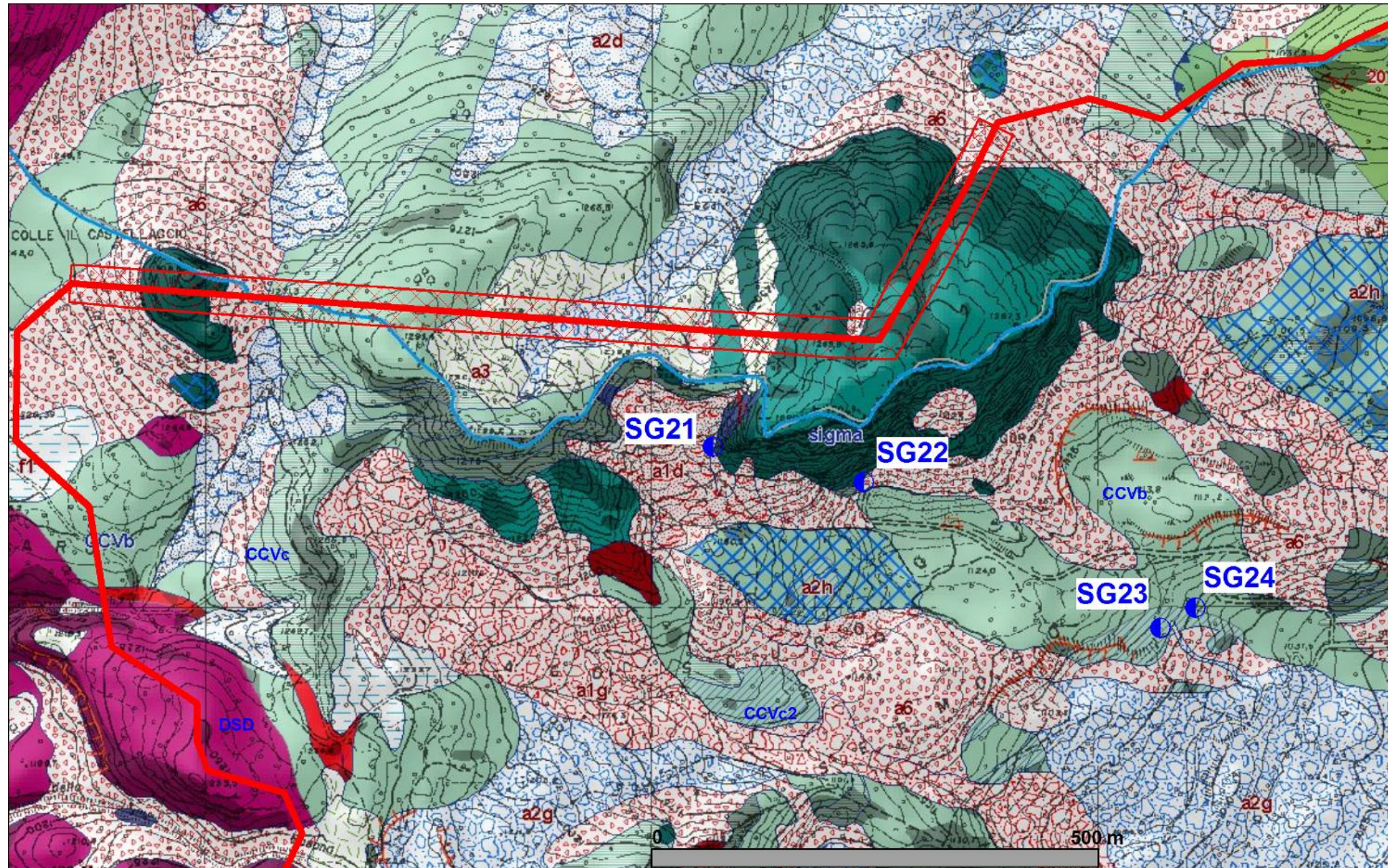


Fig. 2.1/I/: Gruppo di Gora. Inquadramento geologico delle sorgenti SG21-SG24.

Legenda: Deposito di frana attiva o quiescente complessa (a1g, a2g); DGPV (a2h); Detrito di falda (a6); Complesso di Casanova (matrice pelitica:CCVb, arenitica:CCVc, breccie pelitiche:CCVc2); Serpentiniti (sigma); Diaspri (DSD); graniti (γ). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 45 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Le sorgenti SG23 e SG24 sono situate ad una distanza di circa 500 m, a valle della galleria e sono alimentate verosimilmente da circuiti sviluppati in parte nelle coltri detritiche affioranti a monte ed in parte nelle *facies* di brecce poligeniche del complesso di Casanova, non escludendo un contributo dell'ammasso ofiolitico. Per tali emergenze si può stimare un basso rischio di interferenza.

La galleria attraversa per contro direttamente l'acquifero ofiolitico che alimenta le sorgenti SG21 e SG22. Il tracciato passa in entrambi i casi a quote leggermente superiori alle quote di emergenza delle sorgenti (vedi sezione di fig. 2.1/L). Non si può quindi escludere che l'acquifero saturo venga almeno in parte attraversato dalla galleria. In tale caso l'interferenza può comportare potenzialmente la creazione di una via preferenziale di deflusso lungo la galleria e l'interruzione del limite tra il corpo ofiolitico e le brecce argillitiche. Per la riduzione dell'impatto è previsto l'utilizzo di una fresa a tenuta idraulica, che opera con bilanciamento delle pressioni idrostatiche esterne e con giunti di tenuta idraulica tra gli elementi tubolari. In tal modo si può impedire in misura sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel, annullando il drenaggio anche del modesto volume di acquifero saturo eventualmente attraversato dallo scavo.



#### Proto

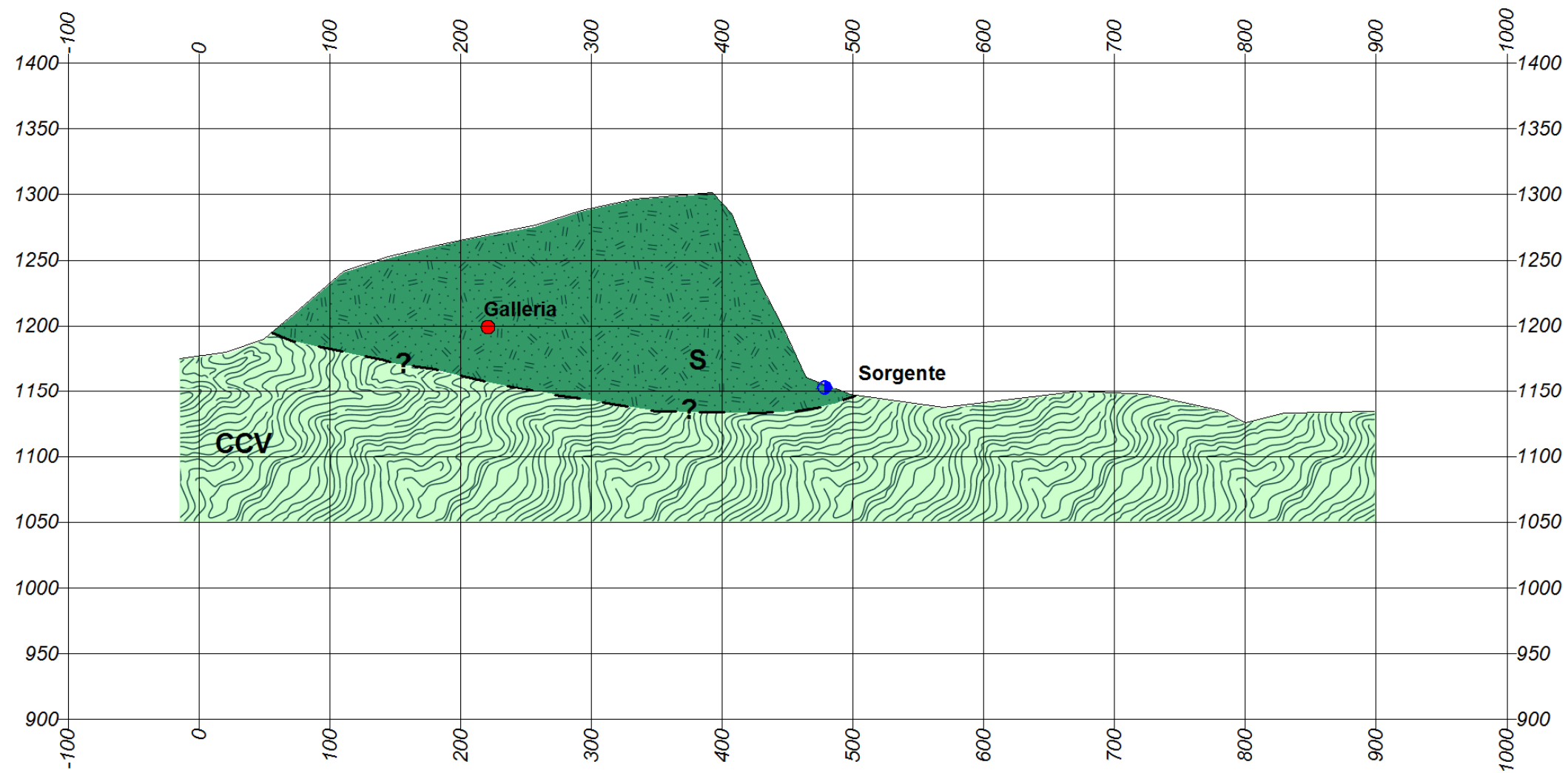
Quattro emergenze (SG25, SG26, SG27 e SG28) scaturiscono sul versante orientale del rilievo Ronco dei Cornetti – Ronco Frera, tra le quote 965 m s.l.m. e 1000 m s.l.m., all'interno dell'acquifero carbonatico del Flysch di M. Cassio (fig. 2.1/M).

SG25 è alimentata verosimilmente anche da contributi provenienti dalla coltre detritica sul limite della quale la sorgente scaturisce. Le altre sorgenti sono legate a circuiti di dimensioni verosimilmente circoscritte negli orizzonti fratturati delle sequenze calcaree del flysch di M. Cassio. Il tracciato di progetto percorre il crinale spartiacque che delimita a monte il bacino di alimentazione delle sorgenti, tra le quote 1025 e 1075 m s.l.m. circa. Si può escludere ogni interferenza significativa tra l'opera in progetto e le sorgenti.



#### M. Cornale

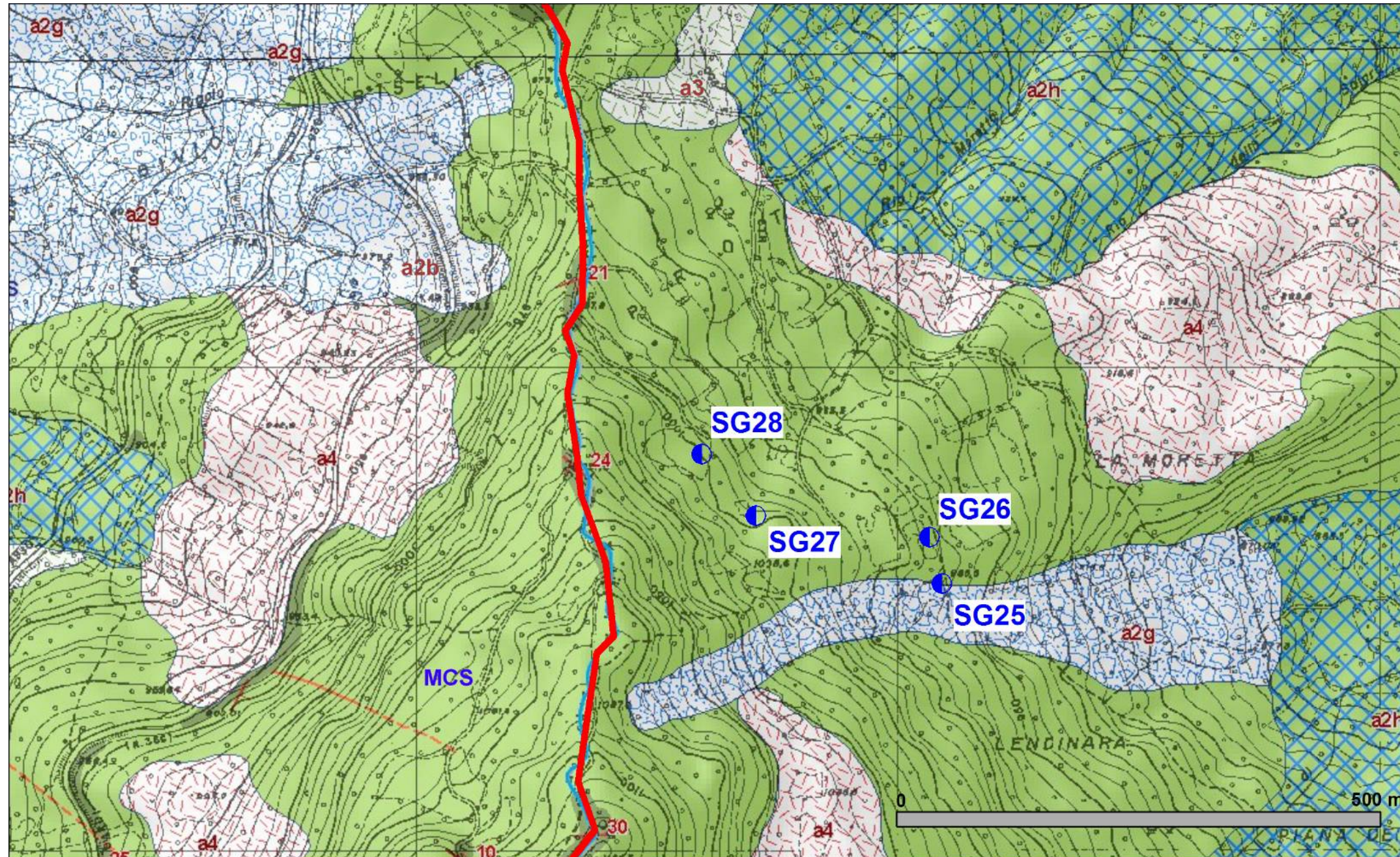
La sorgente SG29 scaturisce a quota 915 m s.l.m. circa, all'interno di un'estesa coltre detritica di frana (Fig. 2.1/N). Il tracciato di progetto percorre il crinale, il cui substrato è costituito dal complesso calcareo – marnoso del Flysch di Monte Cassio, a quote superiori a 950 m s.l.m. Poiché la sorgente appare alimentata in misura prevalente, se non esclusiva, dall'esteso accumulo detritico affiorante a monte dell'emergenza, non attraversato dal tracciato del metanodotto, si può escludere ogni interferenza significativa tra captazione e opera in progetto.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fig. 46 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>





**Fig. 2.1/L: Gruppo di Gora. Sezione passante per la sorgente SG22, con direzione circa normale al tracciato della galleria.  
 Legenda: Serpentiniti (S); Complesso di Casanova (CCV).**

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna		<b>SPC. LA-E-83016</b>
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore		Fg. 47 di 267



**Fig. 2.1/M:** Protto. Inquadramento geologico delle sorgenti SG25-SG28.

**Legenda:** Deposito di frana quiescente per scivolamento (a2b); Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco (a2h); Depositodi versante (a3); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); Flysch di M. Cassio (MCS). In colore più scuro gli affioramenti.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna		<b>SPC. LA-E-83016</b>
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore		Fg. 48 di 267

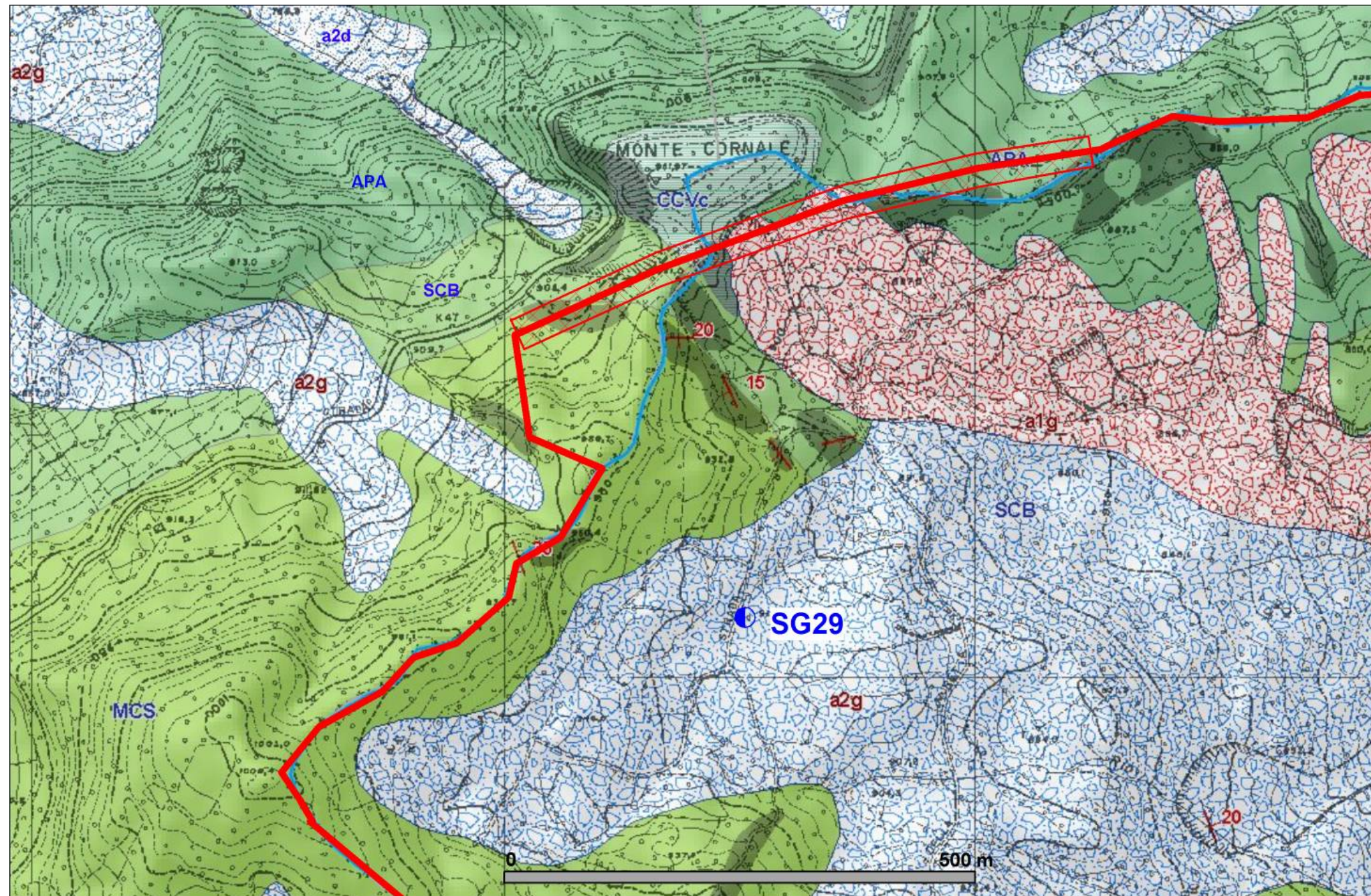


Fig. 2.1/N: M. Cornale. Inquadramento geologico della sorgente SG29.

**Legenda:** Deposito di frana attiva complessa (a1g); Deposito di frana quiescente per colamento (a2d); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); Arenarie di Scabiasza(SCB); Flysch di M. Cassio; Complesso di Casanova (CCVc); Argille a palombini (APA). In colore più scuro gli affioramenti.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 49 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### M. Costaccia

Due sorgenti sono presenti sui versanti di M. Costaccia: SG30 sul versante NO alla quota di 825 m s.l.m., SG31 sul versante opposto, alla quota di circa 865 m s.l.m. (Fig. 2.1/O). SG30 (Fontana Costaccia) è una modesta sorgente perenne utilizzata come fontana pubblica, con portate di qualche l/min. Entrambe le sorgenti scaturiscono dall'acquifero calcareo – marnoso del Flysch di M. Cassio.

Il tracciato di progetto prevede l'attraversamento della dorsale del M. Costaccia per mezzo di un minitunnel, tra le quote 850 m s.l.m. (imbocco S) e 915 m s.l.m. circa (imbocco N). Sulla base dei risultati del rilievo sismico eseguito lungo il profilo di progetto, si può prevedere che lungo l'asse di scavo si alternino litofacies calcareo - marnose ed argilloso - marnose, intensamente fratturate e degradate, prevalenti, e litologie calcareo-marnose mediamente più tenaci.

Il microtunnel attraversa l'orizzonte insaturo dell'acquifero, come confermato dal sondaggio geognostico eseguito a monte della sorgente SG30, in cui non è stata rilevata presenza di circolazione idrica, a quote anche inferiori di una decina di metri dalla quota di progetto. Si può stimare quindi che essendo l'attraversamento dell'acquifero limitato alla zona di ricarica e di infiltrazione, l'impatto dell'opera non sia rilevante.




#### M. Mu

Una sorgente (SG32) ed un gruppo di tre emergenze ravvicinate (SG33) scaturiscono sul versante occidentale della dorsale di M. Mu, a distanze minime di oltre 300 metri dalla linea di progetto (fig. 2.1/P). SG32 è alimentata verosimilmente in massima parte da contributi provenienti dalla coltre detritica affiorante a monte dell'emergenza. Il gruppo di emergenze SG33 è invece alimentato da circuiti sviluppati all'interno del complesso calcareo - marnoso del Flysch di M. Cassio, che emergono per limite di permeabilità indefinito. La percorrenza del tracciato lungo il crinale spartiacque, in un'area di infiltrazione e ricarica, consente di stimare come non rilevante l'interferenza con l'opera in progetto.

#### M. Lucchi

Sul versante nord-orientale del M. Lucchi scaturiscono, intorno a quota 900-915 m s.l.m., un gruppo di emergenze ravvicinate (SG34); la sorgente SG35 scaturisce a quota 875 m s.l.m. circa, a valle delle precedenti (fig. 2.1/Q). Il tracciato di progetto percorre il crinale spartiacque del bacino che sottende le sorgenti, a quote superiori a 925 m s.l.m., ad una distanza minima di un centinaio di metri dall'emergenza più vicina. Il substrato del bacino delle sorgenti e dell'area di crinale è costituito dal complesso calcareo – marnoso del Flysch di Monte Cassio.

Poiché gli scavi per la posa e la rimozione delle condotte saranno superficiali (coperture di circa 1,5 m), ed interesseranno con buona probabilità terreni insaturi, si può stimare che il rischio di interferenza con la circolazione sotterranea sia basso. Nel caso che la circolazione idrica sotterranea venga intercettata, si provvederà al tempestivo confinamento delle fratture beanti ed alla realizzazione di vincoli impermeabili per il ripristino dei limiti di permeabilità preesistenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 50 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

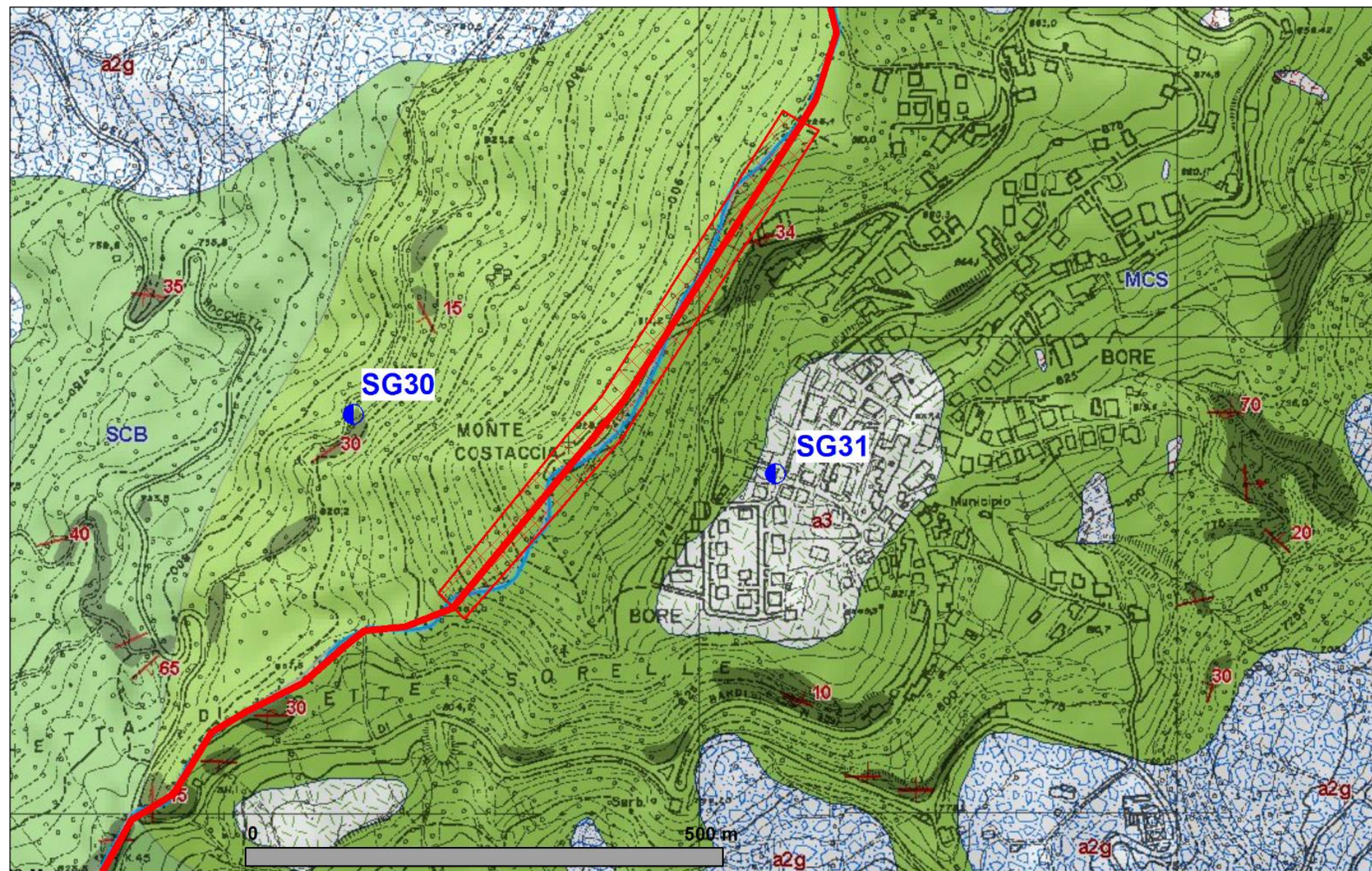


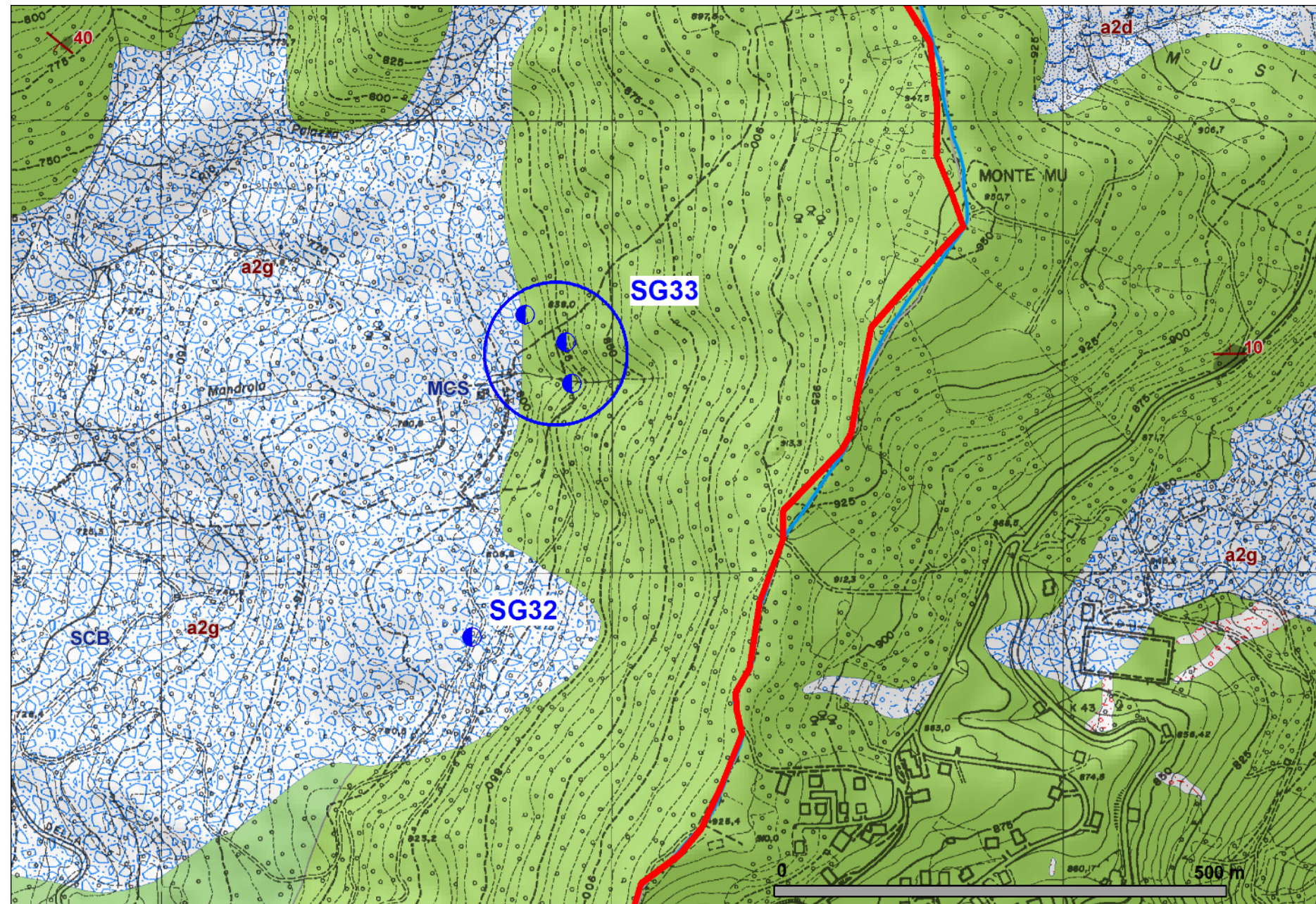


Fig. 2.1/O: M. Costaccia. Inquadramento geologico delle sorgenti SG30 e SG31.




Legenda: Deposito di frana quiescente complessa (a2g); Deposito di versante (a3); Arenarie di Scabiazza(SCB); Flysch di M. Cassio. In colore più scuro gli affioramenti.

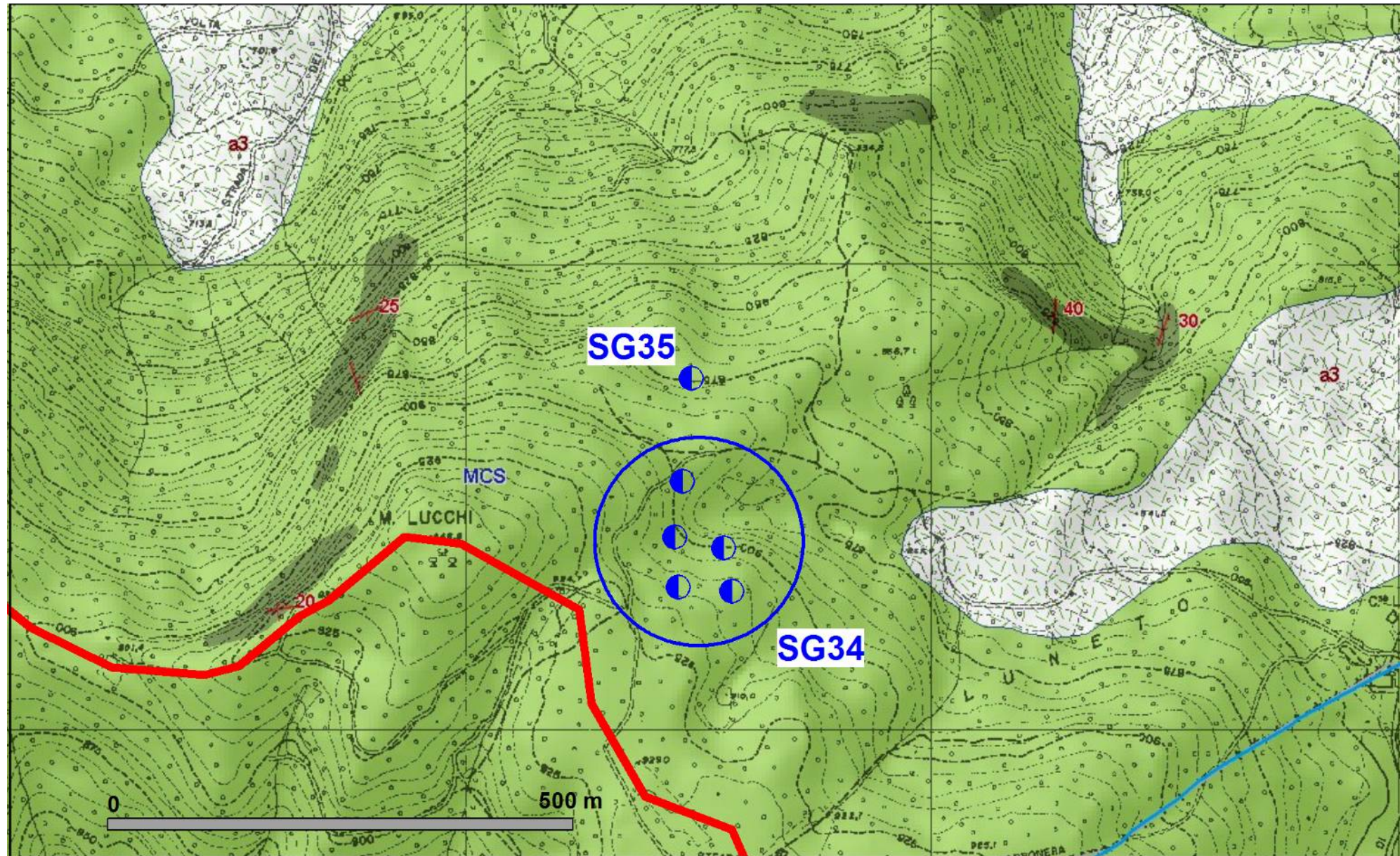
	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 51 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.1/P:** M. Mu. Inquadramento geologico delle sorgenti SG32 e SG33.

**Legenda:** Deposito di frana per scivolamento attiva e quiescente (a1b e a2b); Deposito di frana quiescente per colamento (a2d); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); Arenarie di Scabiazza(SCB); Flysch di M. Cassio. In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 52 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.1/Q:** M. Lucchi. Inquadramento geologico delle sorgenti SG34 e SG35.  
**Legenda:** Deposito di versante (a3); Flysch di Monte Cassio (MCS). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 53 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.1.5 Interferenza delle opere in sotterraneo con sorgenti e falde

Le interferenze delle opere in sotterraneo su sorgenti e falde sono state esaminate per le opere elencate nella tabella seguente (vedi tab. 2.1/B).

**Tab. 2.1/B: Opere in sotterraneo per le quali è stato eseguito un esame specifico delle interferenze con sorgenti e falde**

Da km	A km	Lunghezza	Tipologia	Denominazione
9,250	9,515	0,265	Raise Boring	La Serra
12,985	13,545	0,560	Microtunnel	Grondola
24,665	25,195	0,530	Microtunnel	Palazzo
42,765	42,910	0,145	Microtunnel	Dugara
54,970	55,365	0,395	Microtunnel	Monte Crodolo
58,140	59,330	1,190	Galleria	Gropo di Gora
68,575	69,205	0,630	Microtunnel	Monte Cornale
70,620	71,270	0,650	Microtunnel	Monte Costaccia
77,560	80,145	2,585	Galleria	Mignano
84,680	85,460	0,780	Microtunnel	Lugagnano

Per quanto riguarda la cartografia e le sezioni geologiche delle opere in sotterraneo si rimanda agli allegati del successivo paragrafo 2.12., ad eccezione per il microtunnel Grondola, per il quale si rimanda alla Carta Idrogeologica predisposta per la percorrenza del territorio della Regione Toscana (vedi Vol. 3B, All. 1 Dis. 000-LB-D-83242).

### Progressive km 9,250 – 9,515 - Raise boring La Serra

L'opera in sotterraneo si sviluppa interamente nella Formazione del Macigno. Le coperture quaternarie, presenti alla base del versante, sono rappresentate da depositi di versante e depositi eluvio-colluviali, caratterizzati da una granulometria prevalentemente limoso-argillosa e dai depositi alluvionali terrazzati, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, del Torrente Verde.

I risultati delle indagini geofisiche indicano un modello del sottosuolo a tre strati: un livello superficiale di depositi eluvio - colluviali dello spessore massimo di 4-5 m, che poggia sul substrato arenaceo - argillitico, suddivisibile in due orizzonti, il superiore maggiormente alterato e fratturato (con spessori di 15-20 m), l'inferiore in condizioni di elevata compattezza, fino alle massime profondità indagate.

Il grado di permeabilità del Macigno varia da medio a basso, in relazione alla presenza di livelli fini siltitico-argillitici ed al grado di fratturazione. Un maggiore grado di permeabilità relativa (alto) può essere attribuito ai depositi di versante ed alle alluvioni terrazzate affioranti alla base del pendio. Nell'intorno dell'opera non vi sono sorgenti. Si può pertanto stimare che nel detrito di versante e probabilmente nell'orizzonte superiore fratturato del Macigno vi sia una circolazione superficiale e temporanea che alimenta le alluvioni terrazzate di fondovalle, ed una scarsa circolazione più profonda nell'ammasso roccioso meno fratturato. L'impatto dell'opera sulla circolazione sotterranea può considerarsi sostanzialmente nullo sulla circolazione superficiale (interessata solo in minima parte dal tunnel) e trascurabile su quella profonda.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 54 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Progressive km 12,985 – 13,545 - Microtunnel Grondola

Nel rilievo attraversato dal tunnel affiora la Formazione delle Arenarie del Gottero, nell'area costituita da arenarie, argilliti e siltiti, in strati medi e spessi, con frequenti intercalazioni lenticolari di argilliti marnose e marne, e soprattutto di bancate calcarenitiche e calcareo-marnose. La sequenza, fortemente tettonizzata, con grado di fratturazione da decimetrico a metrico, è un acquifero di discreta potenzialità. Lungo il versante la successione torbidaica è ricoperta da coltri eluvio-colluviali e depositi detritici di versante di modesta estensione e spessore.

Il modello lito-stratigrafico del rilievo emerso dalle indagini geofisiche mette in luce un'alternanza di litofacies di tipo arenaceo-argilloso, calcareo e calcareo-marnoso, con ampie zone a fratturazione diffusa.

La permeabilità appare condizionata, più che dalle variazioni litologiche tra facies arenacee e calcaree, dal grado di fratturazione dell'ammasso. Il grado di permeabilità può ritenersi variare da basso nei litotipi meno fratturati a medio-alto nelle facies arenaceo-calcaree più fratturate.

Un impatto significativo con la sorgente Borella si può escludere, essendo l'emergenza situata ad una quota di circa 700 m s.l.m., nettamente superiore alla quota del tunnel, compresa tra 650 e 655 m s.l.m. L'assenza di emergenze in prossimità del contatto con le Argille e Calcari di Canetolo, che formano una soglia di permeabilità sottoposta affiorante a valle del versante attraversato dal tunnel, suggerisce che la circolazione idrica nell'ammasso roccioso delle Arenarie del Gottero sia di carattere profondo. Pertanto l'opera, che attraversa livelli relativamente superficiali dell'acquifero, non determina interferenze significative nell'ambito della circolazione più profonda.

Progressive km 24,665 – 25.195 - Microtunnel Il Palazzo

Il tunnel attraversa le Formazioni delle Argilliti di San Siro e delle Argille a palombini. Le Argilliti di San Siro sono formate da argilliti variegata, con intercalazioni di areniti e calcareniti in strati medio-sottili e livelli discontinui di calcilutiti, siltiti ed areniti. Le Argille a Palombini sono costituite da argilliti siltose, fissili, con intercalazioni di calcilutiti silicizzate ed arenarie fini in letti sottili, di calcareniti in strati da medi a spessi. Lungo il versante il substrato argillitico è spesso ricoperto da coltri eluvio-colluviali e depositi di frana, caratterizzati da una granulometria prevalentemente limoso-argillosa.

Le indagini sismiche hanno messo in evidenza che lungo l'asse del tunnel i litotipi argilloso-marnosi classificabili come degradati e fratturati si sviluppano con un andamento sostanzialmente parallelo al profilo topografico, per spessori che variano da 4 m sino ad un massimo di 15 m. Inferiormente si individuano argilliti con elementi calcareo-marnosi compatti, dotati di buone caratteristiche meccaniche. Le argilliti delle due sequenze liguridi hanno permeabilità bassa, con limitate variazioni locali condizionate da fattori di natura litostratigrafica e tettonica. Nell'intorno dell'opera non vi sono né sorgenti né pozzi.

Stante la ridotta circolazione sotterranea, che dà luogo a circuiti di carattere circoscritto e locale nelle successioni a prevalenza arenaceo – calcarea, si può escludere che l'opera in progetto, che attraversa prevalentemente le litofacies più competenti del livello inferiore, possa avere un impatto significativo sulla circolazione sotterranea.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 55 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Progressive km 42,765 – 42,910 - Microtunnel Dugara

La galleria Monte Zuccherò, prevista nella versione preliminare del tracciato di progetto, è stata eliminata. Nella versione definitiva il tracciato percorre il crinale della dorsale del Monte Zuccherò; un microtunnel di lunghezza più ridotta è previsto nell'area dell'abitato di Dugara.

Il rilievo attraversato dal tracciato in sottterraneo è formato dalle Arenarie di Scabiazza, costituite da arenarie litiche in strati sottili e medi, regolarmente alternate a peliti o marne siltose, intensamente deformate da strutture plicative a varia scala. La caratterizzazione geomeccanica ha evidenziato forti cambiamenti laterali di competenza, legati all'alternanza di litotipi a facies marnoso-arenacea e argillitica.

Le Arenarie di Scabiazza rappresentano un acquifero di discrete potenzialità, che poggia in profondità su un substrato a bassa permeabilità formato dalle Argille a palombini. Nei versanti meridionali del M. Zuccherò lungo una fascia corrispondente al limite tra i due complessi vi sono numerose emergenze, che indicano una circolazione profonda e diffusa. Nei versanti settentrionali, dove è previsto il microtunnel, due sorgenti scaturiscono a monte dell'abitato di Dugara, alle quote di 780 e 825 m s.l.m. Una sella, su cui sorge il paese, separa il rilievo attraversato dal microtunnel, posto a nord, dal versante delle due sorgenti posto a sud. Le quote del microtunnel sono comprese tra i 750 m s.l.m. dell'imbocco SE ed i 770 m s.l.m. dell'imbocco NO.

Sulla base di queste considerazioni morfologiche si può escludere che l'opera possa interferire con il serbatoio di alimentazione delle sorgenti, situato a quote più elevate e separato dalla sella dal rilievo del tunnel. Non si può del tutto escludere che il microtunnel possa intercettare circuiti impostati nell'acquifero arenaceo; tuttavia adottando una postazione di trivellazione a tenuta idraulica, una fresa "a bilanciamento" delle pressioni idrostatiche esterne e giunti di tenuta idraulica tra gli elementi tubolari posati, l'equilibrio in corso d'opera delle pressioni sul fronte di avanzamento inibisce in modo sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel, impedendo il drenaggio anche del modesto volume di acquifero saturo eventualmente attraversato dallo scavo.

Progressive km 54,970 – 55,365 - Microtunnel M. Crodolo

Nell'area del rilievo di Monte Crodolo affiorano terreni appartenenti al Complesso di Pietra Parcellara, formato da brecce argillose (argilliti a struttura caotica, inglobanti blocchi subarrotondati di dimensioni variabili di calcari, areniti, argilliti e più rare rocce ofiolitiche), con matrice predominante sui blocchi. Inoltre, nel complesso di Pietra Parcellara sono associati olistoliti costituiti da Argille a palombini, da Calcari a Calpionelle, e dai diversi termini della serie ofiolitica.

La parte sommitale del Monte Crodolo è costituita dalla successione rovesciata Diaspri-Calcari a Calpionelle, che formano un grande olistolite contenuto all'interno del Complesso di Pietra della Parcellara. Le giaciture immergono sia verso il quadrante N che verso il quadrante S, con pendenze di 20°- 30°. I limiti dell'olistolite con le arenarie ofiolitiche del Complesso di Pietra della Parcellara sono rappresentati sia a NE che a SW da strutture tettoniche trascorrenti ad andamento NO-SE. L'indagine geofisica ha permesso di definire anche lungo il profilo di scavo del microtunnel i limiti delle unità litologiche riconosciute in esterno. L'idrostruttura che ne risulta è costituita dall'acquifero formato dai diaspri e dai calcari a Calpionelle, affiorante nel settore sommitale di M. Crodolo, limitato per soglia di permeabilità tettonica dal complesso di

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 56 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

tipo acquifero di Pietra Parcellara sui versanti NE e SO. Nell'intorno del tracciato non esistono sorgenti di portata significativa.

Si può ritenere che i circuiti impostati nell'acquifero, non avendo recapito lungo i limiti di permeabilità dove questi affiorano, abbiano percorsi più profondi, e che quindi il microtunnel non abbia un impatto rilevante sulla circolazione idrica sotterranea, attraversando prevalentemente la zona insatura.

*Progressive km 58,140 – 59,330 - Galleria Groppo di Gora*

L'esame dell'interferenza della galleria con le acque sotterranee è stata illustrata nel precedente paragrafo (vedi par 2.1.4).

*Progressive km 68,575 – 69,205 - Microtunnel M. Cornale*

Nell'area attraversata dal tunnel affiora una sequenza formata da diverse Unità Liguridi. In ordine di sovrapposizione geometrica, da ovest verso est e dall'alto verso il basso, affiorano il Flysch di Monte Cassio, le Arenarie di Scabiazza, il Complesso di Casanova, le Argille a palombini. Il Flysch di Monte Cassio e le Arenarie di Scabiazza hanno caratteristiche di acquiferi di discrete potenzialità; le argilliti del Complesso di Casanova e Le Argille a palombini possono essere considerate acquiferi. Le numerose coltri detritiche che affiorano lungo il versante meridionale del M. Cornale pur essendo caratterizzate da composizione principalmente argillosa, hanno un grado di permeabilità relativa più alto delle argilliti del substrato da cui in prevalenza derivano. Nell'area non esistono sorgenti di portata significativa.

Sulla base delle indagini sismiche, per la quasi totalità del profilo le diverse unità litologiche mostrano un orizzonte superficiale alterato e degradato, dello spessore compreso tra i 10 e i 15 m, tranne che nel settore centrale in cui raggiunge localmente spessori di una ventina di metri. A profondità generalmente maggiori di 15 m dal p.c. il substrato è formato da argilliti compatte.

Si può quindi ritenere che una modesta circolazione possa esistere nell'orizzonte superiore alterato e degradato, in virtù di una maggiore permeabilità, mentre nel livello inferiore, che il tunnel attraversa per gran parte del tracciato, la circolazione sia ancora più ridotta. A conferma di ciò si possono citare i rilievi piezometrici eseguiti durante i sondaggi geognostici. Il livello della superficie piezometrica non è stato osservato fino alle massime profondità raggiunte, ad esclusione di un caso, nel quale sono state osservate modeste venute d'acqua in corrispondenza dell'attraversamento di intercalazioni marnoso-arenacee fratturate a circa 40 m dal p.c. Tuttavia, in corrispondenza di tale sito, la quota del tracciato del microtunnel è superiore (circa 6-7 m) rispetto a livello di falda riscontrato.

*Progressive km 70,620 – 71,270 - Microtunnel M. Costaccia*

L'esame dell'interferenza del microtunnel con le acque sotterranee è stata già trattata nel precedente paragrafo (vedi par. 2.1.4).



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 57 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Progressive km 77,560 – 80,145 - Galleria Mignano

Lungo la sponda in sinistra idrografica del Lago di Mignano affiorano successioni sedimentarie riconducibili a due distinte Unità tettoniche, appartenenti al Dominio Ligure, l'Unità tettonica Cassio (Arenarie di Scabiazza, Argille varicolori di Cassio, Flysch di M. Cassio) e l'Unità tettonica Groppallo (Complesso di Pietra Parcellara).

Le successioni dell'Unità tettonica Cassio affiorano nella porzione settentrionale dell'area di studio. In prossimità dell'abitato di Favale, l'unità Cassio sovrascorre sulle sequenze del complesso di Pietra Parcellara, che caratterizzano il settore meridionale dell'area di studio.

Le Arenarie di Scabiazza ed il Flysch di M. Cassio hanno carattere di acquifero, mentre alle Argille Varicolori di Cassio sono attribuibili caratteristiche di aquitardo.

L'unità tettonica Groppallo è costituita principalmente dal Complesso di Pietra Parcellara a carattere prevalente di aquitardo.

Le successioni appartenenti all'Unità Cassio sono deformate secondo un'ampia sinclinale coricata a vergenza meridionale; in profondità, a causa dell'intenso piegamento e della presenza di una serie di faglie transpressive, il loro assetto giaciturale risulta di maggiore complessità.

Nell'area non sono note sorgenti. La circolazione all'interno del Complesso di Pietra Parcellara e delle Argille varicolori di Cassio può considerarsi scarsa, con trascurabili probabilità di interferenze da parte dell'opera in sottoterraneo. Per quanto riguarda gli acquiferi delle Arenarie di Scabiazza e del Flysch di M. Cassio, l'assenza di emergenze anche in corrispondenza dei limiti di permeabilità tra acquiferi e aquitardi nei versanti a valle del tracciato, indica una circolazione profonda, probabilmente condizionata dalle discontinuità tettoniche principali. La galleria pertanto attraverserà verosimilmente i livelli insaturi degli acquiferi, con interferenze non rilevanti tra la circolazione sotterranea e le operazioni di scavo della galleria.

Progressive km 84,680 – 85,460 - Microtunnel Lugagnano

Nella dorsale collinare attraversata dal tracciato di progetto, che rappresenta lo spartiacque tra i bacini dell'Arda e del Chiavenna, affiora una successione costituita dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) e dal Complesso di Case Boscaini (CCB), entrambe appartenenti al Dominio Ligure. La prima formazione, che affiora limitatamente ad un breve tratto a partire dall'imbocco meridionale, ha un comportamento da acquifero, mentre il Complesso di Case Boscaini, a carattere di aquitardo, costituisce la gran parte del substrato attraversato dal microtunnel. Solo nel tratto terminale settentrionale del tracciato in sottoterraneo affiorano depositi alluvionali, di natura ghiaiosa-sabbiosa, ad elevata permeabilità. Nell'intorno del tracciato non sono presenti pozzi o sorgenti.

Tenuto conto delle caratteristiche di bassa permeabilità del complesso di Case Boscaini, che costituisce la gran parte del tracciato sotterraneo, si può stimare che l'opera non interferisca in maniera significativa con la circolazione idrica. Nel tratto finale settentrionale per contro nell'attraversamento dei depositi alluvionali si può verificare un'interferenza con la falda freatica, che tuttavia non è localmente sfruttata.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 58 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.1.6 Interferenza del tracciato in dismissione con le sorgenti

Nella tabella sottostante sono elencate le sorgenti censite lungo il tracciato in dismissione del metanodotto, nei tratti in cui la linea segue un percorso sensibilmente diverso rispetto al tracciato di progetto (per il tratto toscano vedere l'approfondimento in risposta alle richieste della Regione Toscana).

**Tab. 2.1/C: Sorgenti censite lungo il tratto emiliano del metanodotto in dismissione**

<b>Sigla</b>	<b>Denominazione</b>	<b>Acquifero</b>	<b>Quota (m s.l.m.)</b>
SG36	Cappella Carpana	Detritico	905
SG37	Rio di Fontana	Detritico	920
SG38	Corsenna di Gazzo	Detritico	850
SG39	Rio S. Michele	Calcareao - marnoso	740
SG40	Rio S. Michele	Calcareao - marnoso	750
SG41	Rio S. Michele	Calcareao - marnoso	750
SG42	Minetta	Calcareao - marnoso	565
SG43	Rio Freddo	Detritico	555

L'impatto del metanodotto in dismissione è esaminato per aree che comprendono una o più sorgenti situate in prossimità l'una all'altra ed in condizioni idrogeologiche simili.

### M. Carmo

Due sorgenti scaturiscono sui versanti meridionali (SG36) e settentrionali (SG37) del M. Carmo (fig. 2.1/R). Entrambe situate al margine della S.P. n. 55 di Compiano, sono captate come fontane pubbliche.



Il bacino di alimentazione è per entrambe in gran parte formato dagli estesi depositi detritici affioranti a monte della strada provinciale. Il tracciato passa ad un centinaio di metri da SG36 risalendo la sponda opposta della valletta in cui è situata la sorgente.

Per quanto riguarda SG37, il metanodotto attraversa la conca valliva in cui scaturisce l'emergenza, ad una distanza di circa un centinaio di metri a monte.

Tenuto conto della modesta profondità dello scavo che deve essere eseguito per la rimozione della condotta, l'impatto dell'intervento può essere stimato come non rilevante.

### Gazzo

La sorgente SG38 si trova nel fondovalle del rio Corsenna di Gazzo, ad una quota di circa 850 m s.l.m., all'interno di un esteso accumulo di frana (fig. 2.1/S). Il tracciato in dismissione passa ad una distanza di circa 200 m dall'emergenza, a monte di questa (a quota 975 m s.l.m.). La rimozione della condotta dall'acquifero detritico che la alimenta ha un impatto trascurabile sulla sorgente, tenuto conto anche della modesta profondità dello scavo che deve essere eseguito.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 59 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

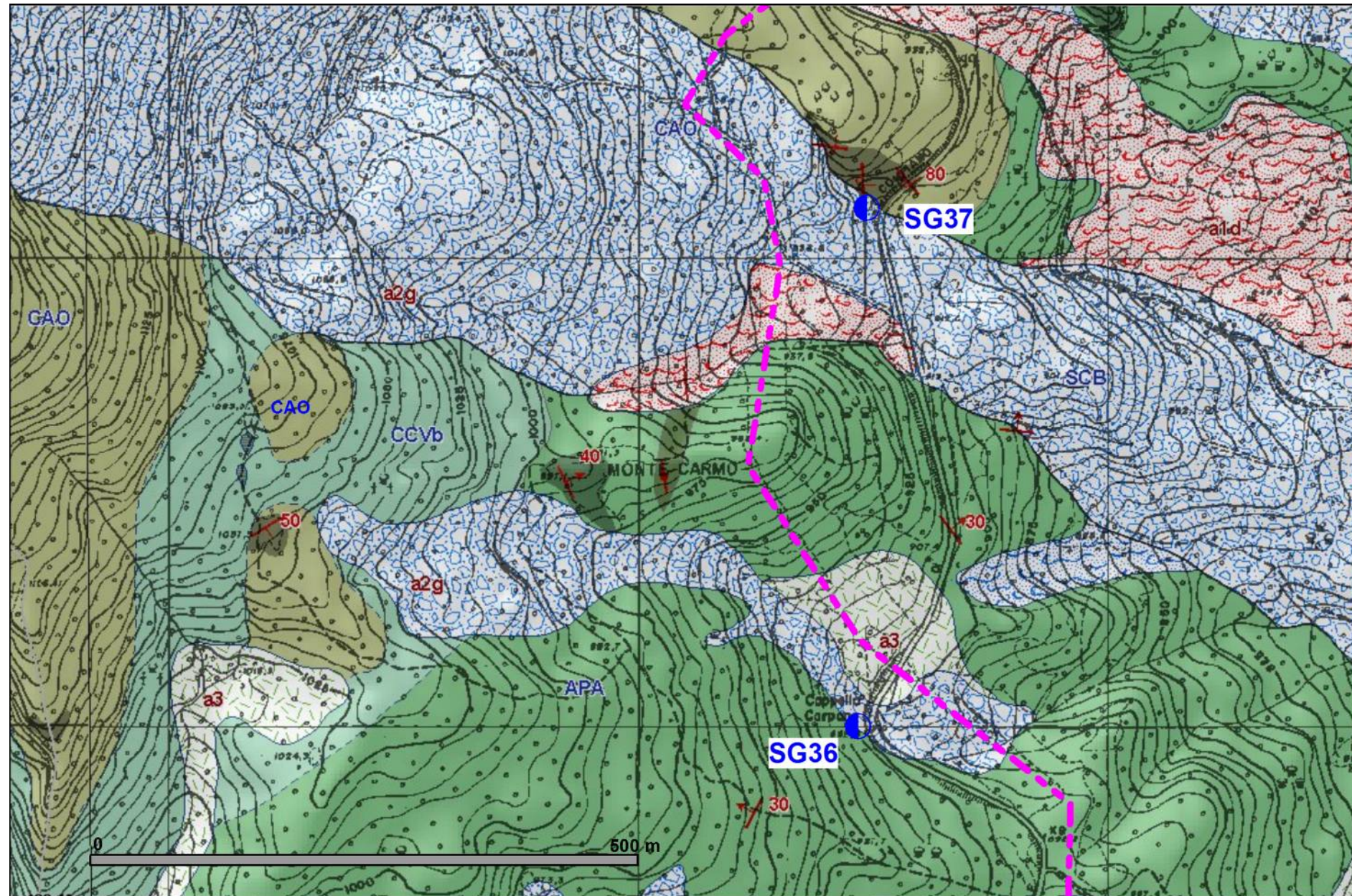




Fig. 2.1/R: M. Carmo. Inquadramento geologico delle sorgenti SG36 e SG37.

Legenda: Deposito di frana attiva e quiescente per colamento (a1d, a2d); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); Deposito di versante (a3); Argille a palombini (APA); Flysch di M. Caio (CAO); Complesso di Casanova (CCVb). In colore più scuro gli affioramenti.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 60 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.1/S: Gazzo. Inquadramento geologico della sorgente SG38.**

**Legenda:** Deposito di frana attiva: per scivolamento e complessa (a1b, a1g); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); DGPV (a2h); Detrito di falda (a6); Argille a palombini (APA); Flysch di M. Caio (CAO); Complesso di Casanova (CCVb). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 61 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### S. Michele




Tre sorgenti (SG 39, SG40, SG41) scaturiscono in prossimità del limite tra le argille a palombini ed il flysch di M. Cassio, nel fondovalle del rio di S. Michele (fig. 2.1/T). Si tratta di sorgenti per limite di permeabilità definito, alimentate dall'acquifero calcareo – marnoso. La rimozione della condotta che passa ad una distanza di circa 150 metri a valle delle emergenze, non ha alcun impatto sulla circolazione idrica che alimenta le emergenze.

### Carignone

Due sorgenti (SG42, SG43) scaturiscono a valle del tracciato del metanodotto, a distanze minime di circa 130 e 80 m .

SG42 scaturisce all'interno dell'acquifero calcareo – marnoso del flysch di M. Cassio, cartografato nell'area a monte di Carignone come deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV). SG43 è situata all'interno di un accumulo di frana molto esteso, che ne costituisce il bacino di alimentazione (vedi fig. 2.1/U).

Poiché gli scavi per la posa e la rimozione della condotta saranno superficiali (coperture di circa 1,5 m), ed interesseranno con buona probabilità terreni insaturi, si può stimare che il rischio di interferenza con la circolazione sotterranea sia basso. Per quanto riguarda SG43, situata in prossimità della tubazione, nel caso che la circolazione idrica venga eventualmente intercettata, si provvederà al rinterro della trincea rispettando l'assetto litostratigrafico originario, al fine di evitare la creazione di vie di drenaggio preferenziale lungo il vecchio tracciato che possano modificare l'andamento dei deflussi.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 62 di 267	<b>Rev.</b> 0

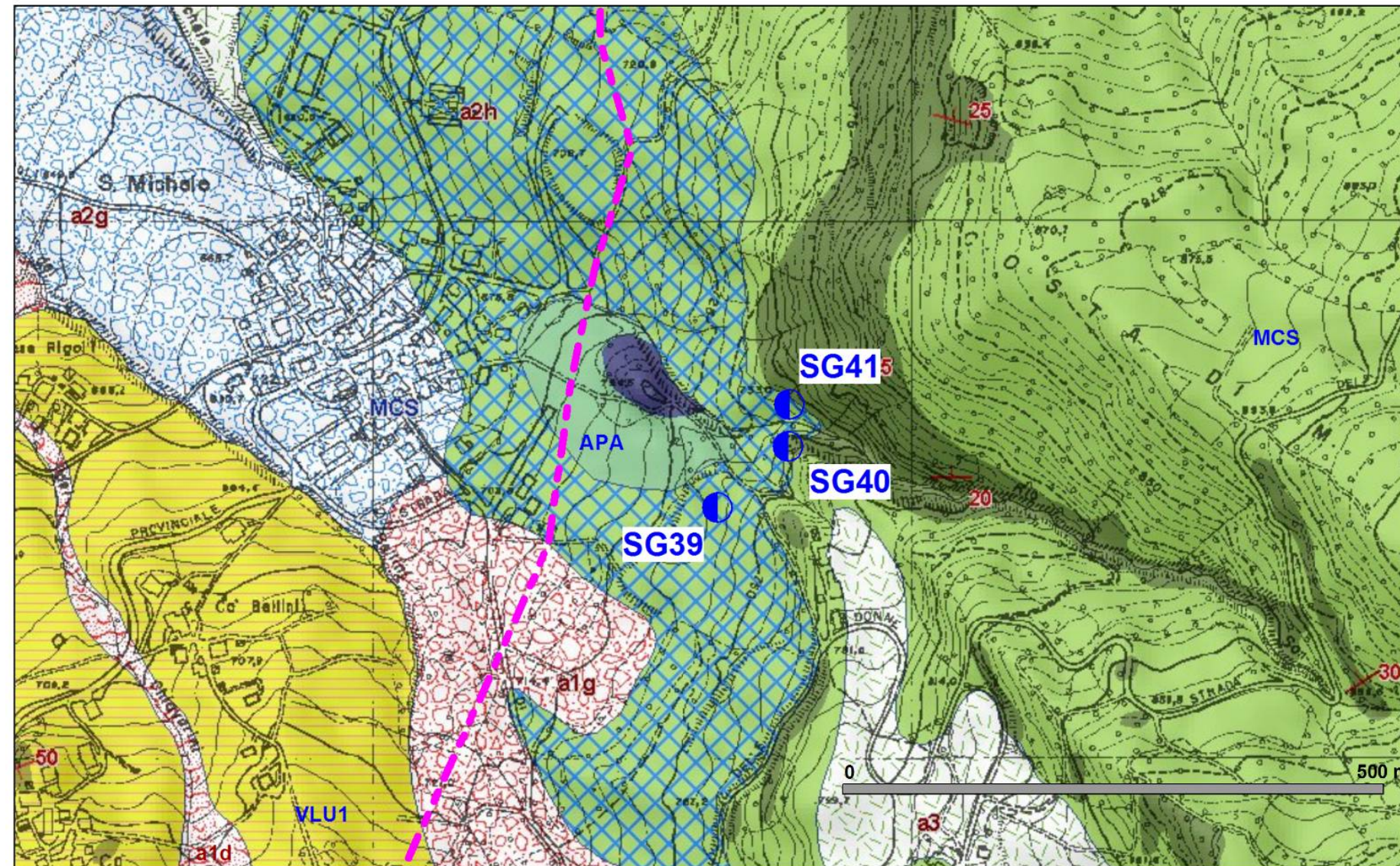


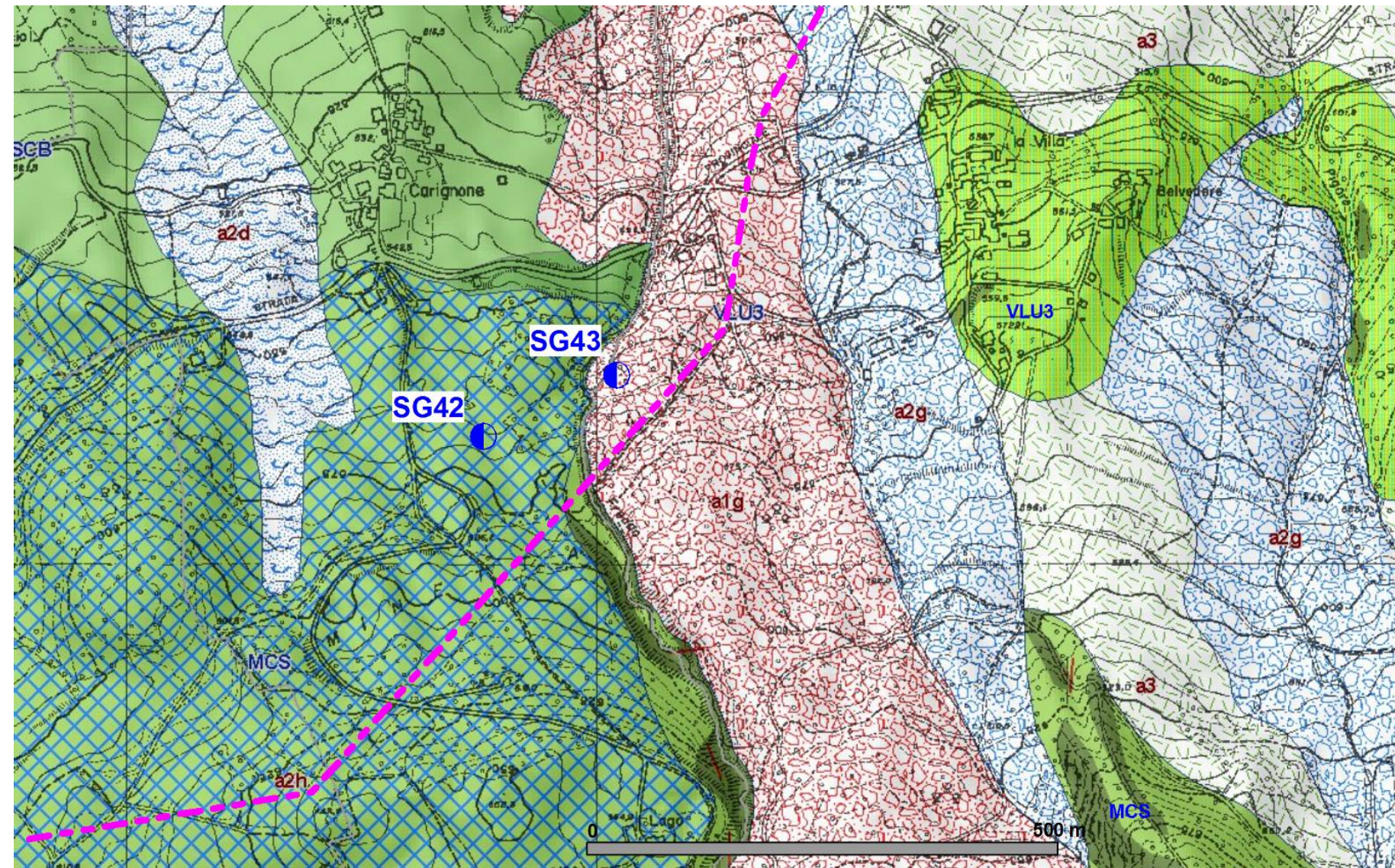


Fig. 2.1/T: S. Michele. Inquadramento geologico delle sorgenti SG39-SG41.

Legenda: Deposito di frana attiva complessa (a1g); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); DGPV (a2h); Detrito di versante (a3); Argille a palombini (APA); Flysch di M. Cassio (MCS); Formazione di Val Luretta (VLU1). In colore più scuro gli affioramenti.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 63 di 267	<b>Rev.</b> 0



**Fig. 2.1/U:** Carignone. Inquadramento geologico delle sorgenti SG42 e SG43.

**Legenda:** Deposito di frana attiva complessa (a1g); Deposito di frana quiescente complessa (a2g); DGPV (a2H); Detrito di versante (a3); Arenarie di Scabiazza (SCB); Flysch di M. Cassio (MCS); Formazione di Val Luretta (VLU3). In colore più scuro gli affioramenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 64 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.2 Interferenza durante la realizzazione dell'opera in corrispondenza degli attraversamenti e delle percorrenze in alveo (punto 8)

*"Si richiede la produzione di un elaborato che descriva le interferenze, in fase di cantiere, con le falde di subalveo incontrate sia negli attraversamenti che nelle percorrenze lungo i tratti di alveo dei corsi d'acqua: del Fiume Magra, del Fiume Taro e dei torrenti Ingegna, Toncina, Ceno, Arda, Chero, Verdesina, Tarodine, Gotra e Chiavenna"*

Durante la realizzazione dell'opera, le possibili interferenze tra le attività di scavo della trincea e le falde di subalveo possono essere così classificabili:

- intercettazione della falda di subalveo presente nei sedimenti alluvionali del fondo del canale di deflusso;
- eventuale intercettazione e possibile richiamo delle acque della falda di subalveo, drenate dallo scavo per la posa della condotta esternamente al canale o ai canali di deflusso attivo;
- possibile intorbidamento delle acque di falda, a causa della messa in sospensione dei materiali fini limoso-argillosi presenti nei sedimenti per effetto delle operazioni di scavo;
- messa in comunicazione di eventuali falde confinate con la falda di subalveo o con le acque superficiali.

Il drenaggio e l'intorbidamento delle acque di falda nella trincea di scavo sono fenomeni transitori, che si esauriscono in tempi brevi una volta terminate le operazioni di posa della condotta. Per quanto riguarda il drenaggio delle acque di falda si evidenzia che le attività di cantiere saranno realizzate per "fasi chiuse" (scavo della trincea, posa della condotta e rinterro), procedendo per tratti successivi di linea di lunghezza limitata (generalmente corrispondenti alla metà della larghezza del corso d'acqua, nel caso di attraversamenti dell'alveo, ovvero per tratti inferiori a 300 m, nel caso di percorrenze).

Ciò implica che, in particolare, tali fenomeni avranno carattere limitato e confinato nello spazio. Il rinterro successivo alle operazioni di scavo, eseguito con gli stessi materiali rimossi dalla trincea, ristabilirà l'equilibrio originario della falda di subalveo.

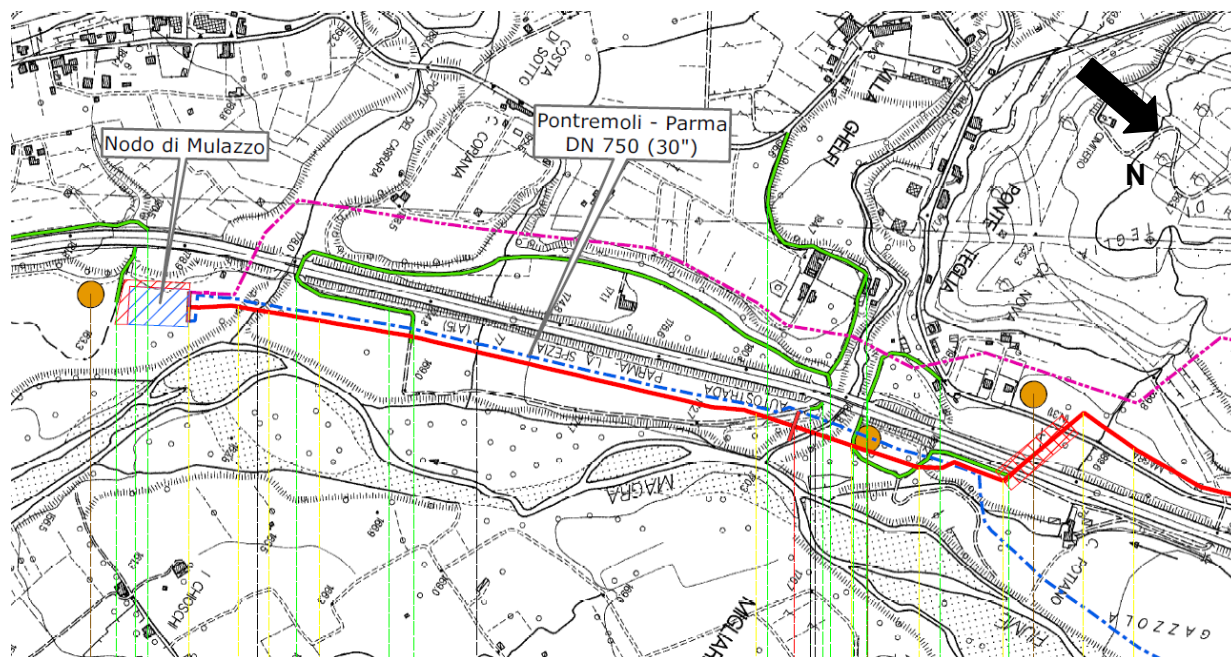
Per quanto riguarda la messa in comunicazione durante le operazioni di scavo di eventuali falde confinate con la falda di subalveo o con le acque superficiali, sia le caratteristiche dei depositi alluvionali presenti in alveo, generalmente rappresentati da sedimenti ghiaioso – sabbiosi, non stratificati e senza significative intercalazioni argilloso – limose, sia la profondità di scavo nelle alluvioni, limitata al massimo a 5-6 m, portano ad escludere detta evenienza. Ciò risulta dalla caratterizzazione sedimentologica ed idrogeologica dei depositi alluvionali descritta in dettaglio per ogni attraversamento o percorrenza nei paragrafi successivi.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 65 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 2.2.1 Fiume Magra

Il tracciato di progetto percorre la piana alluvionale del fiume Magra dal punto iniziale della condotta alla confluenza con il torrente Teglia, attraversato il quale, risale, nei pressi di C. Potiano, verso il versante destro della valle (vedi fig. 2.2/A).



**Fig. 2.2/A: Stralcio planimetrico della percorrenza dell'alveo del F. Magra (tratto da Vol. 2B, All. 2 Dis. LB-D-83201 - tav. 1)**

Lungo la percorrenza l'alveo è di tipo pluricursale, con barre longitudinali non o scarsamente vegetate. La larghezza dell'alveo ordinario è di 150 – 200 m, le sponde sono alte circa 4-5 m. I sedimenti alluvionali sono formati da ghiaie sabbioso – limose. Lungo il tratto l'alveo è di tipo pluricursale, con barre longitudinali non o scarsamente vegetate. La larghezza dell'alveo ordinario è di 150 – 200 m, le sponde sono alte circa 4-5 m. I sedimenti alluvionali sono formati da ghiaie sabbioso – limose. Tenuto conto della quota del terrazzo alluvionale su cui si sviluppa il tracciato, sospeso di circa 4-5 m sulla quota dell'alveo ordinario, e del fatto che la falda ha una soggiacenza di circa 5 m (valore misurato nel Piano di Gazzola, in un sondaggio geognostico realizzato per il microtunnel di attraversamento della A15), si può ritenere che non si verifichi alcuna interferenza con la falda di subalveo.

### 2.2.2 Fiume Taro

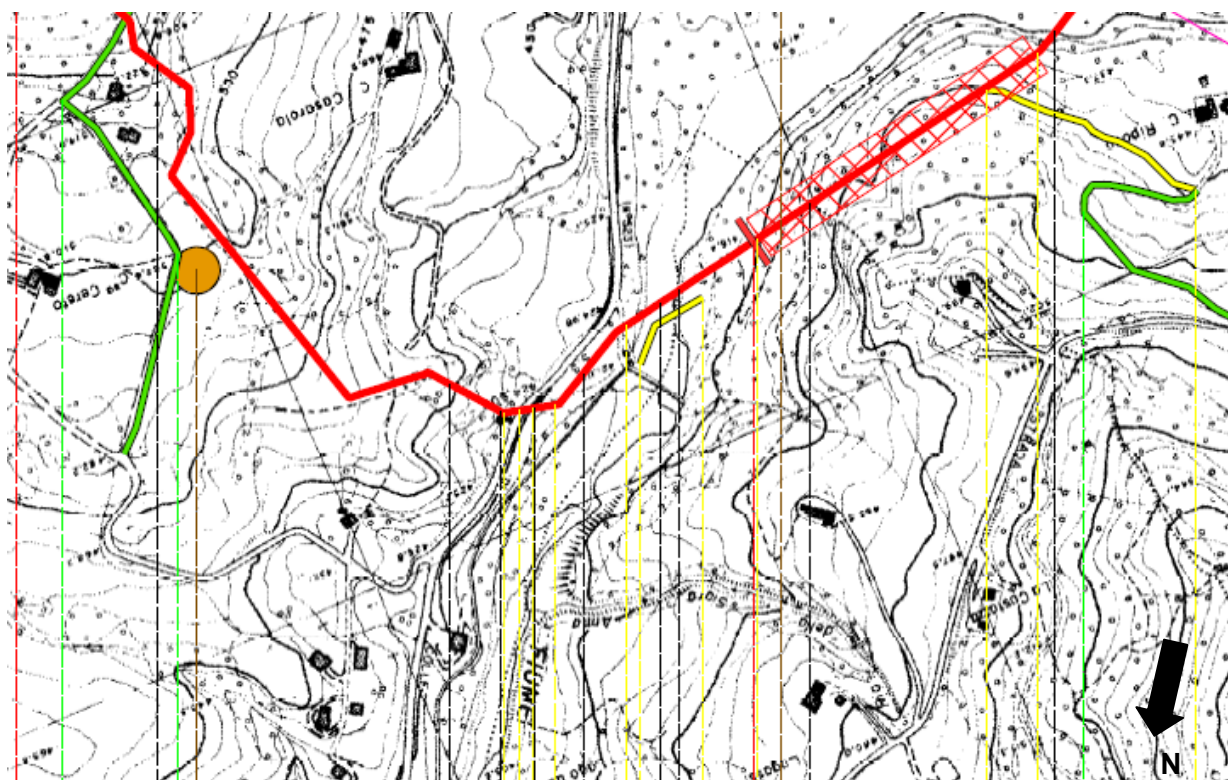
Il tracciato di progetto del metanodotto interseca una prima volta il fiume Taro poco a monte idrografica dell'abitato di Borgo Val di Taro, in un tratto in cui il corso d'acqua costeggia la strada provinciale SP n. 523R di Bedonia (vedi fig. 2.2/B).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 66 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Successivamente la linea di progetto supera per mezzo di un microtunnel un'area interessata da fenomeni gravitativi, quindi attraversa nuovamente l'alveo del fiume (2° attraversamento) poco a valle della confluenza del T. Gotra, nei pressi della località Palazzo Brugn , infine, interseca per una terza volta il fiume nel territorio comunale di Albareto, circa 250 metri a valle del ponte della strada provinciale di Bedonia.

Primo Attraversamento

Nel tratto interessato dall'attraversamento, il fiume ha una morfologia monocursale, con andamento sinuoso (vedi fig. 2.2/B). L'alveo del corso d'acqua ha una larghezza di circa 50 metri, e incide i depositi alluvionali quaternari, con granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa. La sponda in destra idrografica, alta circa 5-6 metri, a pendenza media,   protetta da una scogliera in massi. In sinistra idrografica la sponda   incisa per circa un paio di metri nei depositi alluvionali e non mostra segni di fenomeni di erosione.



**Fig. 2.2/B: Stralcio planimetrico del primo attraversamento del F. Taro (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 9, Vol. 2B, All. 2)**

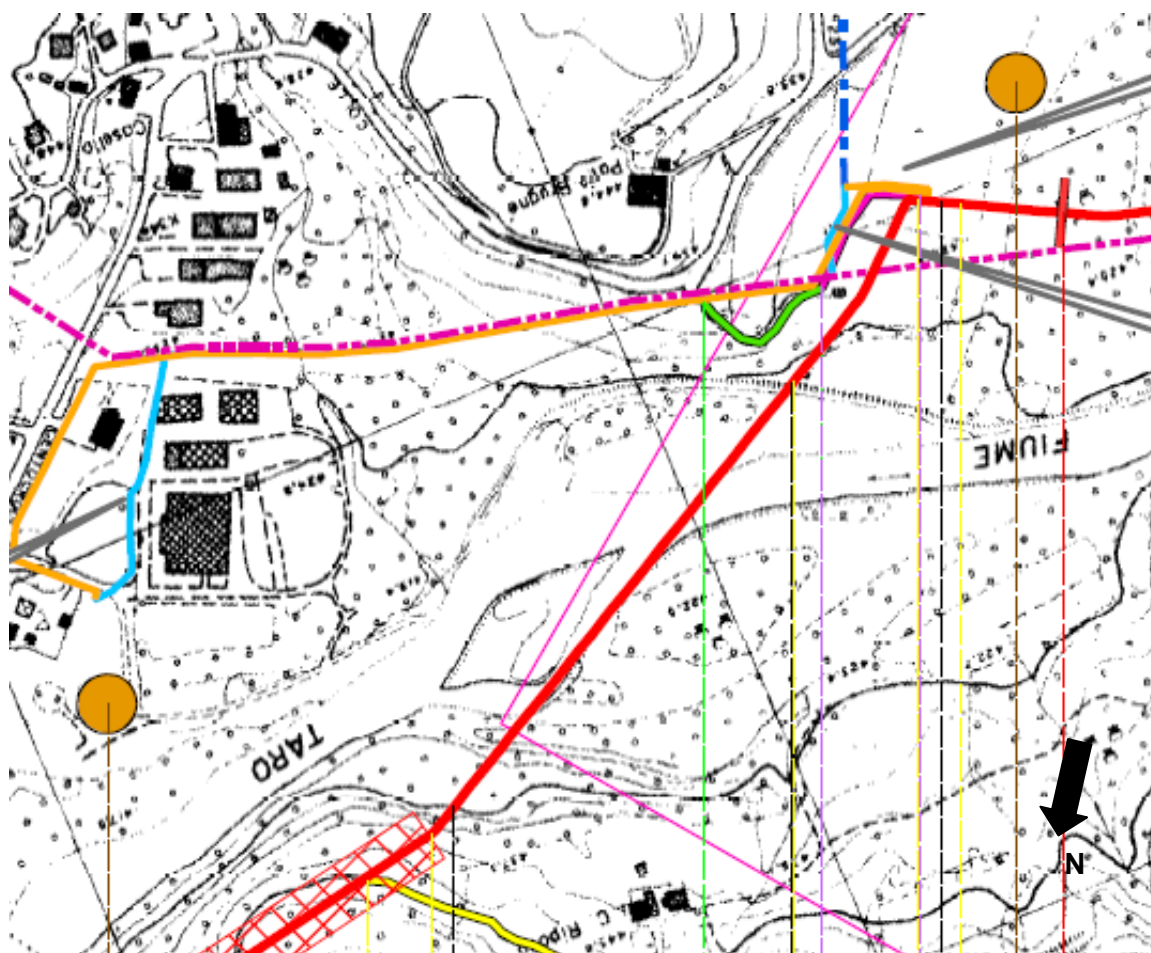
Le indagini geognostiche hanno permesso di rilevare la presenza di alluvioni costituite da ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa, sino alla profondit  di 4,6-6 m. A profondit  superiori si incontra il substrato marnoso fratturato. In considerazione dei risultati conseguiti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento,   previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3,80 m.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 67 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Si può prevedere che l'interferenza con la falda si verificherà esclusivamente nell'attraversamento dell'alveo, per una lunghezza di circa una cinquantina di metri.

#### Secondo attraversamento

Nel tratto interessato dall'attraversamento il fiume si presenta molto ampio e ramificato, con andamento sinuoso (vedi fig. 2.2/C). L'alveo di magra, localizzato nel lato in sinistra della regione fluviale, incide i depositi alluvionali quaternari, con granulometria prevalente del fondo costituita da ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa. La sponda in destra idrografica dell'alveo di magra risulta pianeggiante ed è impostata su una barra di meandro. In sinistra idrografica, la sponda ha pendenza subverticale, ed è profondamente incisa nelle arenarie e marne che costituiscono il versante in sinistra.



**Fig. 2.2/C: Stralcio planimetrico del secondo attraversamento del F. Taro (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 9, Vol. 2B, All. 2)**

Sono evidenti fenomeni di erosione spondale alla base.

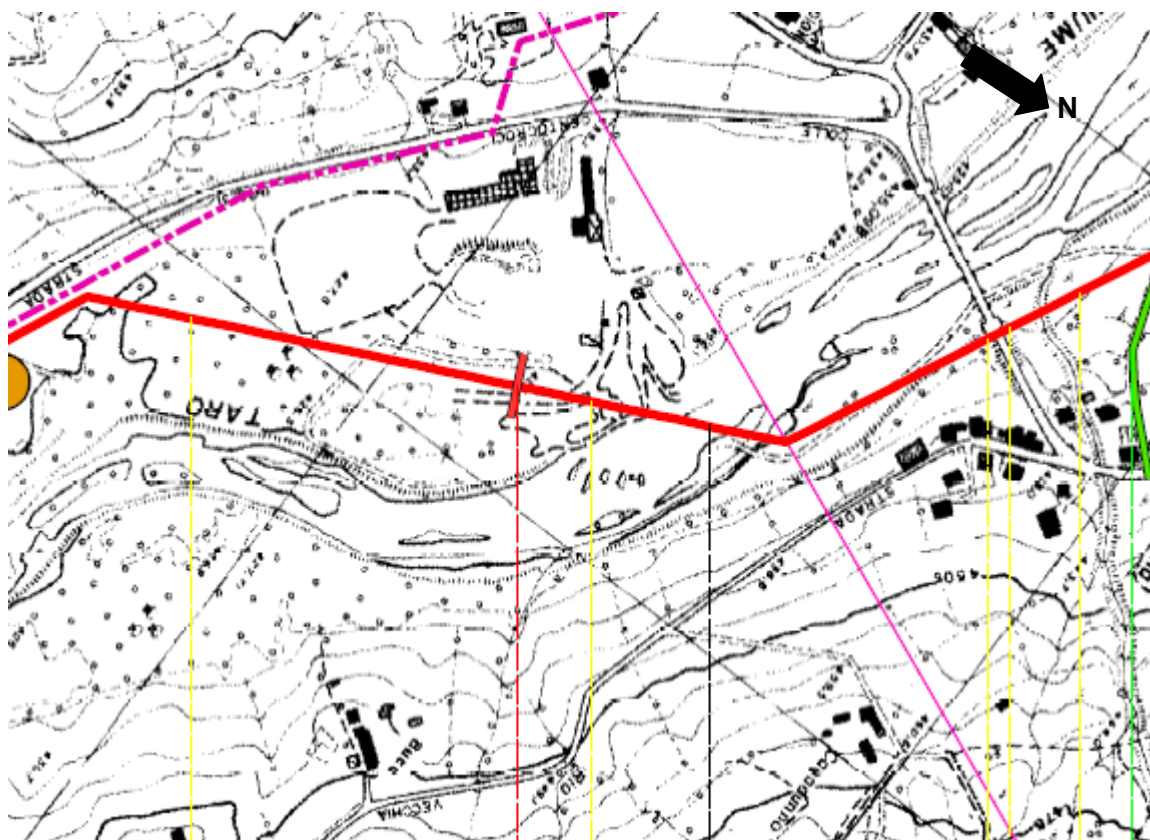
I sondaggi hanno evidenziato la presenza di alluvioni a grana fine (prevalentemente limi e sabbie), sino alla profondità di circa 4,5 -5 m, che poggiano su argille marnose e marne del substrato. I livelli piezometrici misurati nei fori di sondaggio hanno rilevato la presenza d'acqua alla profondità di circa 2 m dal piano campagna.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 68 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La condotta sarà posata con una copertura minima in alveo di 6,50 m .  
 Considerata la bassa soggiacenza misurata, l'interferenza con la falda di subalveo avverrà nell'intero tratto di attraversamento del Taro.

Terzo attraversamento e percorrenza in sinistra

Nel tratto interessato dall'attraversamento il fiume ha morfologia monocursale, con andamento sinuoso. L'attraversamento avviene a circa 250 metri a valle del ponte della Strada Provinciale di Bedonia (vedi fig. 2.2/D).



**Fig. 2.2/D: Stralcio planimetrico del terzo attraversamento del F. Taro(tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 10, Vol. 2B, All. 2)**

L'alveo di magra del corso d'acqua ha una larghezza di circa 30 metri ed è inciso nei depositi alluvionali quaternari di fondovalle, con granulometria costituita da ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa. Entrambe le sponde sono incise per circa 1,5-2 m e non manifestano marcate evidenze di fenomeni erosivi.

Subito dopo l'attraversamento il tracciato di progetto risale il corso d'acqua fiancheggiando la sinistra idrografica e rimanendo sempre nella regione fluviale, sino a superare il ponte della strada provinciale. Dalle indagini geognostiche risulta che le alluvioni sono costituite da ghiaia eterometrica con ciottoli in matrice sabbiosa, sino alla profondità di circa 6 m; queste poggiano su un substrato marnoso. I livelli piezometrici misurati nei fori di sondaggio (situati nella piana di esondazione a lato dell'alveo ordinario), hanno rilevato la presenza d'acqua alle profondità di circa 1 m dal piano campagna. Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 69 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

subalveo, è stata prevista la messa in opera della condotta con una copertura minima in alveo di 6,50 m.

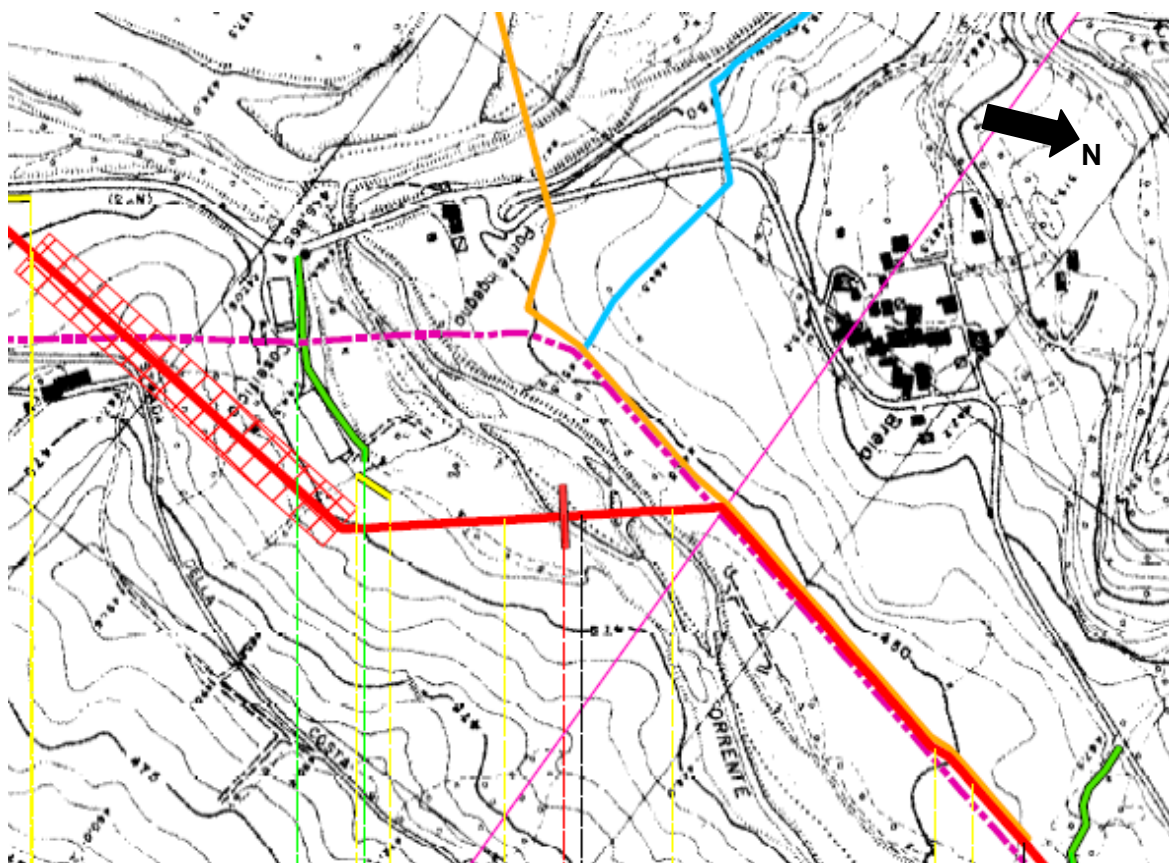
Su questa base si può ritenere che l'interferenza si verificherà per tutta la lunghezza dell'attraversamento e per i tratti di percorrenza sia in sponda destra che successivamente in sponda sinistra.

### 2.2.3 Torrente Ingegna

Il tracciato di progetto interessa il corso del torrente risalendone l'intero fondovalle dalla confluenza nel F. Taro sino a località "il Molino". Ove il torrente prende origine dalla confluenza del Rio Scanabecco, del Rio della Fontana Lubbia, del Rio di Stocco e del Canale dei Mezzadri.

#### Primo attraversamento

Nel primo attraversamento il torrente ha morfologia pluricursale, con alveo a canali intrecciati. L'attraversamento avviene circa 260-270 m a monte del ponte della SP n. 3 (vedi fig. 2.2/E).



**Fig. 2.2/E: Stralcio planimetrico del primo attraversamento del T. Ingegna (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 10, Vol. 2B, All. 2)**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 70 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo ha una larghezza di 70-75 m ed è inciso nei depositi alluvionali di fondo valle. Le sponde sono alte circa un metro e non portano segni di erosione, assenti anche sul fondo alveo.

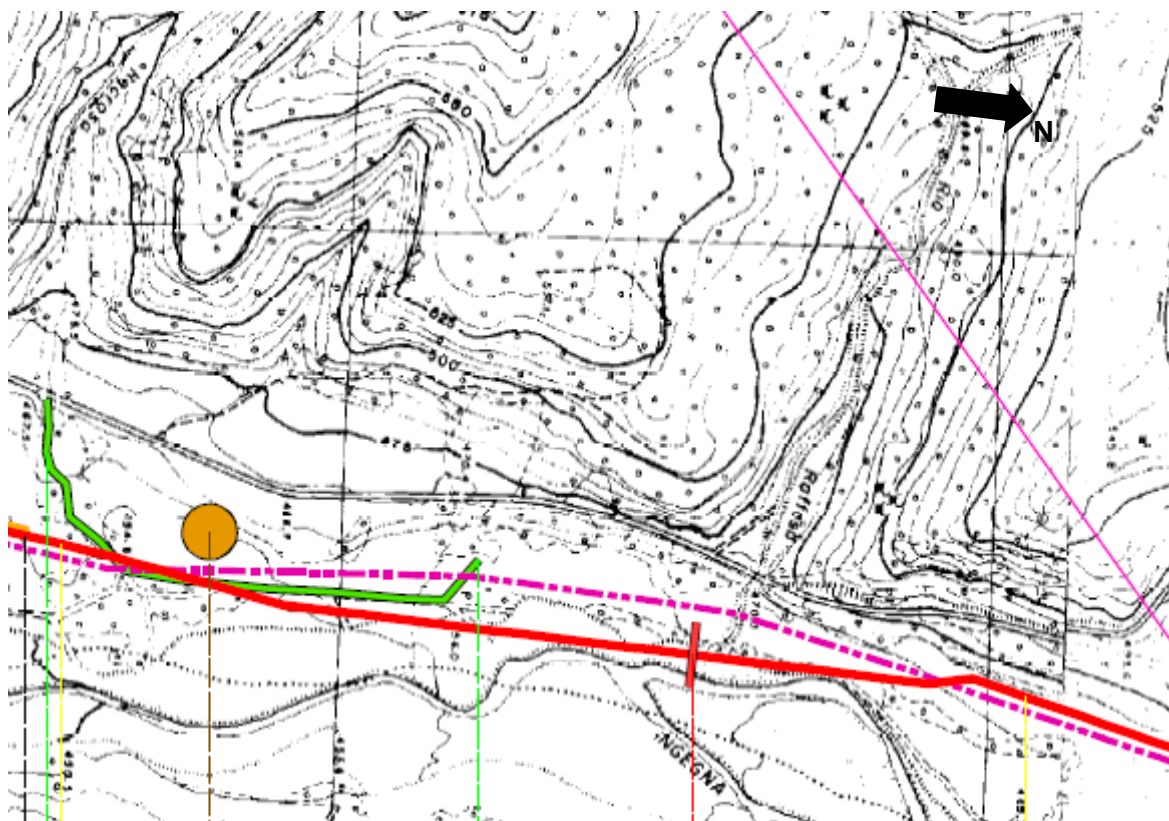
Si può ritenere che l'interferenza si verificherà per gran parte del tratto di attraversamento.

#### Prima percorrenza

La prima percorrenza avviene in destra idrografica, tra le confluenze del Rio Recrosa e del Rio Roffaso (vedi fig. 2.2/F). Il tracciato si sviluppa lungo il limite tra i depositi alluvionali attuali e quelli recenti, costituiti prevalentemente da ghiaie eterometriche poligeniche. Nei sondaggi eseguiti la profondità della falda varia da 1,4 a 6,4 m .

La condotta sarà posata con una copertura minima di 5,5 m .




Si può ritenere che l'interferenza si verificherà per gran parte del tratto.



**Fig. 2.2/F: Stralcio planimetrico della prima percorrenza dell'alveo del T. Ingegna (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 11, Vol. 2B, All. 2)**

#### Seconda percorrenza

La seconda percorrenza dell'ambito fluviale del torrente Ingegna si registra da circa 100 m a monte di un ponte stradale (strada per Cacigolarà), in prossimità della frazione Ronco Desiderio, sino alla località "Il Molino", nei pressi della confluenza del Rio Scanabecco. Questa percorrenza riguarda il tratto intermedio e di monte del corso d'acqua ed è caratterizzata da una lunghezza di circa 3 km (vedi fig. 2.2/G).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 71 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

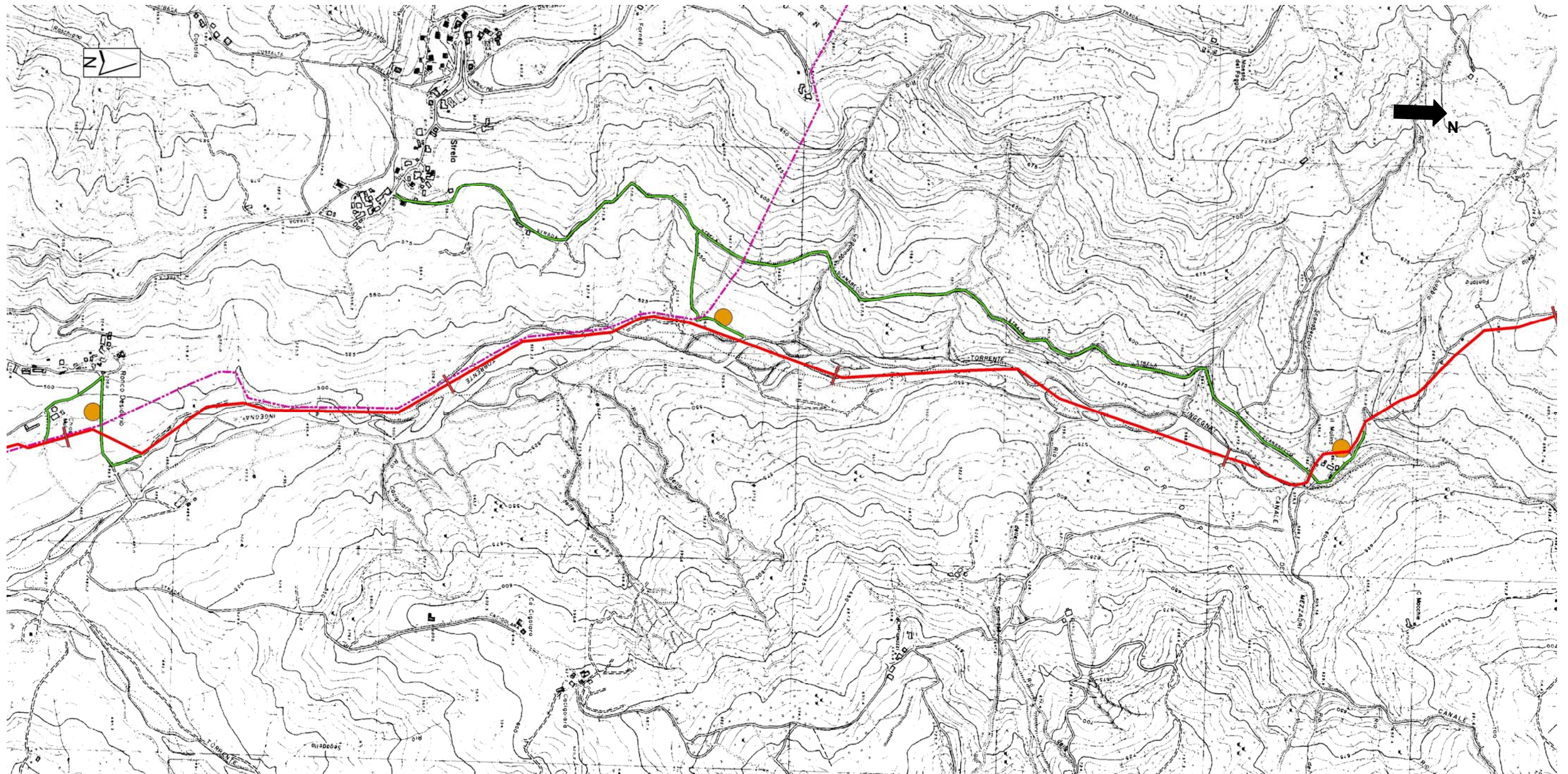


Fig. 2.2/G: Stralcio planimetrico della seconda percorrenza dell'alveo del T. Ingegna (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 11-12, Vol. 2B, All. 2)

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 72 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La morfologia dell'alveo è pluricursale, con alveo a canali intrecciati che incide i depositi alluvionali quaternari di fondovalle. La larghezza media dell'alveo varia tra 110-120 m nel tratto iniziale e 30-40 m nel tratto finale. L'alveo di magra risulta inciso per 1-1,5 m nelle alluvioni. Il tracciato del metanodotto percorre l'alveo di piena per una lunghezza di circa 1,4 km, tra la confluenza con il rio Cogamoggio e la località Molino (vedi fig. 2.2/G).

Nel tratto iniziale della percorrenza la sponda destra ha una pendenza subverticale, ed è incisa per 4-5 m in depositi di frana quiescenti. A circa 900 m dall'inizio della percorrenza, l'alveo si restringe e si approfondisce nei terreni di natura arenacea e nei depositi di frana che formano i versanti; le sponde presentano altezze variabili, da pochi metri a qualche decina.

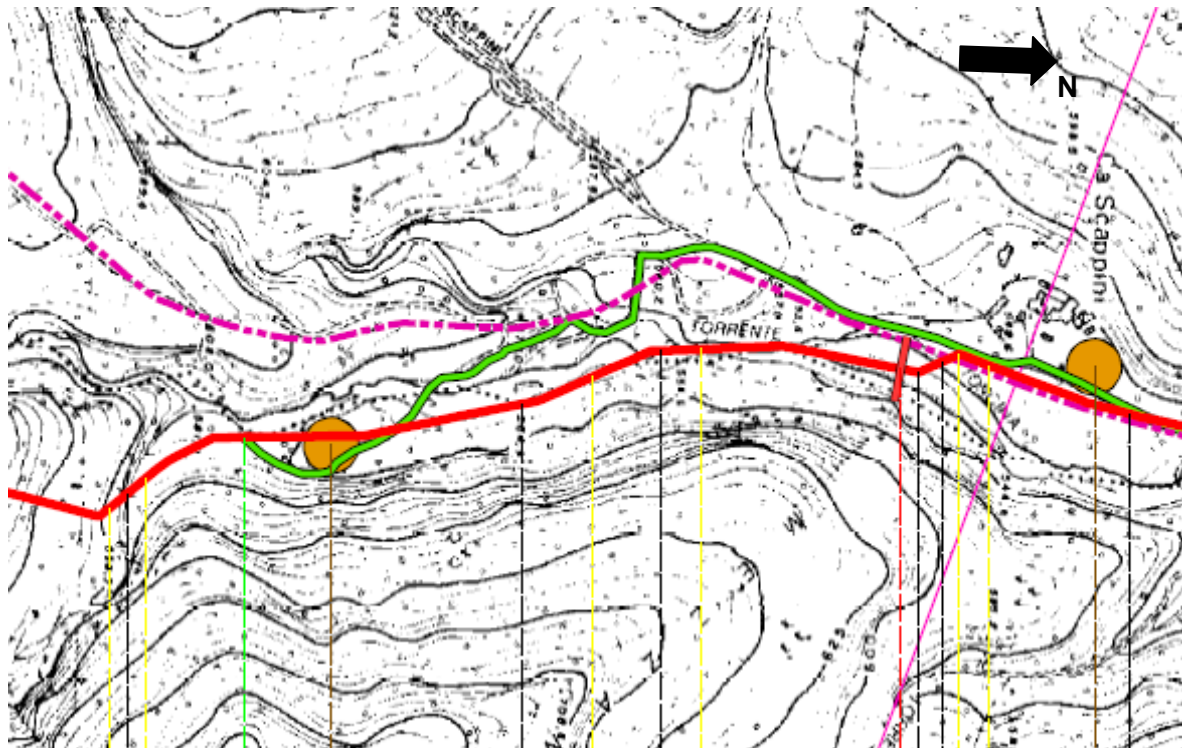
L'interferenza con la modesta falda di subalveo ospitata nei depositi alluvionali di fondovalle avviene sostanzialmente sull'intera percorrenza.

#### 2.2.4 Torrente Toncina

Il tracciato di progetto si sviluppa lungo il fondovalle del torrente dal punto di origine, a nord della frazione di Dugara, sino alla confluenza nel T. Ceno

##### Prima percorrenza

La prima percorrenza avviene nell'alveo di piena del torrente, tra la confluenza del Rio della Penda e località "Cà Scappini" (vedi fig. 2.2/H)



**Fig. 2.2/H: Stralcio planimetrico della prima percorrenza dell'alveo del T. Toncina (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 13, Vol. 2B, All. 2)**



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 73 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

L'alveo, inciso nel substrato di natura flyschoidale, presenta morfologia monocursale con larghezza media compresa tra 20 e 40 m. Il torrente incide depositi alluvionali di ghiaie molto grossolane poco elaborate, a scarsa matrice sabbiosa.

Lungo la percorrenza le sponde dell'alveo di magra sono poco incise, con altezza di circa 1-2 m e i versanti ai lati dell'alveo di piena risultano molto acclivi, con una pendenza media del 70-80%, e sono costituiti da litotipi a prevalente natura arenaceo-marnosa.

Lo scavo sarà eseguito in alveo, principalmente all'interno del substrato roccioso arenaceo – marnoso privo di significativa falda di subalveo. L'interferenza si verificherà con la modesta falda di subalveo ospitata nei depositi alluvionali dell'intero secondo tratto.




#### Seconda percorrenza e attraversamento

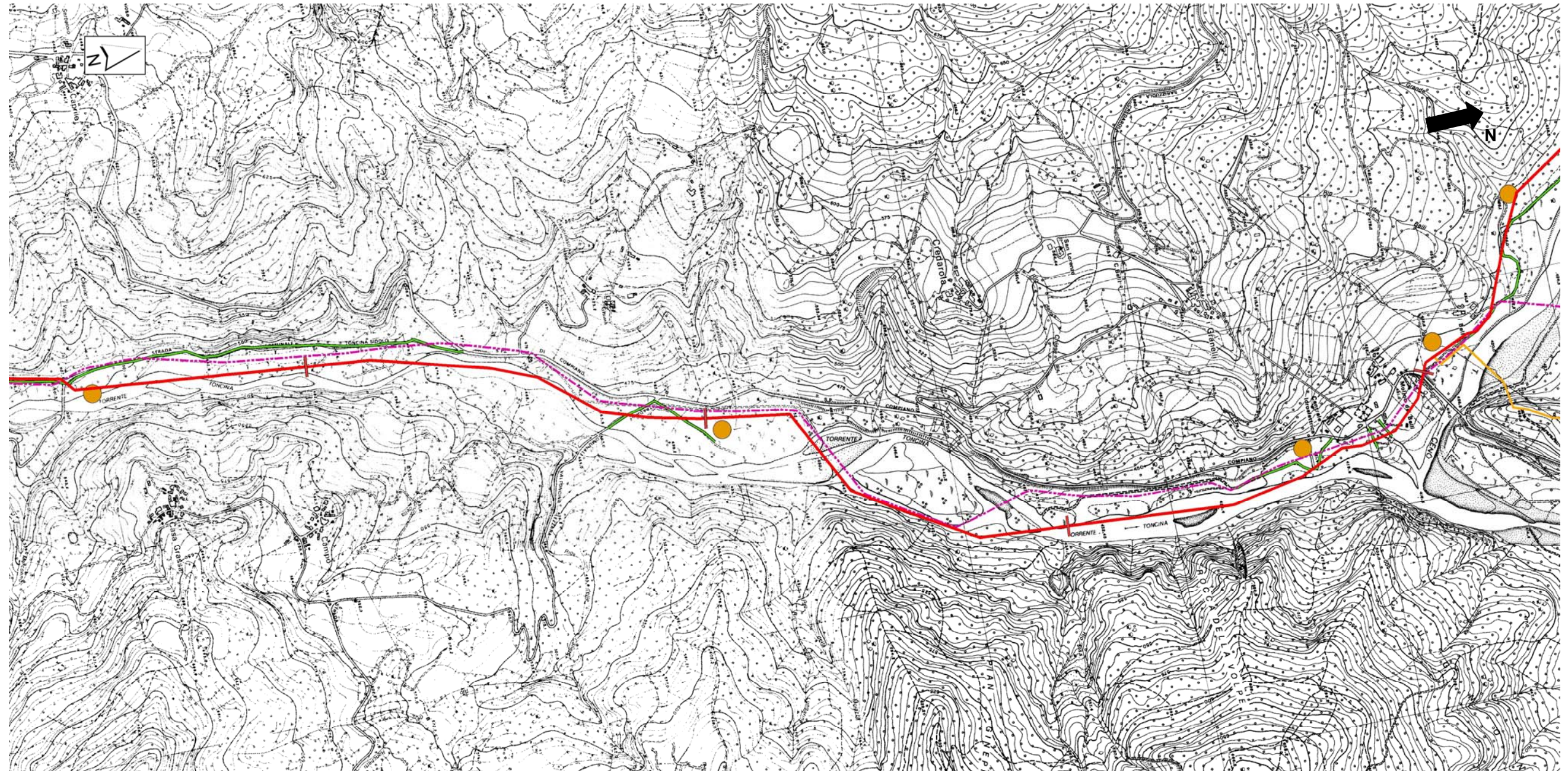
La percorrenza si sviluppa dal ponte della strada "Toncina - Sidolo" sino ad arrivare in prossimità della centrale idroelettrica nei pressi della confluenza nel T. Ceno (vedi fig. 2.2/1).

In questo tratto di percorrenza, che comprende anche l'attraversamento dell'alveo a sud-est della frazione di Credarola, la larghezza dell'alveo di magra aumenta da circa 50-60 a 170-180 m, ed il torrente incide un materasso alluvionale di ghiaie molto grossolane e poco elaborate, a scarsa matrice sabbiosa. Lungo il tratto le sponde dell'alveo di magra sono poco incise, con altezze di circa 1-2 m.

L'attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente presenta una morfologia pluricursale, con alveo a canali intrecciati, costituiti da depositi ghiaiosi grossolani con scarsa matrice sabbiosa (vedi fig. 2.2/1). In corrispondenza dell'attraversamento la larghezza media è di circa 170-180 m; le sponde dell'alveo di magra sono poco incise, con altezze intorno a 1-2 m. I versanti risultano molto acclivi, con pendenze medie del 60-70% e sono costituiti da terreni di natura arenaceo marnosa.

In considerazione che la condotta sarà posata con una copertura minima di 5 m, l'interferenza con la falda di subalveo si verificherà per l'intero tratto.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 74 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.2/I:** Stralcio planimetrico della seconda percorrenza e dell'attraversamento dell'alveo del T. Toncina (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 14.15, Vol. 2B, All. 2)

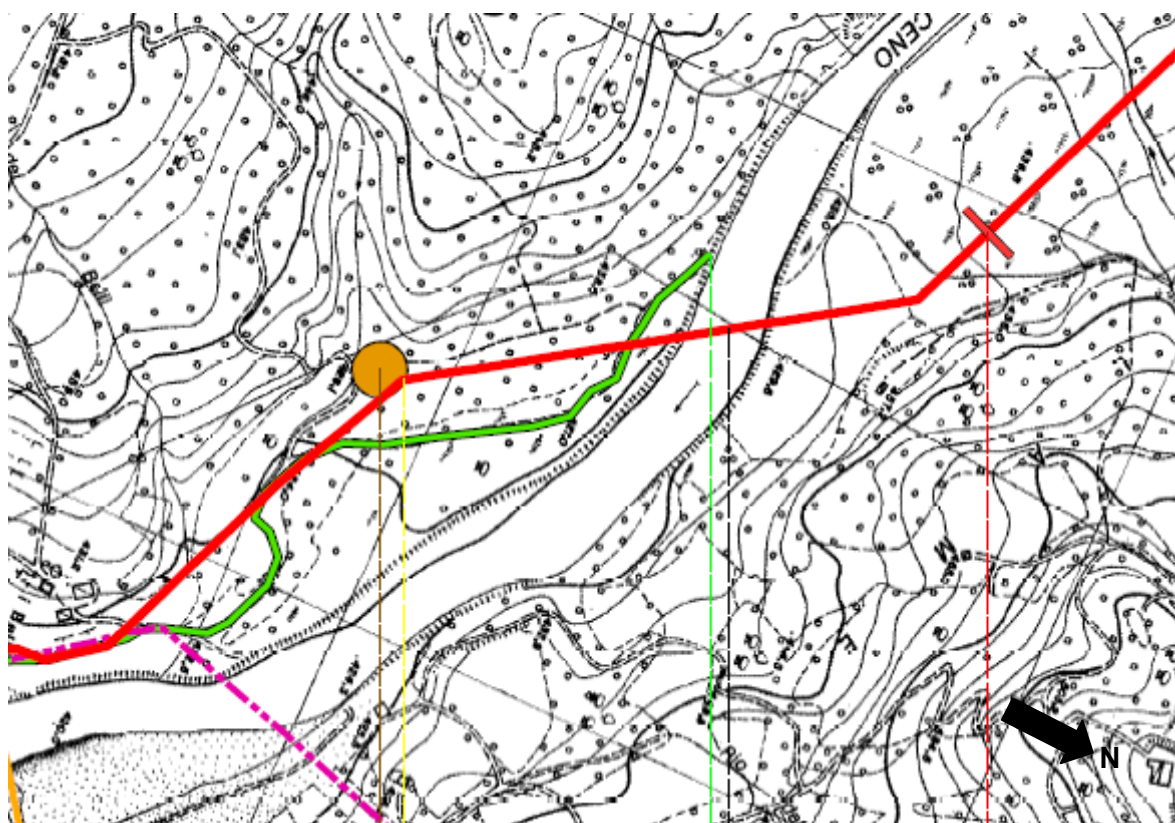
 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 75 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 2.2.5 Torrente Ceno

Il tracciato di progetto del metanodotto percorre in sponda destra il fondovalle del torrente Ceno dalla confluenza con il T. Toncina alla confluenza con il Rio Grande, interseca una prima volta l'alveo del corso d'acqua, portandosi in sinistra idrografica. Successivamente, dopo l'attraversamento del Rio Vischeto, il tracciato taglia un'ansa dell'alveo di magra e risale sul versante sinistro abbandonando il fondovalle.

#### Primo attraversamento

L'attraversamento avviene a circa 1 km a monte della confluenza del torrente Toncina. I depositi incisi dal corso d'acqua sono costituiti prevalentemente da ciottoli e ghiaie grossolane poco elaborate, a scarsa matrice sabbiosa (vedi fig. 2.2/J).



**Fig. 2.2/J: Primo attraversamento del T. Ceno (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 15, Vol. 2B, All. 2)**

In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo di magra del corso d'acqua ha una larghezza di circa 40-50 metri. La sponda in sinistra dell'alveo di magra è incisa per circa 2 metri nei depositi alluvionali; in destra, la sponda è bassa e non manifesta fenomeni di erosione.

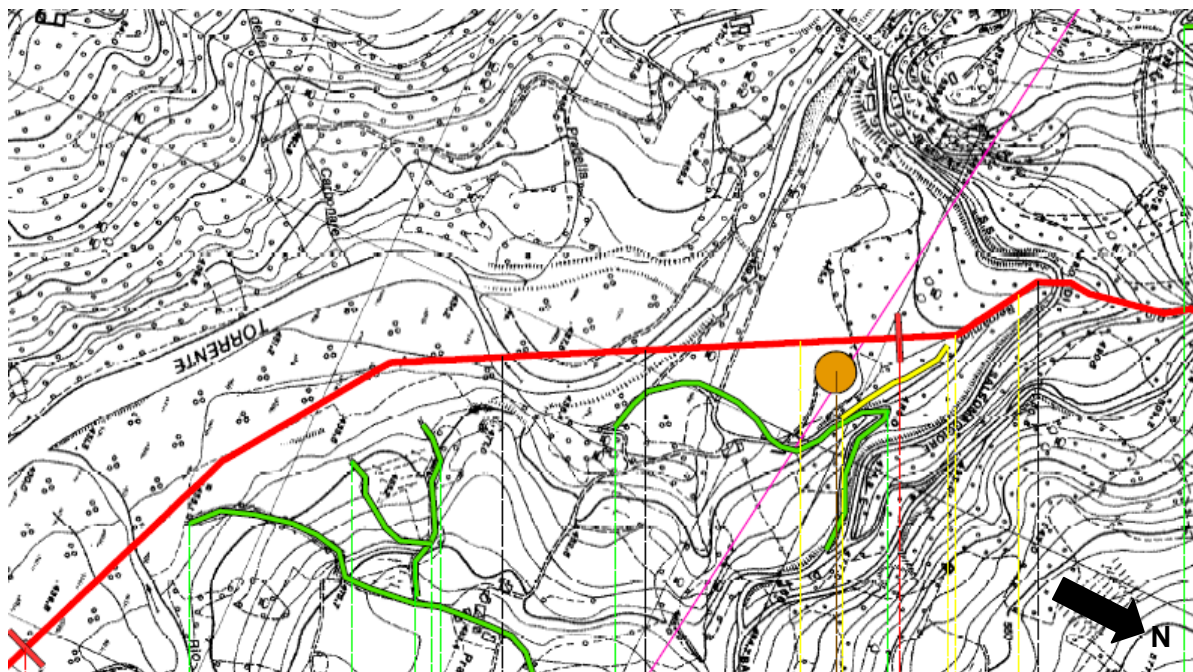
Le indagini geognostiche hanno rilevato la presenza di alluvioni costituite da ghiaia eterometrica con ciottoli in matrice sabbiosa, e da limi sabbiosi alla base. Il substrato, costituito da argilla marnosa, è stato individuato in sinistra alla profondità di 5 m ed in

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 76 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

destra alla profondità di 6.5 m dal p.c. I livelli piezometrici misurati nei fori di sondaggio hanno evidenziato la profondità della falda tra 3,8 m e 4,0 m dal piano campagna. La condotta sarà posata con una copertura minima in alveo di 6 m . Dai dati geognostici si ricava che vi è alta probabilità che lungo l'intero attraversamento si verifichi l'interferenza con la falda di subalveo.

#### Secondo e terzo attraversamento

L'attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente presenta una morfologia pluricursale, a due canali. I depositi dell'alveo di piena, incisi dal corso d'acqua, sono costituiti prevalentemente da ciottoli e da ghiaie grossolane poco elaborate, a scarsa matrice sabbiosa (vedi fig. 2.2/K). In corrispondenza dell'attraversamento il corso d'acqua presenta una larghezza d'alveo di circa 120-130 m, con alveo di magra largo circa 25-30 metri che divaga con andamento sinuoso nell'ambito della regione fluviale. Entrambi i sondaggi geognostici eseguiti hanno evidenziato la presenza di un livello superficiale (sino alla profondità variabile tra 3,6 m a 4,3 m) costituito da ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa, e da livelli di clasti eterometrici calcareo - arenacei in matrice limoso - sabbiosa.



**Fig. 2.2/K: Secondo e terzo attraversamento del T. Ceno (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 15, Vol. 2B, All. 2)**

I livelli piezometrici misurati al termine di ciascuna perforazione dei fori di sondaggio, hanno evidenziato la falda alle profondità di 4,0 m e di 4,2 m dal piano campagna. In considerazione dei risultati ottenuti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento la condotta sarà posata con una copertura minima in alveo di 6 m . In base ai dati geognostici si può stimare che l'interferenza con la falda di subalveo si verifichi per tutta la lunghezza del tratto.

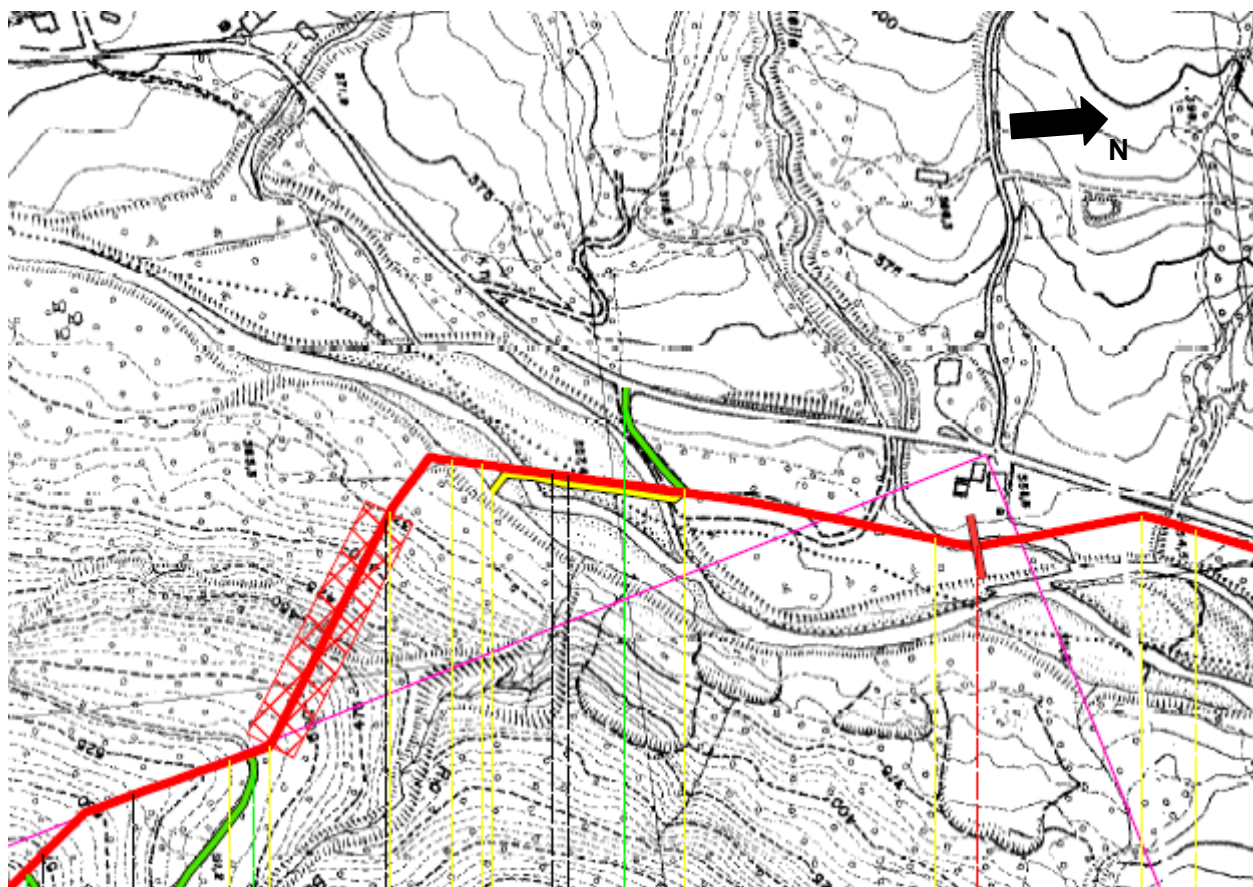
 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 77 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.2.6 Torrente Arda

Il tracciato di progetto attraversa una prima volta il torrente Arda a valle dell'imbocco del microtunnel di Cà Sarzin. Un secondo attraversamento è previsto a valle del lago di Mignano; il terzo ed ultimo nei pressi del Molino Teodoro.

### Primo attraversamento

Il primo attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente presenta una morfologia monocursale, con alveo ad andamento pressoché rettilineo (vedi fig. 2.2/L). I depositi alluvionali sono costituiti da ciottoli e ghiaie grossolane poco elaborate, a scarsa matrice sabbiosa; il corso d'acqua ha una larghezza di circa 40-50 m. La sponda destra è incisa per circa 2-3 m nei depositi alluvionali, mentre la sinistra è incisa per circa 1,5-2 m .



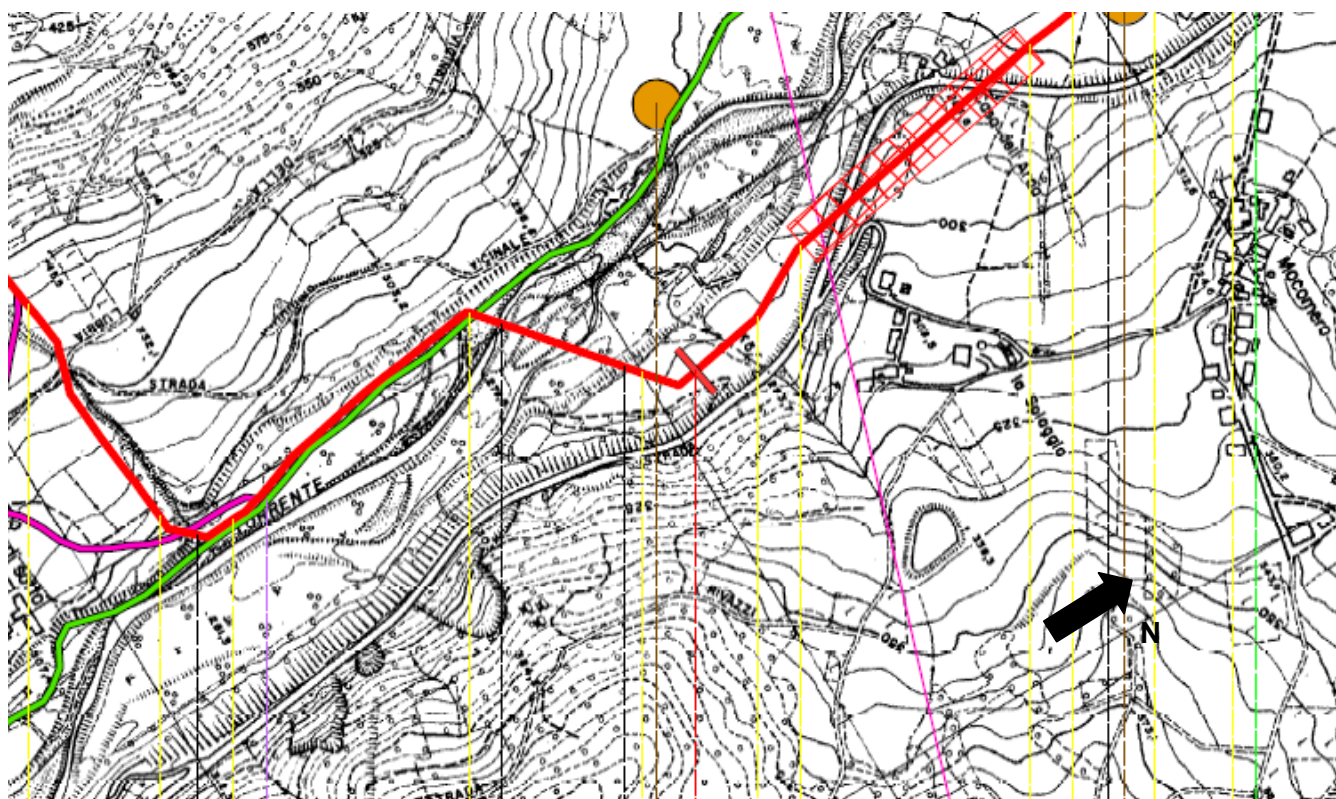
**Fig. 2.2/L: Primo attraversamento del T. Arda (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 23, Vol. 2B, All. 2)**

Lungo l'attraversamento il tracciato segue grosso modo l'andamento del corso d'acqua, mantenendosi sempre in prossimità del canale di deflusso. Si può pertanto prevedere che l'interferenza con la falda di subalveo avvenga per gran parte del percorso.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 78 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Secondo attraversamento

Il secondo attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente presenta una morfologia monocursale con alveo ad andamento sinuoso (vedi fig. 2.2/M). I depositi alluvionali sono costituiti da ciottoli e ghiaie grossolane poco elaborate, a scarsa matrice sabbiosa. Il corso d'acqua ha una larghezza di circa 60-70 m. La sponda destra è incisa per un'altezza inferiore al metro nei depositi alluvionali; in sponda sinistra l'altezza è di circa 1,5-2 m.



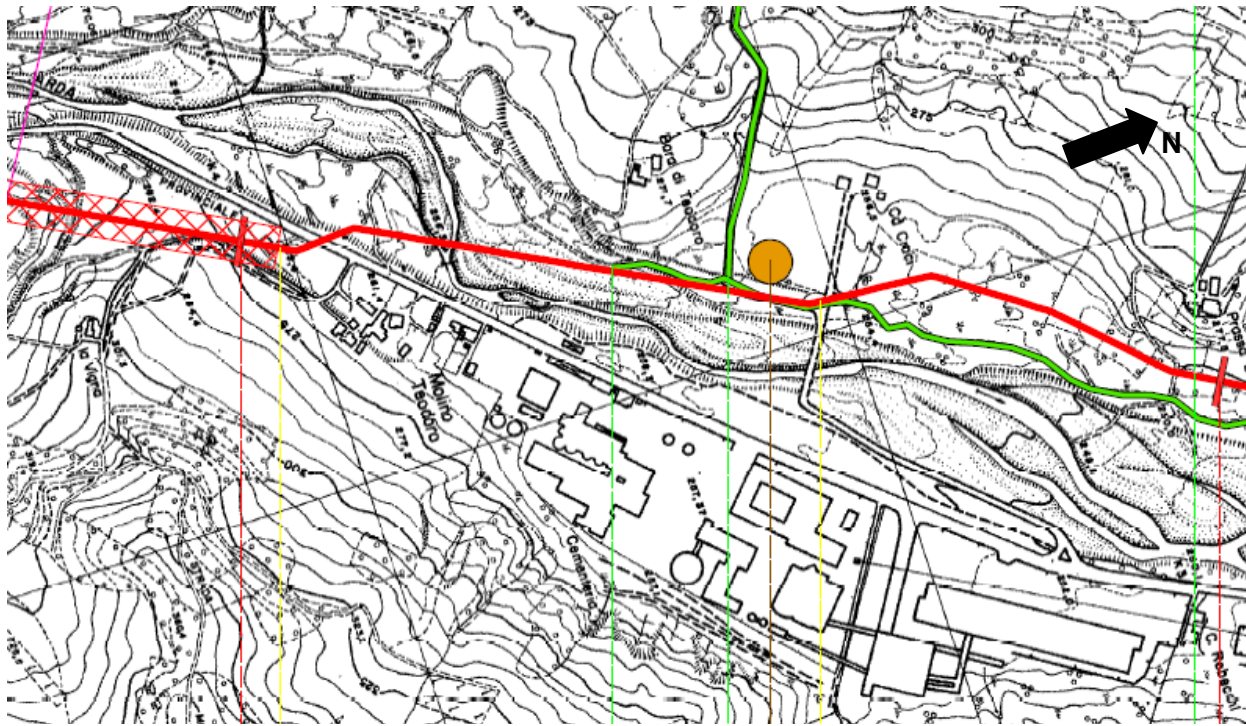
**Fig. 2.2/M: Secondo attraversamento del T. Arda (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 24, Vol. 2B, All. 2)**

L'attraversamento ha direzione circa normale all'andamento del corso d'acqua, dai terrazzi alluvionali della sponda sinistra a quelli della sponda destra. Si può pertanto prevedere che l'interferenza con la falda di subalveo avvenga principalmente nel percorso lungo l'alveo ordinario e che sia ridotta nel passaggio sui depositi terrazzati sospesi sull'alveo.

### Terzo attraversamento

Il terzo attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente presenta un andamento sinuoso a morfologia pluricursale con alveo a canali intrecciati (vedi fig. 2.2/N). I depositi alluvionali sono costituiti da ciottoli e ghiaie molto grossolane poco elaborate, a scarsa matrice sabbiosa. Il corso d'acqua ha una larghezza di circa 70-80 m. Il tratto iniziale dell'attraversamento si sviluppa per circa 150-200 m su una barra di meandro in destra idrografica. La sponda è incisa per circa 2-3 m nei depositi alluvionali. In sinistra idrografica la sponda è incisa per circa 2-2,5 m.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 79 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.2/N: Terzo attraversamento del T. Arda (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 25, Vol. 2B, All. 2)**

Lungo l'attraversamento il tracciato segue grosso modo l'andamento del corso d'acqua, mantenendosi sempre in prossimità del canale di deflusso. Si può pertanto prevedere che l'interferenza con la falda di subalveo avvenga per gran parte del percorso.

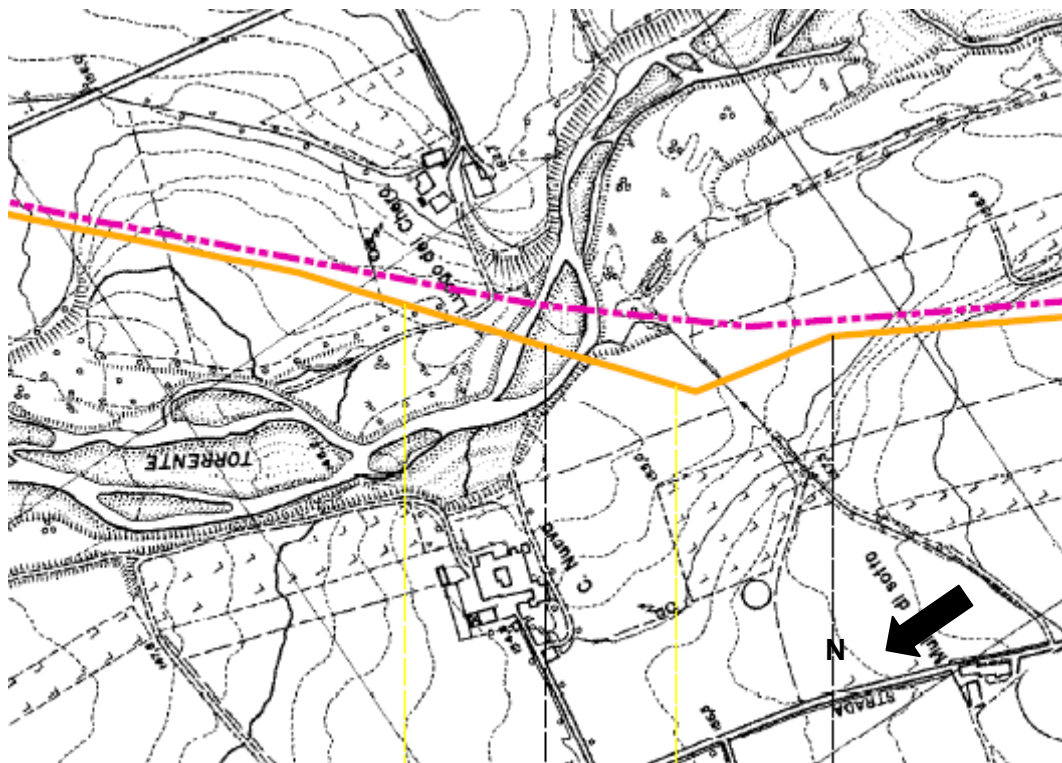
### 2.2.7 Torrente Chero

Il metanodotto "Rifacimento Allacciamento al Comune di Gropparello DN 150 (6")" in progetto attraversa una prima volta il torrente Chero nei pressi della località Travazzano. Successivamente la condotta intercetta per una seconda volta l'alveo del torrente, più a monte, nei pressi della località Bradagnano e, infine, il tracciato interseca per la terza volta il corso d'acqua circa 1,5 km a monte del secondo attraversamento, nei pressi della località "Mirandola".

#### Primo Attraversamento

L'attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente presenta una morfologia pluricursale, ed è caratterizzato da un alveo di magra a canale intrecciato e da barre diagonali e longitudinali, costituite prevalentemente da depositi di ciottoli e ghiaie poco elaborate (vedi fig. 2.2/O). In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo del corso d'acqua ha una larghezza di circa 50 metri ed è inciso nei depositi alluvionali quaternari di fondovalle del torrente. La sponda destra è alta circa 1,5-2 metri e non manifesta marcate evidenze di fenomeni erosivi, mentre in sinistra la sponda ha una pendenza molto bassa ed è alta circa 1-1,5 m.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 80 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.2/O: Stralcio planimetrico del primo attraversamento del torrente Chero (tratto da Dis. LB-D-83201 rev.0 - tav. 42)**

Le indagini geognostiche hanno messo in evidenza un materasso alluvionale costituito da ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa limosa, sino alla profondità di 5 m circa, poggiante su un substrato di argilla compatta.

Il livello piezometrico misurato al termine della perforazione nel foro di sondaggio ha trovato la falda alla profondità di 2,2 m dal piano campagna. In considerazione dei risultati conseguiti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento, la condotta sarà posata con una copertura minima in alveo di 4,0 m .

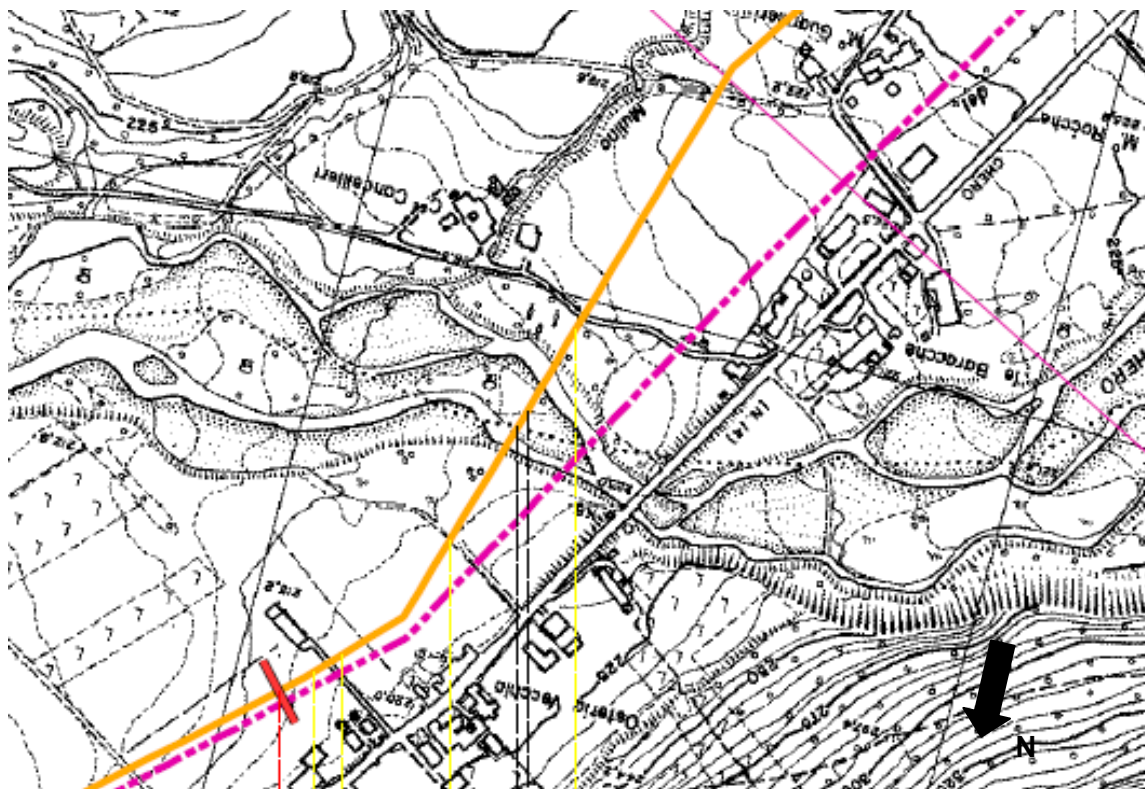
In base ai dati geognostici si può stimare che l'interferenza con la falda di subalveo si verificherà per tutta la lunghezza dell'attraversamento.

#### Secondo Attraversamento

L'attraversamento avviene a circa 100 m a valle del ponte della strada provinciale della Val di Chero (vedi foto 2.2/P). Il torrente presenta una morfologia pluricursale, caratterizzata da un alveo di magra a canali intrecciati, incisi prevalentemente nei depositi alluvionali quaternari di ciottoli e ghiaie poco elaborate, a matrice sabbiosa.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 81 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.2/P: Stralcio planimetrico del secondo attraversamento del torrente Chero (tratto da Dis. LB-D-83201 rev.0 - tav. 43)**

In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo del corso d'acqua presenta una larghezza complessiva di circa 60 metri. Le sponde sono alte circa 1,5-2 metri e non manifestano marcate evidenze di fenomeni erosivi. I risultati delle indagini geognostiche hanno indicato che le alluvioni sono costituite da ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa limosa, sino alla profondità di 5 m circa. Le alluvioni poggiano su un substrato costituito da limo argilloso sabbioso, consistente.

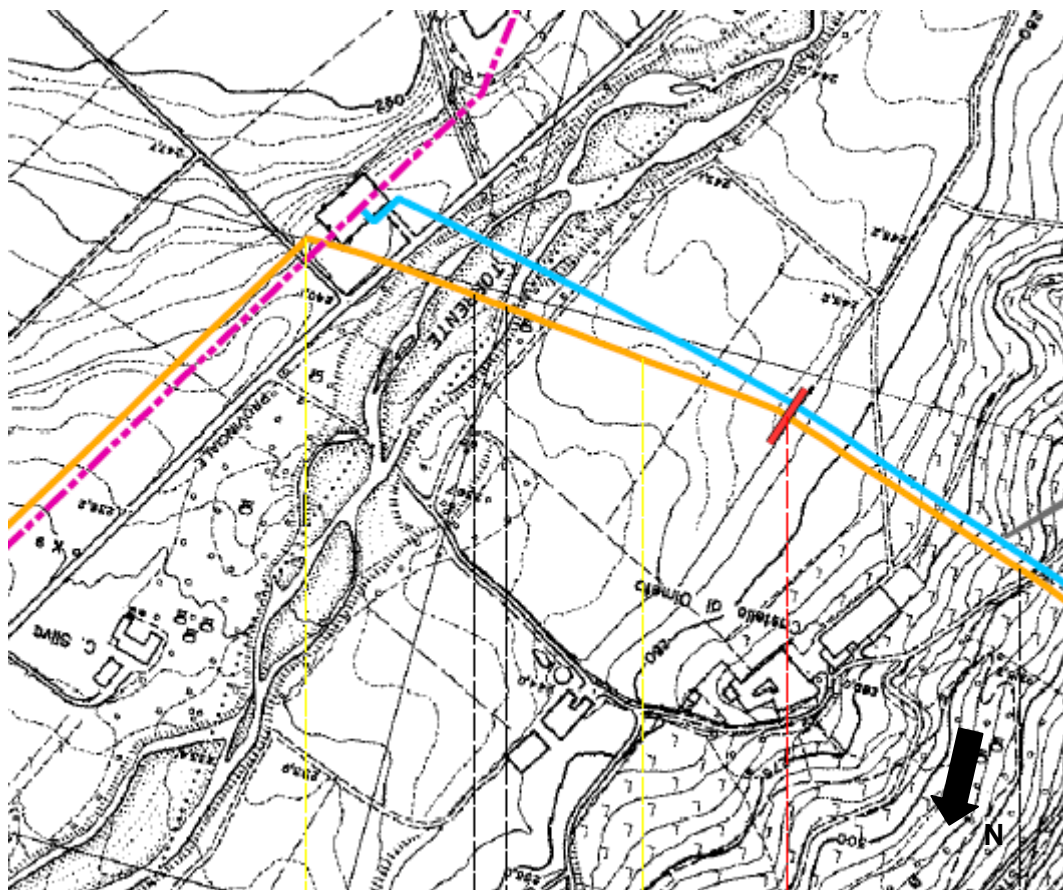
In considerazione dei risultati conseguiti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento, la condotta sarà posata con una copertura minima in alveo di 5,2 m.

In base ai dati geognostici si può stimare che l'interferenza con la falda di subalveo si verificherà per tutta la lunghezza dell'attraversamento

#### Terzo Attraversamento

L'attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente presenta una morfologia pluricursale, caratterizzata da un alveo a canali intrecciati, con barre laterali e longitudinali, costituite prevalentemente da depositi alluvionali di ciottoli e ghiaie poco elaborate, a matrice sabbiosa (vedi fig. 2.2/Q).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 82 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fi. 2.2/Q: Stralcio Planimetrico del terzo attraversamento del torrente Chero (tratto da Dis. LB-D-83201 rev.0 - tav. 42)**

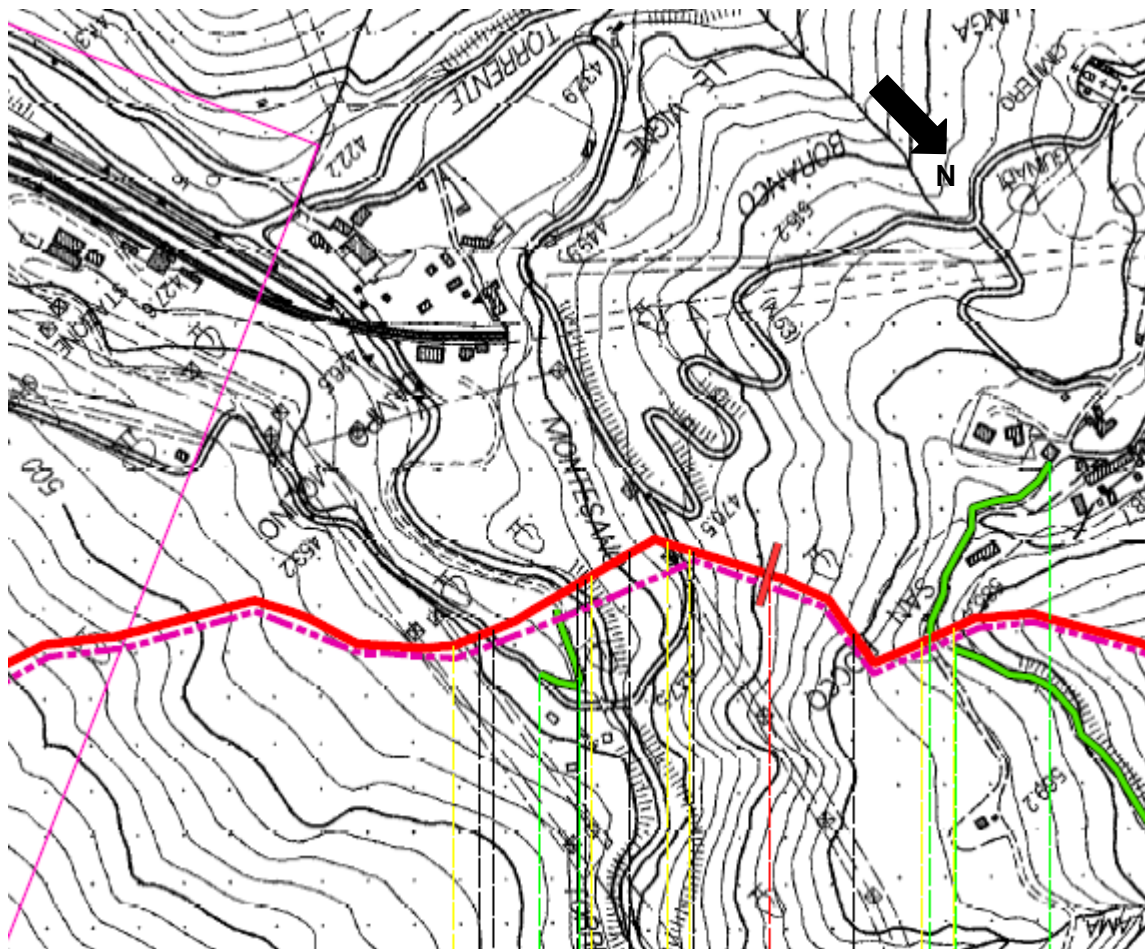
In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo ha una larghezza di circa 90 m. Le sponde sono alte circa 1-1,5 m. Nel corso delle indagini geognostiche si è rilevata la presenza di alluvioni costituite da ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa limosa, sino alla profondità di 5 m circa poggiante su uno strato di sabbia fine limosa. Dalla profondità di 8,40 m si rileva la presenza di uno strato costituito da argilla consistente. In considerazione dei risultati conseguiti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento, la condotta sarà posata con una copertura minima in alveo di 5,2 m .

In base ai dati geognostici si può stimare che l'interferenza con la falda di subalveo si possa verificare per tutta la lunghezza dell'attraversamento

### 2.2.8 Torrente Verdesina

L'attraversamento avviene in un tratto in cui il torrente ha un andamento sinuoso, a circa 100 m dal ponte della SP n. 63 (vedi fig. 2.2/R). La larghezza dell'alveo, inciso nei depositi alluvionali quaternari, è di circa 15-18 m. In destra idrografica la sponda ha un'altezza di circa 1-2 m, con basse pendenze, mentre la sponda in sinistra idrografica è alta circa 2-3 m . I terrazzi fluviali in corrispondenza dell'attraversamento sono poco estesi, in particolare in sponda destra.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 83 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



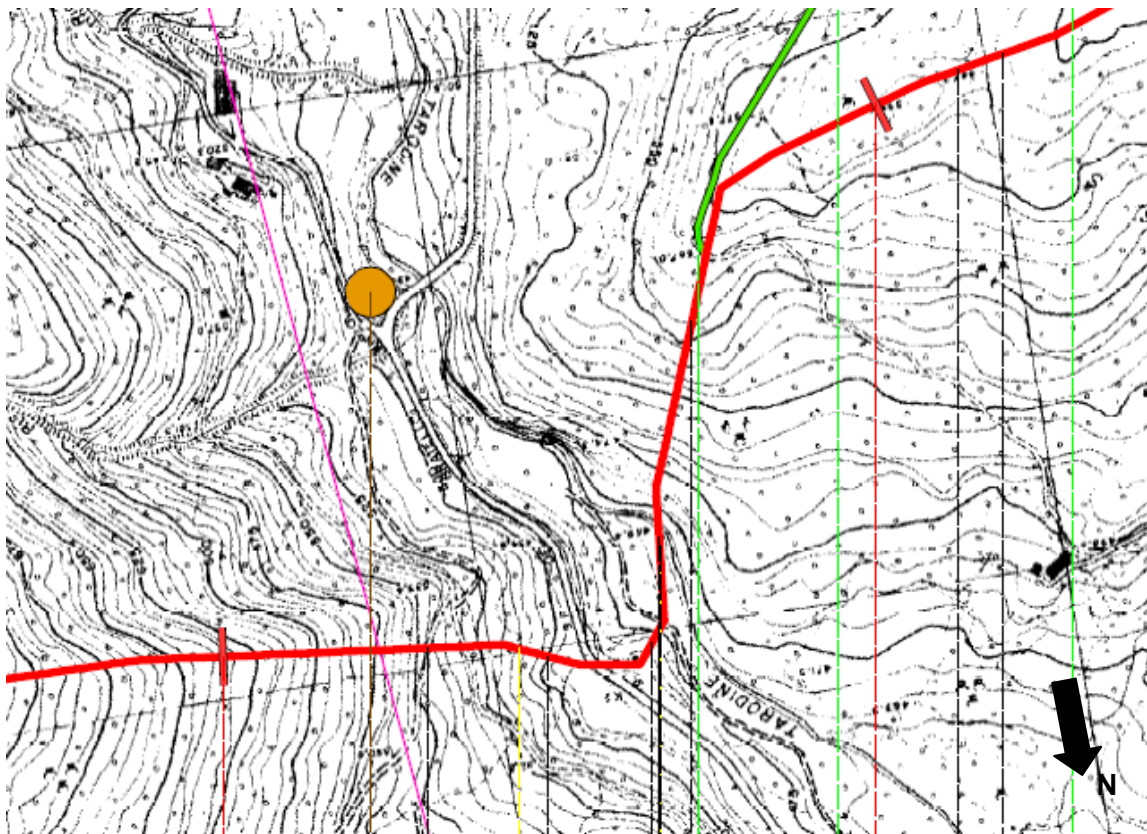
**Fig. 2.2/R: Attraversamento del T. Verdesina (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 5, Vol. 2B, All. 2)**

L'interferenza con la falda di subalveo è limitata all'attraversamento dell'alveo, per una lunghezza di una ventina di metri, mentre appare poco probabile nel terrazzo alluvionale di sponda sinistra, notevolmente sospeso sull'alveo.

### 2.2.9 Torrente Tarodine

Il tracciato di progetto interseca l'alveo del torrente Tarodine nel territorio comunale di Borgo Val di Taro (Pr), in un tratto in cui il corso d'acqua scorre parallelamente alla vicina SP n.20 "del Brattello".(vedi fig. 2.2/S).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 84 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.2/S: Attraversamento del T. Tarodine (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 7, Vol. 2B, All. 2)**

L'attraversamento avviene in un tratto in cui l'alveo del torrente ha una morfologia monocursale, con un andamento prevalentemente sinuoso, in prossimità della confluenza in destra con un piccolo corso d'acqua (Rio Gropalbero) a carattere torrentizio. La condotta, prima di attraversare il corso d'acqua, percorre circa 10 m su una barra di confluenza in destra idrografica.

In corrispondenza dell'attraversamento, l'alveo di magra del corso d'acqua ha una larghezza di circa 30 m ed è profondamente inciso in parte nei depositi alluvionali quaternari, con granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, e in parte nelle arenarie, marne e argilliti affioranti sulle sponde.

La sponda in destra idrografica presenta una pendenza molto elevata, e manifesta evidenze di fenomeni di erosione al piede. In sinistra idrografica, la sponda è subverticale ed è profondamente incisa nelle arenarie, calcareniti e marne che costituiscono il versante in sinistra. Sono evidenti anche in sinistra fenomeni di erosione spondale. Sul fondo, della pendenza media del 3.5-4%, si rileva la presenza di ciottoli, massi e anche dei blocchi lapidei di qualche metro cubo caduti dalle pareti laterali.

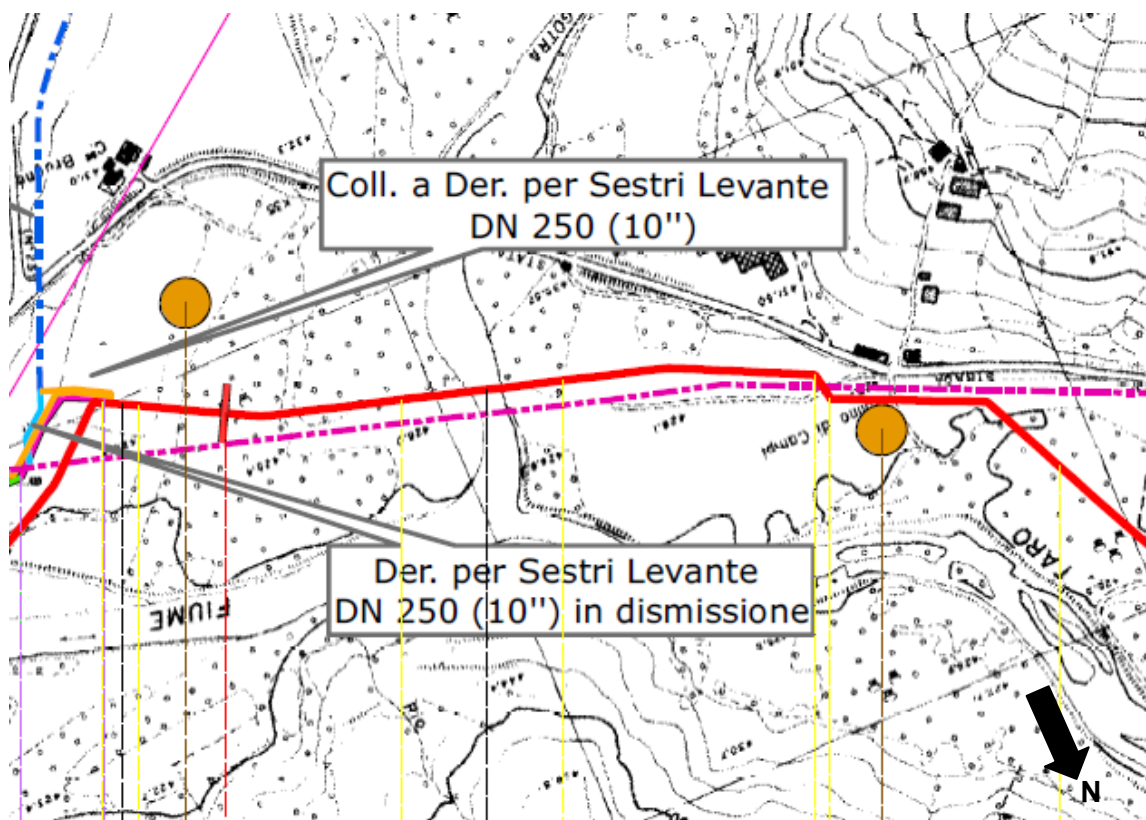
In considerazione dei risultati conseguiti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento è stato previsto che la condotta sia posta in alveo con una copertura minima di oltre 3,5 m .

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 85 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

L'interferenza può considerarsi nulla per quanto riguarda la sponda sinistra, a pendenza subverticale ed incisa in arenarie ed argille, in cui la falda di subalveo è assente. In sponda destra l'impatto nella percorrenza della barra di confluenza è trascurabile, tenuto conto dell'altezza sull'alveo di una ventina di metri. L'interferenza si verificherà nell'attraversamento dell'alveo, per una lunghezza di circa una trentina di metri.

### 2.2.10 Torrente Gotra

Il tracciato di progetto interseca l'alveo del torrente Gotra ad una distanza di circa 120-130 metri a valle del ponte della strada provinciale di Bedonia e a circa cento metri a monte della confluenza in destra del fiume Taro (vedi fig. 2.2/T).



**Fig. 2.2/T: Attraversamento del T. Gotra (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 9, Vol. 2B, All. 2)**

In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo del corso d'acqua ha una larghezza di circa 80 m ed è inciso nei depositi alluvionali quaternari di fondovalle, con granulometria prevalentemente costituita da ciottoli, di dimensione anche significativa, in matrice ghiaioso-sabbiosa. Le sponde sono alte circa 1,5-2 m e non manifestano marcate evidenze di fenomeni erosivi.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 86 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Un sondaggio geognostico, eseguito in destra idrografica del F. Taro, circa 300 m a valle della confluenza tra i 2 corsi d'acqua, ha evidenziato la presenza di alluvioni fini (prevalentemente limi), sino alla profondità di circa 5 m dal p.c., che ricoprono un substrato costituito da argille marnose e marne argillose. Il livello piezometrico misurato al termine della perforazione era situato alla profondità di 2,2 m dal piano campagna. E' previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di oltre 5 m .

In base ai dati geomorfologici e geognostici si può stimare che l'interferenza con la falda di subalveo si verifichi in gran parte del fondovalle del Gotra, per una lunghezza di circa 300 m .

### 2.2.11 Torrente Chiavenna

Il tracciato di progetto del metanodotto percorre la piana alluvionale del torrente Chiavenna per un tratto lungo oltre 5 km, da Lugagnano a Cereto. La linea attraversa una prima volta il corso d'acqua circa 400 m a valle del ponte stradale di località "Montagnano", ed interseca poi per la seconda volta il torrente in un'area al confine tra i territori di Fiorenzuola D'Arda e di Cadeo.

#### Percorrenza Lugagnano - Cereto

Nel primo tratto tra Lugagnano e la Casella, il tracciato percorre le alluvioni terrazzate del fondovalle situate a quote di circa una decina di metri superiori all'alveo, con bassa probabilità di interferenza con la falda.

L'interferenza si può verificare tra la Casella e Chiavenna Rocchetta, in cui il tracciato si avvicina all'alveo del Chiavenna, mantenendosi a distanze di poche decine di metri e ad una quota di qualche metro superiore, per un percorso lungo circa 2 km.

Nel tratto compreso tra Chiavenna Rocchetta e Cereto il tracciato si sposta verso il limite del fondovalle attraversando i terrazzi di quota più alta e il piede dei depositi di versante di Cereto, con bassa probabilità di interferenza con la falda di subalveo.

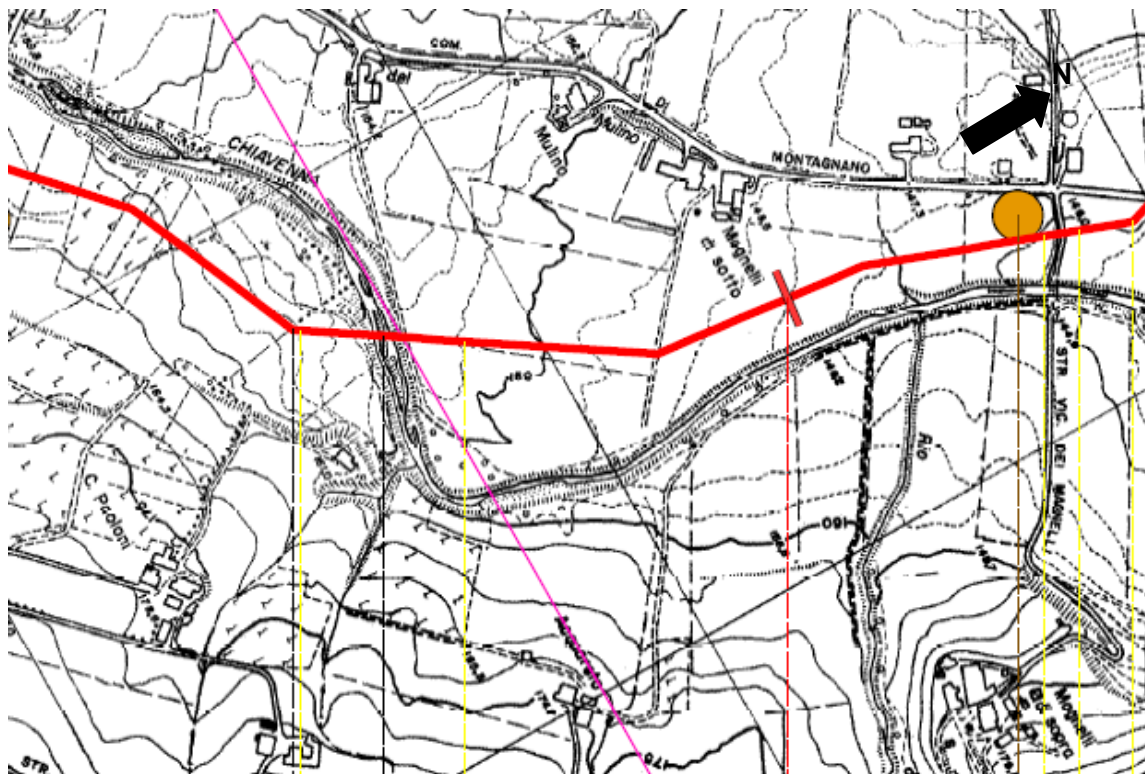
#### Primo Attraversamento

L'attraversamento avviene in un tratto in cui il corso d'acqua ha un andamento meandriforme ed è caratterizzato da pendenze moderate (vedi fig. 2.2/U). In corrispondenza dell'attraversamento il torrente presenta una barra di meandro in sinistra, costituita prevalentemente da ciottoli e da ghiaie grossolane, con scarsa matrice sabbiosa.

Il corso d'acqua ha una larghezza di circa 20-25 m e presenta delle scarpate spondali incise per circa 1,5-2 m . Si osservano evidenze di erosione spondale in atto, mentre non si manifestano fenomeni di approfondimento del fondo alveo. In considerazione dei risultati conseguiti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3,8 m.

Può stimarsi che l'interferenza con la falda di subalveo avvenga nel settore dell'attraversamento per una lunghezza di una cinquantina di metri.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 87 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.2/U:** Primo attraversamento del T. Chiavenna (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 27, Vol. 2B, All. 2)

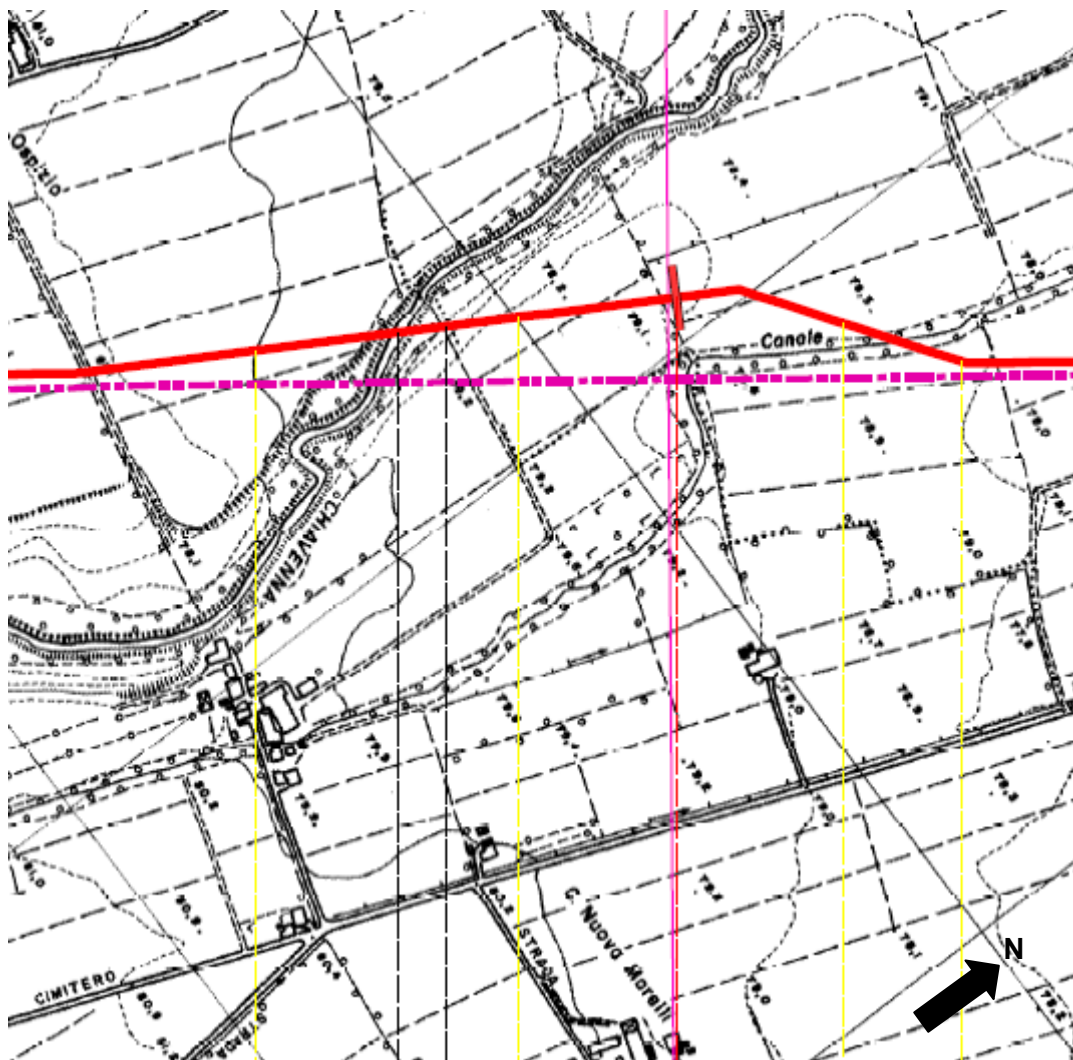
#### Percorrenza Magnelli di sotto – Campasso Moschini

Il tracciato si mantiene a breve distanza dall'alveo e a quote prossime a questo, con probabile interferenza con la falda di subalveo, tra Magnelli di sotto e l'attraversamento della strada comunale per Montagnano. Nel tratto successivo, fino all'abbandono del fondovalle in prossimità di Campasso Moschini, il metanodotto si mantiene su quote significativamente superiori al corso d'acqua, con bassa probabilità di interferire con la falda di subalveo.

#### Secondo Attraversamento

L'attraversamento avviene in un tratto in cui il corso d'acqua ha un andamento rettilineo ed è caratterizzato da pendenze basse. In corrispondenza dell'attraversamento il corso d'acqua ha una larghezza di circa 25-30 m (vedi fig. 2.2/V). Le sponde sono incise per circa 3-4 m nei depositi alluvionali di fondovalle, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, con matrice limosa. Si osservano evidenze di erosione spondale in atto, mentre non si manifestano fenomeni di approfondimento del fondo alveo.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 88 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.2/V: Secondo attraversamento del T. Chiavenna (tratto da Dis. LB-D-83201 - tav. 31, Vol. 2B, All. 2)**

In corrispondenza del secondo attraversamento del T. Chiavenna, in sinistra idrografica è stato realizzato un sondaggio geognostico, spinto sino alla profondità di 10 m. Sul tutto il tratto investigato si rileva la presenza di argilla limosa o debolmente limosa con presenza di frustoli carboniosi e rare intercalazioni di sabbia limosa.

In considerazione dei risultati conseguiti negli studi idraulici e delle condizioni peculiari del sito di intervento è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3,8 m .

Si ritiene che l'interferenza con la falda di sublaveo si possa verificare per una lunghezza di circa 50 m centrata sull'asse del canale attivo.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 89 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 2.3 Profondità di posa della condotta in corrispondenza degli attraversamenti e delle percorrenze fluviali (punto 9)

*“Si richiede la produzione di un elaborato che descriva il calcolo della profondità di posa della condotta sia in relazione al tipo di materiale di copertura che sulla base degli eventi di piena (possibilmente con t.d.r. bi secolare) e delle conseguenze per la sicurezza dell’opera sulla erosione prodotta da tali eventi”*

Le profondità di posa delle nuove condotte in corrispondenza dei principali attraversamenti e delle percorrenze fluviali sono state determinate attraverso specifici studi idrologico-idraulici, redatti in accordo a quanto disposto dalla Autorità di Bacino del Fiume Magra e dalla Autorità di Bacino del Fiume Po e a cui vengono presentate unitamente agli elaborati grafici di dettaglio per l’ottenimento dei relativi nulla osta alla realizzazione dell’opera.

Nel caso in oggetto sono state così predisposte le relazioni idrologico-idrauliche per i seguenti corsi d’acqua:

- T. Carrara, T. Teglia, Rio del Pino-Rio della Gazzola, T. Gordana, T. Betigna, T. Verde, T. Verdesina e T. Arzola di competenza dell’Autorità di Bacino del F. Magra;
- T. Tarodine, F. Taro (3 attraversamenti), T. Gotra, T. Ingegna (percorrenza), T. Toncina (percorrenza), T. Ceno, T. Arda (3 attraversamenti), T. Chiavenna (2 attraversamenti) di competenza dell’Autorità di Bacino del F. Po.

Oltre agli studi sopra indicati che si riferiscono alla condotta principale DN 900 (36”) in progetto, si sono predisposti analoghi elaborati per gli attraversamenti previsti lungo le linee secondarie; più in dettaglio per:

- F. Taro e T. Lubiana lungo il “Rifacimento derivazione per Bedonia DN 150 (6”)”;
- T. Ceno lungo il “Rifacimento allacciamento al Comune di Bardi DN 100 (4”)”;
- T. Chero lungo il “Rifacimento allacciamento al Comune di Gropparello DN 150 (6”)”.

L’ottimizzazione planimetrica del tracciato ed il profilo di posa della condotta attraverso l’alveo del corso d’acqua sono individuati in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico ed idraulico. A tali fini, le caratteristiche morfologiche e geologiche dell’area sono valutate sulla base di:

- documentazione bibliografica e cartografica disponibile;
- rilievi topografici di dettaglio;
- evidenze emerse nel corso di specifici sopralluoghi di controllo;
- eventuali indagini geognostiche in sito.

La profondità di posa della condotta viene determinata attraverso:

1. lo studio idrologico del corso d’acqua, per la porzione di bacino sottesa dalla sezione di interesse, al fine di valutare la portata di massima piena corrispondente a prefissato tempo di ritorno;

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 90 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

2. lo studio idraulico volto alla valutazione delle caratteristiche di deflusso della corrente fluida e dei fenomeni erosivi del fondo alveo, in concomitanza degli eventi di piena.

### 2.3.1 Studio idrologico

Lo studio idrologico ha come fine la determinazione delle portate di piena al colmo di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio. I risultati di tale studio costituiscono la base per le verifiche idrauliche, in relazione alle quali verranno individuati i valori di copertura della condotta 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 alcuni 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. Ove disponibile è stata utilizzata l'analisi statistica su scala regionale avvalendosi dei risultati del progetto VAPI (VALutazione Plene promosso dal CNR - GNDCI).

Infine, nel caso di mancanza di dati di portata, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

### 2.3.2 Studio idraulico

Lo studio idraulico è finalizzato alla:

- stima ed analisi dei parametri idraulici (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) che caratterizzano il deflusso della portata di piena assunta come riferimento, in corrispondenza della sezione interessata dalle opere in progetto;
- valutazione dei potenziali fenomeni erosivi del fondo alveo e degli approfondimenti, che generalmente si verificano in concomitanza di eventi di piena eccezionale.

Lo studio idraulico, previa definizione dell'assetto geometrico e della modellazione dell'alveo attraverso rilievi celerimetrici di dettaglio o di DTM (Digital Terrain Model), può essere condotto in due diverse condizioni di moto uniforme o permanente che richiedono l'applicazione di specifici programmi di calcolo. I programmi utilizzati per la redazione degli studi condotti sono illustrati in appendice alla presente relazione (vedi appendice 1).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 91 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 2.3.3 Fenomeni erosivi in alveo

Nel corso degli eventi di piena, il fondo degli alvei subisce modifiche morfologiche, spesso 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 della indagine, ed ai modelli rappresentativi realizzati. Il lavoro di ricerca ha prodotto negli ultimi 50 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 da due 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 è strettamente legata a casi particolari di escavazione in alveo e risulta difficilmente estrapolabile a casi simili a quelli sperimentati in laboratorio,

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 al di sotto del fondo, ecc.).

Va osservato che l’applicazione dei procedimenti di calcolo disponibili porta sovente a risultati alquanto diversi tra loro, dovuti ad una più o meno corretta valutazione delle diverse grandezze idrauliche e geometriche esplicitate nelle singole formule. Il principale tra i termini fondamentali di analisi è comunque direttamente conseguente agli effetti idraulici del deflusso di piena, in relazione alle caratteristiche geometriche dell’alveo, e quindi ai parametri idraulici della corrente.

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

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 92 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

di fondo essenzialmente granulare. Infatti, sul fondo di tali alvei, anche in assenza di manufatti, 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. In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 cm, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 cm, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione. Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Fra i modelli più noti a tal fine (Schoklitsh, Eggemberger, Adami), la formula di Schoklitsh è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

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. 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 studiate<sup>3</sup> 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 prudentiale, proposta in Italia, 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<sup>4</sup>. Nel seguito si descrivono quindi le espressioni generali che si ritengono utilizzabili nel caso in oggetto, per la valutazione delle erosioni localizzate e dei potenziali fenomeni di escavazione in alveo, in specie 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.

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

<sup>4</sup> Vollo L., "L'aratura di fondo nell'alveo dei fiumi durante le piene"; L'energia elettrica, vol. XXIX; Milano, 1952. Zanovello A., "Sulle variazioni del fondo degli alvei durante le piene"; L'energia elettrica, vol. XXXV; Milano, 1959.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 93 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Diametro limite dei clasti trasportabili

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

$$\delta = \frac{\tau_0}{[0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w)]}$$

dove

- $\delta$  è il diametro delle particelle;
- $\tau_0$  è la tensione tangenziale in alveo;
- $\gamma_s$  è il peso specifico delle particelle;
- $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

### Approfondimenti localizzati

Per quanto attiene al rischio di formazione di approfondimenti localizzati, come già esposto, le condizioni necessarie per lo sviluppo di tali fenomeni possono individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella contestuale presenza di irregolarità geometriche dell'alveo. A seguito delle opere in progetto, non dovrebbero potersi manifestare tali particolari condizioni.

Per determinare un valore medio rappresentativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo, si ricorre alla 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 media del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- $H = h_0 + v^2/2g$  rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- $q = Q_{Max} / L$  è la portata specifica per unità di larghezza  $L$  della corrente in alveo;
- $a$  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 del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima incisione, relativo ad una lunghezza pari all'altezza idrica massima ivi determinata.

### Arature di fondo

Per quanto riguarda il fenomeno di scavo temporaneo durante le piene, come detto, non disponendo di algoritmi opportunamente tarati, atti a determinare la potenziale entità del fenomeno in relazione alle specificità del sito di attraversamento, ci si basa sulle considerazioni empiriche proposte in letteratura tecnica, secondo le quali un

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 94 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

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 di piena ( $h_o$ ), ovvero

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

### Stima dei massimi approfondimenti attesi

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori utili alle determinazioni fin qui descritte, derivati dalla simulazione idraulica in regime di moto uniforme, corrispondenti alla portata di piena definita per il tempo di ritorno  $T_r$  fissato a base di studio.

In particolare:

- Shear, tensione tangenziale  $\tau_o$  agente sul fondo di scorrimento, distinta nelle componenti di flusso oltre i limiti di sponda sinistra (LOB), nell'alveo principale (Chan) ed oltre i limiti di sponda destra (ROB);
- la terna di valori LOB Elev, Min Ch Elev, ROB Elev, quote geodetiche dei limiti di sponda e quota geodetica minima del fondo d'alveo principale, da cui si ricavano (nota la quota del pelo libero "W,S, Elev") i corrispondenti valori dell'altezza idrometrica locale;
- Vel LOB, Vel Chnl, Vel ROB, valori della velocità media di deflusso nelle aree rispettive che lo compongono (oltre i limiti di sponda e nell'alveo principale).

Shear LOB	Shear Chan	Shear ROB	LOB Elev	Min Ch Elev	ROB Elev	Vel LOB	Vel Chnl	Vel ROB
(N/m <sup>2</sup> )	(N/m <sup>2</sup> )	(N/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
61,61	172,79	77,56	172,93	170,23	173,06	1,93	4,39	2,25

Assumendo che la natura e le caratteristiche meccaniche dei sedimenti in alveo possano essere qualificati da un valore medio del peso di volume  $\gamma_s = 17,0 \div 19,0$  kN/m<sup>3</sup>, dai risultati della verifica idraulica e sulla base della media di tali valori seguono:

- $\delta$ , diametro limite dei clasti trasportabili;
- **H**, carico totale rispetto alla quota d'alveo;
- $h_o$ , altezza idrometrica.

Si riporta il prospetto sintetico dei valori relativi alla portata di verifica:

$\gamma_s$	$\delta$ (LOB)	$\delta$ (Chan)	$\delta$ (ROB)	H (LOB)	H (Chan)	H (ROB)	$h_o$ (LOB)	$h_o$ (Chan)	$h_o$ (ROB)	$h_o - \delta$ (Chan)
(N/m <sup>3</sup> )	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
18000	12,5	35,2	15,8	1,94	4,64	1,81	1,09	3,79	0,96	3,44

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 95 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Nello specifico, si evidenziano le condizioni per non rilevanti fenomeni di trasporto di fondo, correlati alla energia della corrente, in caso di piena. La dimensione dei clasti potenzialmente movimentati è però compatibile con la struttura del fondo alveo naturale, ed è pertanto possibile che si inneschino fenomeni di distacco e/o trascinamento dei clasti.

E' tuttavia evidente che i valori determinati per la dimensione dei clasti massimi trasportabili godono di significatività unicamente se l'altezza idrica in alveo risulta ad essi sensibilmente superiore, ovvero  $h_o - \delta \gg 0$ ; in questo senso, i risultati determinati possono intendersi del tutto validi, sebbene solo in chiave "qualitativa"<sup>5</sup>.

Avendo fissato il valore della pendenza media del tronco d'alveo in corrispondenza della sezione di attraversamento ed essendo nota l'altezza idrica di piena, si determina il dislivello di quota, a monte ed a valle delle potenziali buche che si potrebbero manifestare:

pendenza alveo	=	0,009
$h_o$ Chan massimo (m)	=	3,79
$a$ stimato [per lunghezza pari a $h_o$ Chan] (m)	=	0,034

Essendo inoltre noti

- Q Left, Q Channel, Q Right, portate defluenti nella sezione trasversale, distinta nelle componenti di flusso oltre i limiti di sponda sinistra (LOB), nell'alveo medio principale (Chan) ed oltre i limiti di sponda destra (ROB),
  - Top W Left, Top W Chnl, Top W Right, larghezza superficiale della sezione liquida, distinta nelle componenti parziali di deflusso,
- da tali valori e dai precedenti seguono:
- $q$ , portata specifica per unità di larghezza della corrente in alveo;
  - $S$ , profondità massima dei potenziali approfondimenti localizzati;
  - $Z$ , profondità massima delle potenziali arature di fondo.

Nel dettaglio, si ricava:

$q$ (LOB)	$q$ (Chan)	$q$ (ROB)	$a$	$S$ (LOB)	$S$ (Chan)	$S$ (ROB)	$Z$ (LOB)	$Z$ (Chan)	$Z$ (ROB)
(m <sup>3</sup> /s m)	(m <sup>3</sup> /s m)	(m <sup>3</sup> /s m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2,08	10,72	2,50	0,03	0,00	1,93	0,77	0,55	1,90	0,48

<sup>5</sup> Occorre considerare che condizioni straordinarie di velocità della corrente alterano i risultati delle valutazioni, che sono effettuate sulla base di formulazioni adatte al caso di alvei fluviali di pianura e che pertanto possono mal adattarsi alla situazione di tronchi torrentizi. È inoltre da rilevare che le modalità di analisi, condotte in condizioni di moto uniforme, e il dato di portata al colmo assunto a base delle verifiche, in quanto prudenziale nei confronti dei fenomeni di maggiore interesse (ovvero l'eventuale erosione del fondo in corrispondenza dell'attraversamento) conducono ad una sovrastima delle manifestazioni di trasporto (che andrebbero semmai valutate mediante apposite simulazioni, che esulano dalle necessità del presente contesto).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 96 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Sulla base dei dati determinati, si desume che i valori delle potenziali erosioni localizzate in alveo, approfondimenti **S** ed arature **Z**, corrispondenti all'evento di piena (per  $T_r = 200$  anni), presentano prevalenza per il primo fenomeno.

E' evidente che la stima quantitativa del potenziale effetto della piena sull'assetto del fondo del corso d'acqua, con profondità d'erosione localizzata pari ad oltre 1,9 m, deve essere comparata con quello che è l'attuale stato dell'incisione principale d'alveo; in altri termini, l'attuale conformazione geometrica, derivante dalla evoluzione geomorfologica, più o meno naturale del corso d'acqua deve poter far presagire la sussistenza del rischio stimato. In tal senso, essendo l'altezza dell'alveo inciso (pur con i limiti relativi alla arbitrarietà di identificazione dei limiti di sponda del canale principale) inferiore a 3,0 m, parrebbe del tutto sovrastimata la potenzialità del fenomeno.

E' evidente che maggiori profondità di posa della condotta, in corrispondenza della collocazione in sub-alveo, forniscono ampia garanzia in merito ai potenziali fenomeni di erosione in caso di massima piena.

I principali risultati ottenuti per ciascun attraversamento considerato sono sintetizzati nella seguente tabella (vedi tab. 2.3/A e 2.3/B).

I risultati dello studio idrologico-idraulico concorrono alla definizione dei seguenti elementi progettuali:




- la configurazione geometrica della condotta (ad esempio, la profondità minima di posa della condotta in alveo);
- la tipologia e geometria delle eventuali opere di difesa idraulica.

La profondità di posa della condotta, in particolare, è definita in modo da assicurare adeguati margini di sicurezza nei riguardi dei potenziali processi erosivi in alveo, attesi in concomitanza dell'evento di piena di progetto.

Nei casi in esame, le geometrie definite per la posa della condotta assicurano sempre degli adeguati "franchi di copertura", con coefficiente di sicurezza (definito come il rapporto tra il valore minimo di copertura assegnato ed il valore massimo tra quelli registrati nella stima degli approfondimenti e delle arature) generalmente non minore di 1,5, che fanno ritenere gli attraversamenti proposti tecnicamente fattibili oltre che ininfluenti sulle condizioni di smaltimento delle portate di piena del corso d'acqua.

Per ciascuna sezione di attraversamento e percorrenza in oggetto si sono prodotti, sulla base delle determinazioni sopra citate, gli elaborati grafici progettuali di dettaglio allegati alla presente relazione (vedi Vol. 1B).



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 97 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.3/A: Attraversamenti e percorrenze fluviali lungo il tracciato della condotta principale DN 900 (36")**



Corso d'acqua	Parametri morfometrici di bacino				Metodologia adottata per lo studio idrologico	Portata defluente Tr 200 anni (m <sup>3</sup> /s)	Condizione moto adottata	Massimo battente idrico (m) (+)	n di Foudre (+)	Approfondimenti localizzati (m) (+)	Arature di fondo (m) (+)	Profondità minima di posa (m)	Elaborato grafico di progetto (n. Dis.) (#)
	Sup. bacino sotteso (km <sup>2</sup> )	Lunghezza asta (km)	Quota sez. chiusura (m s.l.m.)	Quota max. asta (m s.l.m.)									
<b>Metanodotto Pontremoli – Cortemaggiore DN 900 (36"):</b>													
T. Carrara	1,6	3,3	163,40	630,0	analisi stat. a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	35	uniforme	0,69	1,57	0,61	0,34	4,5	LC-11E-81110
T. Teglia	38,8	15,2	170,23	1070,0	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	520	uniforme	3,79	0,95	1,93	1,90	4,5	LC-13E-81111
Rio del Pino Gazzola (1° attr.)	3,46	4,8	184	671,1	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	66,1	permanente	3,5	-	0,93	1,75	3,0	LC-7E-81113
Rio del Pino (o della Gazzola) (2° attr.)	3,46	4,8	184	671,1	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	66,1	permanente	2,29	-	0,76	1-1,5	2,5	LC-5E-81117
Rio del Pino (o della Gazzola) (3° attr.)	3,0	4,1	200	671,1	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	58,5	permanente	2,28	-	0,76	1-1,5	2,5	LC-5E81118
T. Gordana	49,8	18,1	220,13	1589,0	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	640	uniforme	3,72	1,53	2,32	1,86	4,5	LC-13E-81121
T. Betigna	17,0	8,7	285,53	1558,0	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	260	permanente	2,05-2,76	0,98-2,13	2,77-3,00	1,02-1,38	3,8	LC-13D-81131
T. Verde	48,8	15,3	278,35	1564,0	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	630	uniforme	3,66	1,51	2,7	1,83	5,0	LC-6D-81133
T. Verdesina	14,3	6,2	417,00	1180,0	Analisi statistica a scala regionale VAPI e PAI F. Magra	220,7	permanente	2,17	-	2,31	1,09	3,5	LC-11D-81220
T. Tarodine	27,0	10,6	470,00	1550,0	Indiretto e VAPI	318	uniforme	2,49	0,97	1,60	1,24	3,5	LC- 9D-81310
F. Taro (1° attr.)	318	38	415	-	diretto	1967	permanente	2,14-5,54	0,38-1,26	1,56-3,17	1,07-2,77	3,8	LC-21D-81323
F. Taro (2° attr.)												6,5	
F. Taro (3° attr.)												212	
T. Gotra	67,9	12,9	425	-	indiretto, similitudine idrologica e VAPI	636	uniforme	2,38	0,89	1,56	1,19	5	LC-7D-81326

(+) in caso di moto permanente si espongono i valori minimi e massimi calcolati nelle diverse sezioni considerate

(\*) valutazione delle portate nelle sezioni di studio "riconducendo" il valore calcolato nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per la sezione di "Arda a Lugagnano", in funzione del rapporto tra le aree dei bacini sottesi, secondo l'espressione di Gherardelli- Marchetti-Mongiardini.

(§) valutazione delle portate nelle sezioni di studio ricavato mediante un calcolo di tipo proporzionale in funzione della superficie del bacino imbrifero in riferimento ai dati pubblicati per la sezioni di Magnano, Vigolo Marchese e Rovereto nell'ambito del "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Direttiva Piena di progetto" prodotto dall'Autorità di Bacino del F. Po

(#) vedi Vol. 1B÷1D

	PROGETTISTA		COMMESSA P66990	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	Regione Toscana - Regione Emilia Romagna		
	PROGETTO	Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore		
		SPC. LA-E-83016		
		Fg. 98 di 267	Rev. 0	

Tab. 2.3/A: Attraversamenti e percorrenze fluviali lungo il tracciato della condotta principale DN 900 (36")

Corso d'acqua	Parametri morfometrici di bacino				Metodologia adottata per lo studio idrologico	Portata defluente Tr 200 anni (m <sup>3</sup> /s)	Condizione moto adottata	Massimo battente idrico (m) (+)	n di Foudre (+)	Approfondimenti localizzati (m) (+)	Arature di fondo (m) (+)	Profondità minima di posa (m)	Elaborato grafico di progetto (n. Dis.) (#)
	Sup. bacino sotteso (km <sup>2</sup> )	Lunghezza asta (km)	Quota sez. chiusura (m s.l.m.)	Quota max. asta (m s.l.m.)									
<b>Metanodotto Pontremoli – Cortemaggiore DN 900 (36"):</b>													
T. Ingegna (attr. e percorrenza)	28	7,6	442	-	Indiretto e VAPI	239	uniforme	0,64-2,18	0,49-1,53	0,88-1,52	0,32-1,27	5,5	LB-3B-81442
	14,9	5,4	487	-		137		0,63-1,24	0,73-2,11	0,97-1,56	0,32-0,62	5,5	LB-3B-81444 LB-3B-81461
T. Toncina (attr. e percorrenza)	29,5	9,4	420	-	Indiretto e VAPI	237	permanente	0,53-1,44	0,99-2,14	0,95-1,65	0,27-0,75	5,0	LB-3B-81463 LB-3B-81465 LB-3B-81467 LB-3B-81469
T. Ceno (1° attr.)	175,5	25	425	-	similitudine idrologica	1302	permanente	2,49-3,80	0,49-1,13	1,66-2,34	1,10-1,90	6	LC-11D-81510
T. Ceno (2° attr.)													LC-11D-81512
T. Ceno (3° attr.)													
T. Arda	66,5	10,1	-	-	(*)	443	uniforme (°)	1,95-2,78	0,9-1,24	1,28-1,89	0,98-1,39	6	LC-9E-81711
T. Arda	97,8	18,8	-	-		503	uniforme "normal depth"	1,09-3,07	0,4-1,1	0,83-1,51	0,58-1,74	6,5	LC-9C-81719
T. Arda						7	LC-3B-81717						
T. Chiavenna	31	13,8	-	-	(§)	290	permanente	1,03-3,03	0,59-2,05	0,89-1,30	0,52-1,52	3,8	LC-9E-81816
T. Chiavenna	73,5	25,4	-	-		385	permanente	2,7-3,72	0,43-0,89	1,21-1,70	1,35-1,86	3,8	LC-11E-81918
<b>Rifacimento derivazione per Bedonia DN 150 (6"):</b>													
F. Taro (1° attr.)	155	29	438	-	diretto	1163	permanente	1,67-2,00	0,54-0,76	1,08-1,32	0,84-1,00	6	LC-25E-82260
F. Taro (2° attr.)	128	25,5	464	-	diretto	949	permanente	3,71-4,31	0,62-1,13	2,10-2,51	1,71-2,16	4	LC-11E-82262
T. Lubiana	21,2	8,5	430	-	indiretto e VAPI	265	uniforme	2,29	0,68	1,18	1,14	5	LC-11E-82261
<b>Rifacimento allacciamento al Comune di Bardi DN 100 (4")</b>													
T. Ceno	175,5	25	425	-	similitudine idrologica	1302	permanente	2,12-3,80	0,49-1,13	1,65-2,34	1,10-1,90	6	LC-7C-82410
<b>Rifacimento allacciamento al Comune di Gropparello DN 150 (6")</b>													
T. Chero (1° attr.)	53	20	150	-	indiretto	263,7	uniforme	1,91	0,85	1,31	0,95	4	LB-21E-82662
T. Chero (2° attr.)	47,2	16	210	-	indiretto	254,0	uniforme	2,36	0,80	1,32	1,18	5,2	LC-15E-82664
T. Chero (3° attr.)							uniforme	2,34	0,60	1,12	1,17	5,2	LC-15E-82665

(+) in caso di moto permanente si espongono i valori minimi e massimi calcolati nelle diverse sezioni considerate

(\*) valutazione delle portate nelle sezioni di studio "riconducendo" il valore calcolato nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per la sezione di "Arda a Lugagnano", in funzione del rapporto tra le aree dei bacini sottesi, secondo l'espressione di Gherardelli- Marchetti-Mongiardini.

(°) studio condotto considerando 5 sezioni trasversali che coprono circa 1 km di asta, le condizioni al contorno imposte alle estremità del tratto oggetto di studio, sono costituite da un flusso in moto uniforme "normal depth" a monte (RS50) e "critical depth" a valle (RS10) per la presenza di una briglia.

(§) valutazione delle portate nelle sezioni di studio ricavato mediante un calcolo di tipo proporzionale in funzione della superficie del bacino imbrifero in riferimento ai dati pubblicati per la sezioni di Magnano, Vigolo Marchese e Rovereto nell'ambito del "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Direttiva Piena di progetto" prodotto dall'Autorità di Bacino del F. Po

(#) vedi Vol. 1B÷1D

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 99 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.4 Misure e modalità di difesa dei cantieri da eventi alluvionali improvvisi (punto 10)

*"Precisare le eventuali azioni per la protezione del cantiere in una fase di emergenza a causa di piene improvvise"*

La messa in opera della condotta in corrispondenza delle sezioni di attraversamento e delle percorrenze in alveo dei corsi d'acqua maggiori è programmata in base al regime idraulico dello stesso corso d'acqua, confinando le attività di cantiere in intervalli definiti, in modo da evitare il sovrapporsi al periodo di piena caratteristico del corso d'acqua.

Le modalità operative e la sequenza delle fasi di scavo sono definiti, entro limiti di sicurezza, in base all'esperienza maturata per analogia in una vasta casistica di cantiere, valutando le caratteristiche specifiche di ogni singolo corso d'acqua, quali:

- la portata ordinaria di deflusso da smaltire durante l'esecuzione dei lavori; per la determinazione dell'ampiezza e dell'ubicazione dei corridoi di deflusso;
- il battente idrico per l'individuazione delle aree di deposito del terreno e delle metodologie di scavo;
- il trasporto solido del corso d'acqua per valutare l'entità dell'eventuale rinterro degli scavi prima della posa;
- la valutazione dei rischi connessi a un eventuale portata di piena nel periodo dei lavori di movimento terra;
- la disponibilità di adeguate aree di deposito provvisorio del terreno di scavo;
- le caratteristiche geotecniche dei terreni per le verifiche sulla loro stabilità;
- le caratteristiche litologiche per la definizione dei mezzi da utilizzare e della geometria delle sezioni di scavo;
- i tempi di esecuzione dello scavo per la definizione delle sequenze cronologiche.

Le attività in alveo sono, comunque, condotte attraverso l'adozione delle seguenti principali misure atte a fronteggiare gli effetti di eventuali piene improvvise:

- accantonamento del materiale di risulta in cumuli longitudinali all'andamento del flusso di scorrimento in modo da evitare effetti di sbarramento con conseguenti tracimazioni al di fuori dell'ambito golenale;
- realizzazione delle attività di cantiere per "fasi chiuse" (scavo della trincea, posa della condotta e rinterro) procedendo per tratti successivi di linea di lunghezza limitata (generalmente corrispondenti alla metà della larghezza del corso d'acqua, nel caso di attraversamenti dell'alveo, ovvero per tratti inferiori a 300 m, nel caso di percorrenze)

L'impresa appaltatrice dei lavori ha comunque l'obbligo di presentare, prima dell'inizio dei lavori, di un piano di sicurezza in cui illustri, in un capitolo specificatamente dedicato agli attraversamenti/percorrenze fluviali, le misure che intende adottare per l'esecuzione delle attività in alveo rendendo esplicita l'acquisizione, se disponibili, dei dati di sistemi di monitoraggio del corso d'acqua a monte delle sezioni di lavoro e le modalità di consultazione/divulgazione degli stessi dati durante la realizzazione dell'opera.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 100 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.5 Interferenza delle condotte con le falde idriche durante l'esercizio dell'opera (punto 11)

*"Approfondire l'interferenza sulla falda di subalveo, in fase di esercizio, della condotta e vengano specificate le scelte progettuali migliori per limitare il fenomeno ed i possibili effetti per le parti di alveo fino alle rive attuali, specialmente se in fase di erosione"*

Gli acquiferi alluvionali attraversati dal metanodotto in progetto, anche in ragione della prevalente appartenenza ad ambienti montani, sono sostanzialmente continui e sufficientemente omogenei da non dar luogo a compartimentazione in falde confinate o semiconfinate. Ospitano pertanto un'unica falda freatica.

In tali condizioni strutture lineari come i metanodotti non hanno un impatto rilevante sul deflusso sotterraneo in falda. Le dimensioni limitate delle tubazioni rispetto agli spessori medi dei terreni saturi, pressoché sempre di un ordine di grandezza superiori, determinano, anche nel caso che il tracciato sia trasversale alla direzione di deflusso sotterraneo e produca potenzialmente un effetto – barriera (come si verifica in corrispondenza degli attraversamenti fluviali), una modificazione del deflusso riassorbita in pochi metri o decine di metri. Ciò è in accordo con l'esperienza delle numerose condotte in esercizio in varie parti d'Italia.

Una valutazione quantitativa delle modificazioni indotte da un'opera sotterranea sul campo di moto di un acquifero è contenuta nello studio di modellazione ambientale eseguito per il progetto preliminare di una galleria sotterranea di collegamento tra l'aeroporto "Marco Polo" e la città di Venezia (Antonelli et al., 2009). Le perturbazioni indotte sul campo piezometrico dalla presenza del tunnel (del diametro interno di 6,7 m, ampiamente superiore a quello del metanodotto) all'interno di un acquifero sabbioso, sono state stimate pari a un incremento del carico idraulico di 0,15 m a monte dell'opera (un uguale decremento è stato stimato a valle). Il risultato dello studio, anche se non estrapolabile in altre condizioni idrogeologiche, conferma che l'effetto barriera delle opere lineari può essere molto modesto.

Nelle tratte in cui la direzione di deflusso della falda freatica è circa parallela all'orientazione del tracciato, ossia nei tratti di percorrenza fluviale, i rischi di modificazione del campo di moto della falda sono trascurabili, anche nell'ipotesi in cui la trincea di scavo rappresenti eventualmente una direzione preferenziale di deflusso. In tali tratte l'esecuzione nella fase di cantiere del rinterro con lo stesso materiale proveniente dallo scavo è un intervento sufficiente e adeguato per preservare la continuità della falda. Eseguito correttamente il rinterro, si può considerare che in fase di esercizio vengano del tutto ristabilite le condizioni originarie di deflusso.

Nelle tratte in cui la direzione di deflusso è invece all'incirca perpendicolare all'orientazione del tracciato, vi è un modesto rischio che la trincea di scavo possa modificare il campo di moto della falda freatica, rappresentando una via di deflusso preferenziale, o che la presenza della tubazione possa rappresentare un parziale impedimento al deflusso. In quest'ultimo caso, come abbiamo già detto, strutture lineari come i metanodotti non hanno un impatto rilevante sul deflusso sotterraneo in falda. In ogni caso, in fase di cantiere, il rinterro sarà eseguito con materiali di caratteristiche granulometriche adeguate a preservare la continuità della falda freatica,

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 101 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

ricostruendone il profilo ante scavo per ridurre al minimo le variazioni delle condizioni idrogeologiche locali. La modificazione dei deflussi rispetto alle condizioni originarie in fase di esercizio è anche in questo caso minima, verosimilmente di pochi centimetri o decimetri, e viene riassorbita entro pochi metri a valle della condotta.

## 2.6 Attraversamenti dei corsi d'acqua e modalità di ripristino degli ambiti fluviali (punto 12)

*"Dettagliare la scelta degli attraversamenti in alveo secondo la linea di minore percorso ovvero vengano valutate ipotesi di direttrici diverse, ai fini del minore impatto con la vegetazione ripariale; vengano inoltre approfondite le analisi della vegetazione ripariale presente e sulle modalità di ripristino dell'ambito fluviale nei tratti in cui il tracciato corre lungo gli alvei dei corsi d'acqua"*

Nel caso in oggetto, l'andamento della tubazione principale DN 900 (36") in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali è definito principalmente in base ai seguenti criteri:

- caratteristiche geomorfologiche in corrispondenza delle sponde (presenza di fenomeni di instabilità, scarpate in erosione, ecc );
- geometria della tubazione, derivata dalla determinazione della profondità di posa della stessa (vedi par. 2.3);
- presenza di vegetazione arborea e arbustiva e di aree di pregio naturalistico;
- disponibilità di aree adeguate per l'installazione dei cantieri dedicati alla realizzazione dell'attraversamento;
- presenza di opere di regimazione idraulica a presidio della stabilità dell'alveo, delle sponde e di infrastrutture viarie;

In sintesi al tracciato di progetto, così come rappresentato nella planimetria di riferimento, si è giunti attraverso una serie di scelte dovute a fattori di varia natura (ambientali, tecnico-operativi) che, di volta in volta, hanno portato ad individuare soluzioni anche diverse ma che, nell'insieme, rappresentano il compromesso in grado di conciliare tutti gli aspetti coinvolti nella realizzazione dell'opera.

Per quanto attiene la problematica di limitare l'interferenza con la vegetazione ripariale presente negli ambiti fluviali si sottolinea che l'andamento della nuova condotta è stato definito, per quanto possibile, tenendo in dovuta considerazione l'esigenza di limitare detta interferenza.

Più in dettaglio il tracciato della nuova condotta viene a intersecare il corso dei seguenti principali corsi d'acqua:

- fiume Taro, tre attraversamenti;
- torrente Toncina, due attraversamenti;
- torrente Ceno, tre attraversamenti;
- torrente Arda, tre attraversamenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 102 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per gli attraversamenti del F. Taro si rimanda al successivo paragrafo (vedi par. 2.7) specificatamente dedicato alle intersezioni tra la nuova condotta e l'alveo del corso d'acqua.

Gli attraversamenti del T. Toncina si ubicano al termine della lunga percorrenza dell'ambito golenale del corso d'acqua in prossimità della confluenza nel T. Ceno, nel territorio comunale di Bardi.

Il primo attraversamento è posto in parallelismo alla tubazione DN 750 (30") in dismissione e conseguentemente ne segue l'andamento; il progetto prevede la collocazione del cantiere dedicato alla realizzazione dell'attraversamento lungo la sponda occidentale del corso d'acqua in prossimità della sede della strada comunale Valtoncina – Lezzara e in corrispondenza di una strada sterrata che da accesso all'alveo del torrente.

Un eventuale attraversamento ortogonale al corso del torrente presenta un maggiore tratto di interferenza con la vegetazione ripariale e soprattutto appare non giustificato considerando la rimozione della tubazione esistente che andrà inevitabilmente a insistere sull'ambito golenale interessato dalla posa della nuova condotta (vedi fig. 2.6/A).

Il secondo attraversamento del T. Toncina si colloca in corrispondenza dell'inizio del secondo tratto di percorrenza dell'alveo del corso d'acqua; la condotta divergendo dalla tubazione esistente si sviluppa con tratto rettilineo lungo l'alveo del torrente con una copertura minima di circa 5,5 m (vedi par. 2.3). Un eventuale attraversamento ortogonale al corso del torrente porterebbe la condotta in prossimità della tubazione esistente e della sede della SP di Compiano (vedi foto 2.6/B). Nella pratica impossibilità di mantenere la copertura nel tratto in parallelismo alla tubazione in dismissione, detta ipotetica soluzione comporterebbe la realizzazione di una scogliera a presidio della sicurezza della nuova condotta verso l'alveo di magra del torrente con un conseguente aumento dell'impatto dell'opera e non limitatamente alla vegetazione ripariale.

I tre successivi attraversamenti del T. Ceno ricadono in un tratto ove il tracciato della nuova condotta, non più in parallelismo alla tubazione in dismissione, risale il fondovalle del torrente dalla confluenza del T. Toncina al conoide del Rio Bergamino. Gli attraversamenti dell'alveo sono imposti dalla locale configurazione morfologica della valle che contrappone superfici suborizzontali costituite da conoidi di deizione e depositi alluvionali variamente terrazzati, ove si registra un attività di deposito in atto, a versanti più acclivi, ove il substrato litoide è subaffiorante e il flusso idrico esercita un'azione erosiva al piede. La nuova condotta risale il fondovalle percorrendone i bassi terrazzi alluvionali e attraversando conseguentemente l'alveo in corrispondenza delle inversioni morfologiche che si susseguono nel tratto.

In questo generale contesto morfologico, il tracciato presenta un andamento rettilineo ed eventuali diversioni per affrontare gli attraversamenti ortogonalmente al corso d'acqua porterebbero, se non a un sensibile aumento della percorrenza nei tratti caratterizzati da vegetazione ripariale, a una sostanziale identità della lunghezza di tali segmenti (vedi fig. 2.6C e 2.6/D).



eventuali intersezioni ortogonali al corso del torrente porterebbero che si sviluppano lungo le sponde.

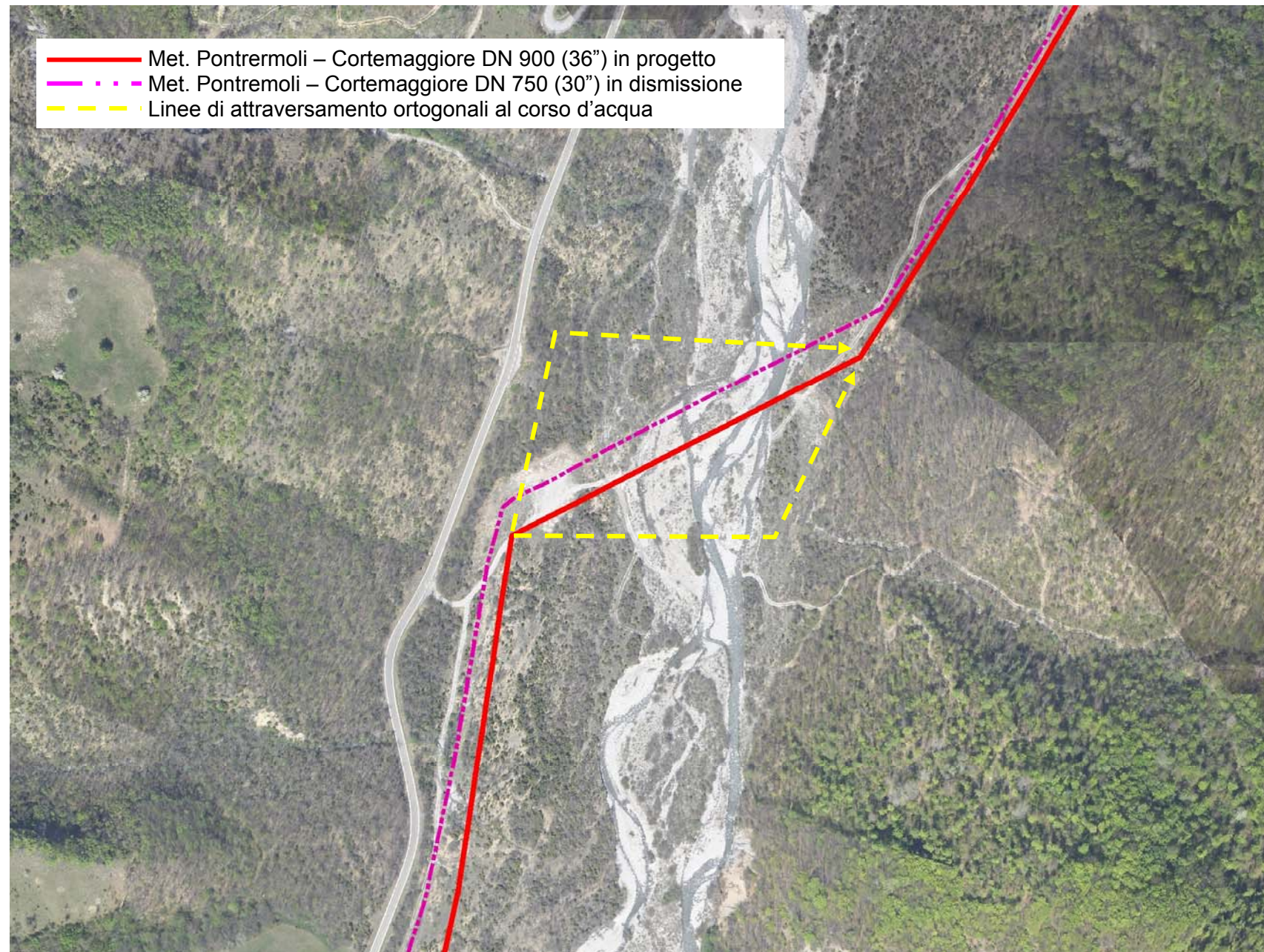
 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 103 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per quanto attiene il primo attraversamento del T. Arda, ubicato a monte del lago di Mignano, il progetto prevede l'installazione del cantiere dedicato alla realizzazione dell'attraversamento in corrispondenza di una superficie utilizzata per il trattamento di inerti lungo la sponda occidentale del corso d'acqua, in prossimità della sede della SP n. 21 (vedi fig. 2.6/ E). Qualsiasi eventuale soluzione che preveda un attraversamento ortogonale al corso del torrente comporterebbe, con lo spostamento dell'area di cantiere, un'interferenza sensibilmente maggiore sulla vegetazione ripariale ai lati dell'alveo.

In corrispondenza del secondo attraversamento del T. Arda, il tracciato della nuova condotta, dall'imbocco settentrionale della galleria di Mignano posto in sinistra orografica per evitare un contrafforte roccioso lungo la stessa sponda, attraversa il torrente, intersecandone l'alveo ortogonalmente per guadagnare i terrazzi alluvionali sull'opposta riva, soddisfacendo pienamente quanto richiesto (vedi fig. 2.6/F).



L'andamento del terzo attraversamento del T. Arda rappresenta l'unico possibile varco per il passaggio della nuova condotta; il tratto di valle in oggetto è, infatti, caratterizzato dalla presenza di un importante insediamento industriale, lungo la sponda destra, e da un vasto dissesto in atto che interessa larga parte dell'opposto versante (vedi fig. 2.6/G).

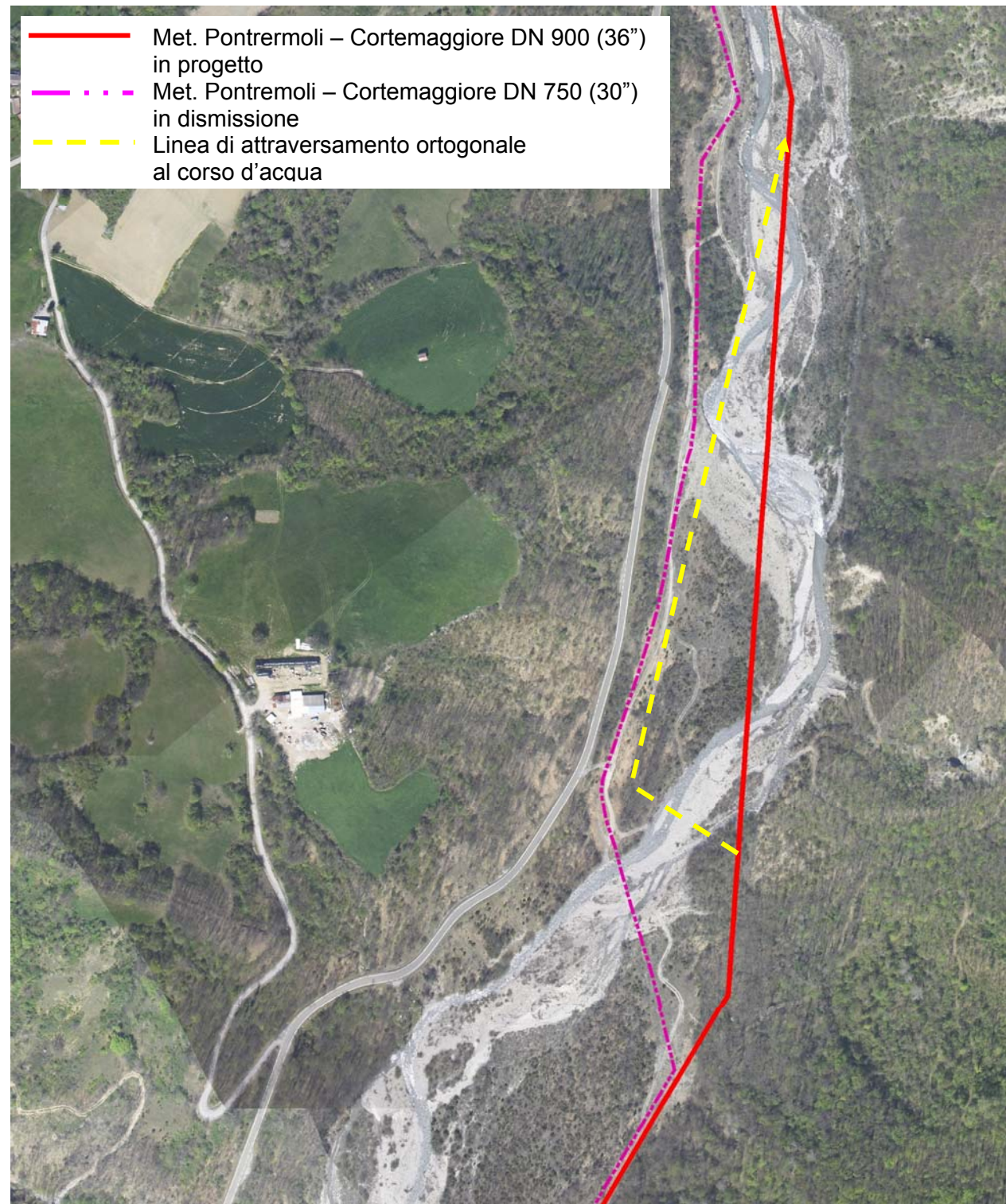
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 104 di 267	<b>Rev.</b> 0






**Fig. 2.6/A:** Immagine aerea del primo attraversamento del T. Toncina

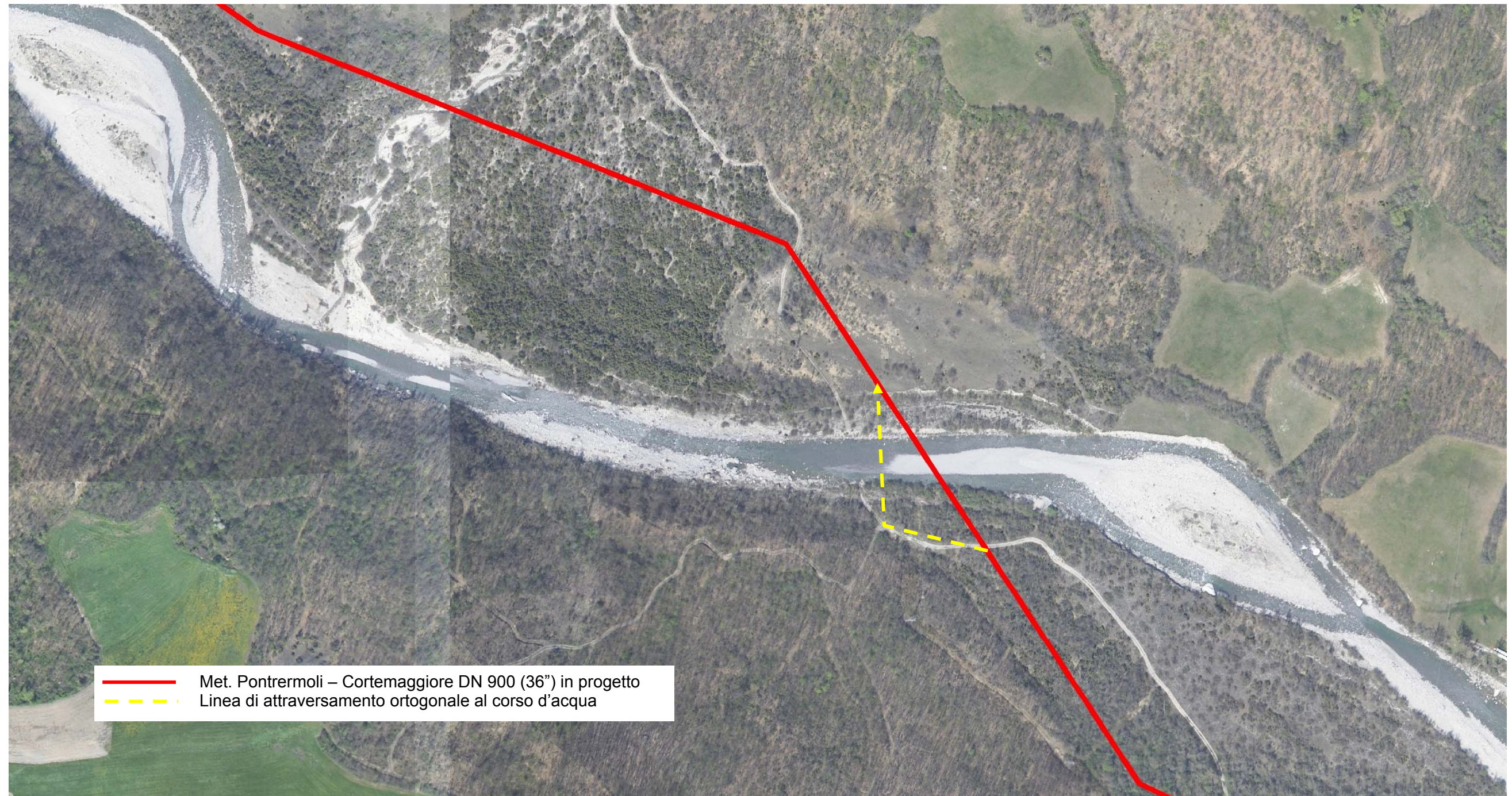


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 105 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>





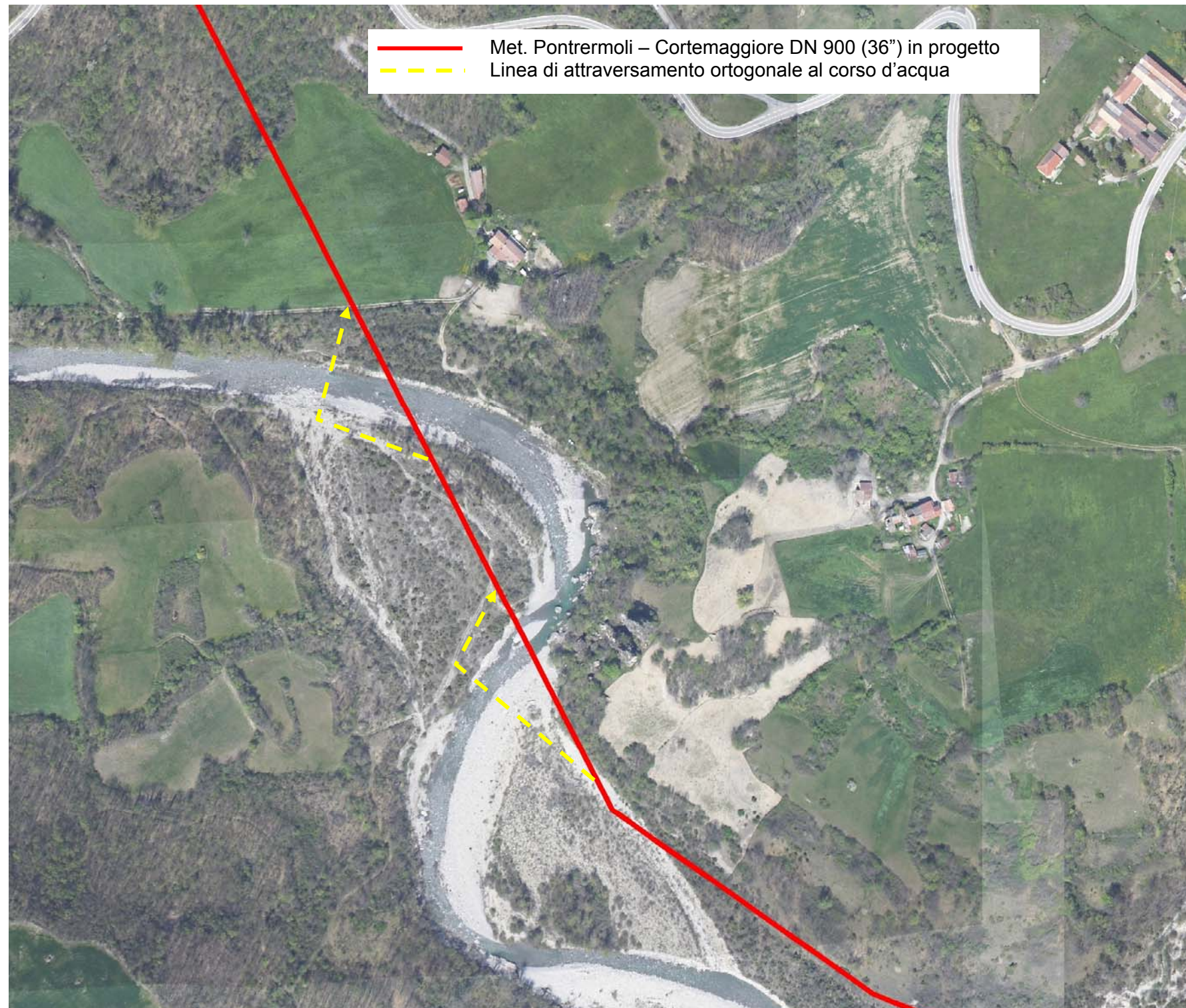
**Fig. 2.6/B: Immagine aerea del secondo attraversamento del T. Toncina**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 106 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>





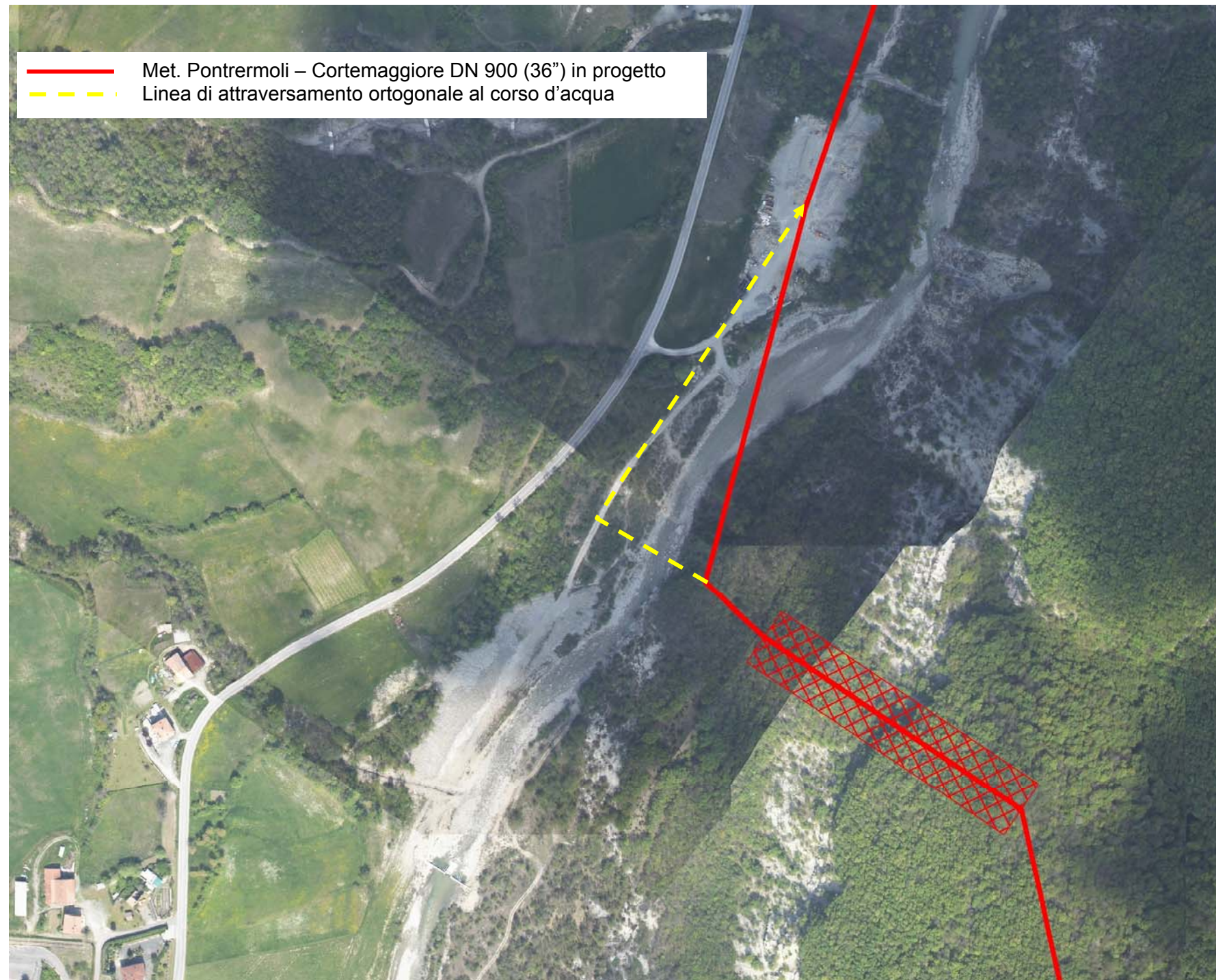
**Fig. 2.6/C: Immagine aerea del primo attraversamento del T. Ceno**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 107 di 267	<b>Rev.</b> 0






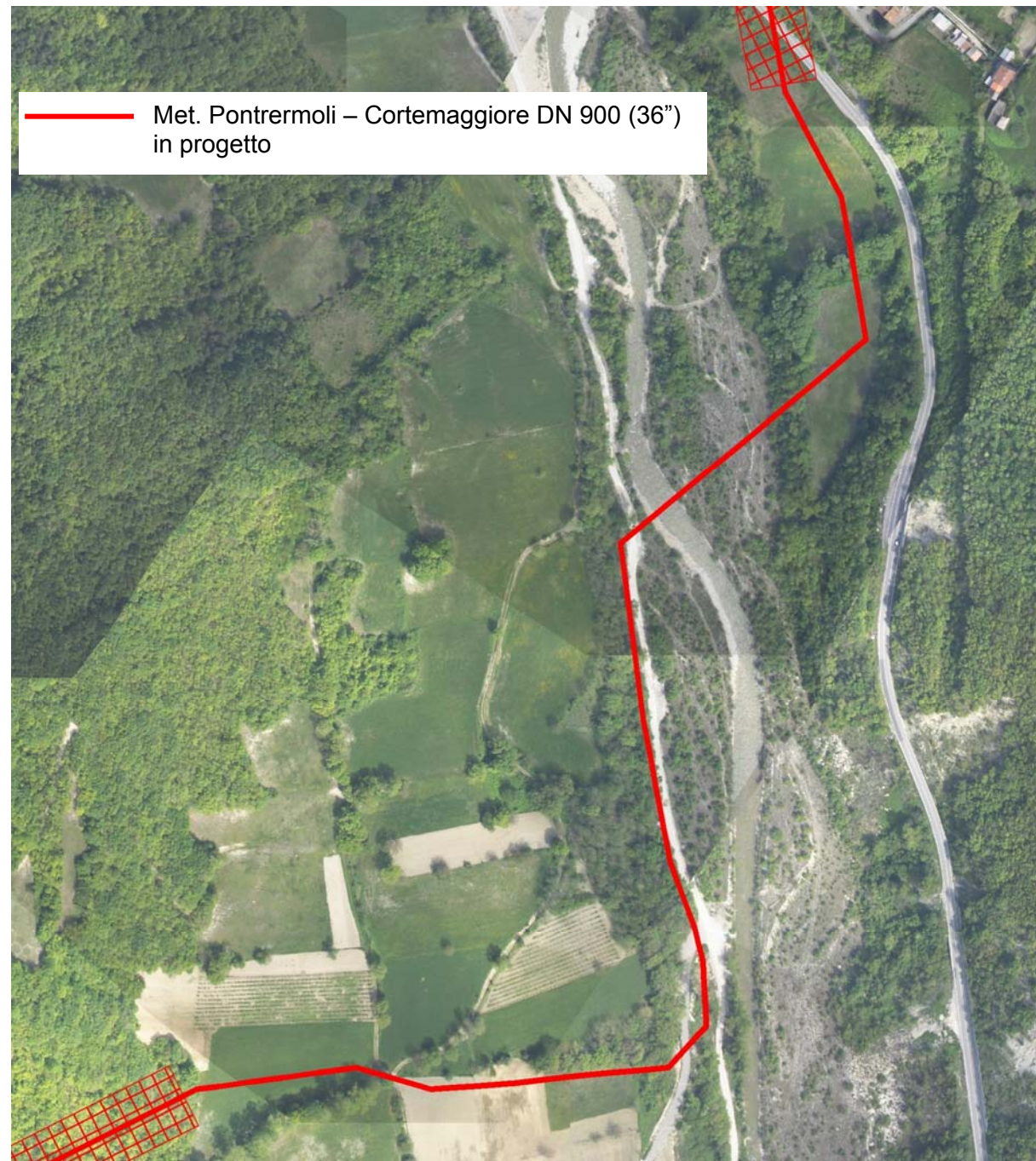
**Fig. 2.6/D:** Immagine aerea del secondo e del terzo attraversamento del T. Ceno

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 108 di 267	<b>Rev.</b> 0






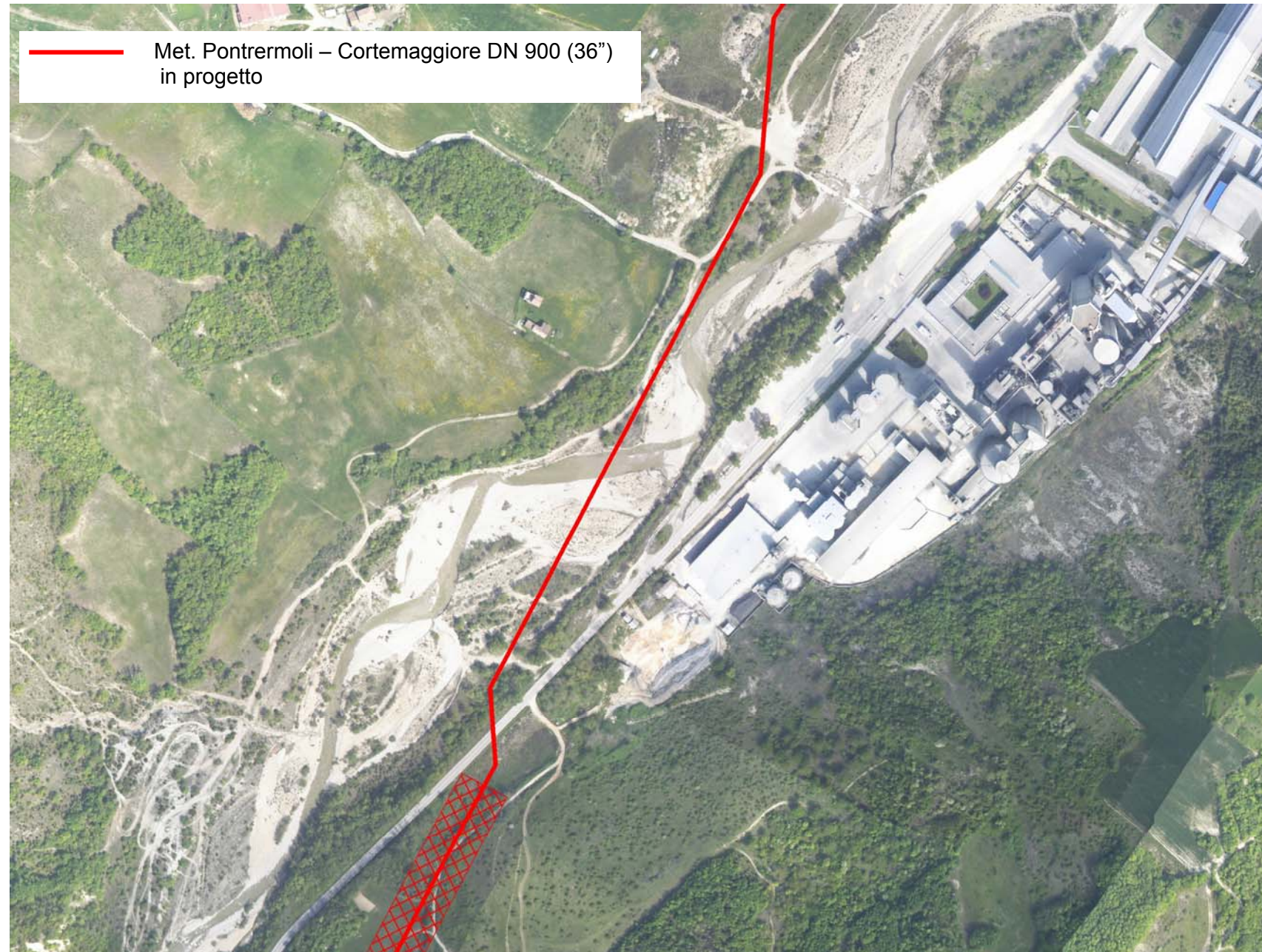
**Fig. 2.6/E: Immagine aerea del primo attraversamento del T. Arda**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 109 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.6/F: Immagine aerea del secondo attraversamento del T. Arda**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 110 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.6/G:** Immagine aerea del terzo attraversamento del T. Arda

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 111 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 2.6.1 Rilevamento della vegetazione golenale presente in corrispondenza degli attraversamenti

I tracciati delle nuove condotte in progetto e delle esistenti in dismissione attraversano o si sviluppano in prossimità di numerosi corsi d'acqua. Alcuni di essi sono caratterizzati da sistemi ecologici fluviali complessi ed articolati in diverse cenosi, altri sono ridotti o semplificati, altri infine, pur risultando come corsi d'acqua nella cartografia, sono privi della tipica vegetazione fluviale o golenale. Nei primi due casi si è effettuato un rilevamento diretto con raccolta di materiale iconografico, descrizione dello stato di fatto ed indicazioni per il ripristino. Nel terzo caso invece è stato effettuato un controllo speditivo senza raccolta di informazioni di dettaglio.

Per ogni punto rilevato è stata predisposta una scheda con le informazioni suddette (vedi Vol. 1A, Annesso A - SPC BG-E-94706).

I tracciati delle nuove condotte in progetto e delle tubazioni esistenti in dismissione intersecano i greti dei seguenti corsi d'acqua principali:

- Alcuni affluenti del fiume Magra
- Torrenti Verdesina e Verde
- Torrente Tarodine
- Fiume Taro
- Torrente Ingegna
- Torrente Toncina
- Torrente Ceno
- Torrente Arda
- Torrente Chero
- Torrente Chiavenna

Le condotte interessano tratti fluviali di diversa lunghezza e in contesti bioclimatici differenti che vanno da aspetti tipicamente montani, a quelli collinari fino a sistemi tipicamente pianiziali. Si possono sinteticamente distinguere 4 tipologie di sistemi di vegetazione fluviale che si ripetono in diversi assi fluviali e si sostituiscono man mano che cambia il contesto territoriale:

- Sistema montano, piuttosto limitato che trova la sua migliore espressione nella porzione superiore del Torrente Toncina: esso è caratterizzato dalla presenza del raro ontano bianco. Vi è un particolare sottotipo molto ricco in ontano nero (Torrente Verdesina)
- Sistema montano-collinare xerico: caratterizzato da vasti saliceti arbustivi e da terrazzamenti in cui si sviluppano degli ampi ginepreti con lembi di praterie più asciutte. Gli esempi più significativi si trovano lungo i Torrenti Ingegna, Toncina e Ceno
- Sistema collinare tipico con saliceti arbustivi e pioppeti con pioppo nero e pioppo bianco molto sporadico. In condizioni più fresche si sviluppano anche dei lembi ad ontano nero.
- Sistema pianiziale con boschi misti di pioppo nero e salice bianco, di cui esistono solo poche testimonianze puntiformi.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 112 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Gli ultimi due sistemi sono interessati spesso da una significativa partecipazione di *Robinia pseudoacacia* che in alcuni casi diventa nettamente dominante.

Va evidenziato che il tracciato in dismissione non presenta mai una vegetazione arborea golenale ben strutturata, mentre in alcune aree i saliceti arbustivi sono stati ricostruiti in modo soddisfacente. Un aspetto critico è dato dall'enorme sviluppo della robinia nelle fasi post-operam che spesso blocca del tutto la ricostituzione della flora nemorale ed arbustiva spontanea.

## 2.6.2 Indicazioni generali per i ripristini

La scheda dedicata a ogni attraversamento fluviale con vegetazione di greto o golenale, illustra gli indirizzi di ripristino che saranno sviluppati in sede di redazione del progetto di ripristo vegetazionale,

Nelle indicazioni generali, anche nell'ottica della vigente Direttiva 2000/60, del DLgs 152/2006 e successive integrazioni, viene data dapprima l'importanza alla componente naturalistico-biologica tipica e potenziale con la ricostituzione di ambienti adatti alla fauna ittica, ai macroinvertebrati e alle tipologie vegetazionali tipiche. Ciò non toglie che laddove vi siano tratti in cui insistano problemi di sicurezza idraulica si proceda con le classiche metodologie di riqualificazione fluviale di messa in protezione. Sulla base di queste considerazioni, si possono delineare alcune linee generali che valgono per tutti gli attraversamenti interessati:

- particolare attenzione sarà posta alla ricomposizione geomorfologica delle aree interessate dagli interventi, recuperando, per quanto possibile, la morfologia di partenza del greto con la ricostituzione di salti, pozze, raschi e barre siano esse longitudinali o trasversali; utilizzando il materiale accantonato;
- laddove si renda necessaria, per motivi di sicurezza, la stabilizzazione delle scarpate spondali o di tratti di versante in prossimità degli alvei si realizzeranno interventi applicando tecniche di ingegneria naturalistica e facendo uso di materiale vivo;
- sarà, per quanto possibile, evitata l'artificializzazione delle sponde o del letto fluviale con la realizzazione di massicciate e gradonate, privilegiando, ove non vi siano motivi di sicurezza, interventi di ricomposizione delle sponde fluviali tramite l'utilizzo di materiale vivo, in particolare salici arbustivi fra cui *Salix purpurea* e *Salix eleagnos*;
- i ripristini saranno volti a ricostruire, o spesso a migliorare la vegetazione arbustiva ed arborea della sezione di attraversamento con apposite piantumazioni di specie spontanee ecologicamente idonee;
- ove è presente *Robinia pseudoacacia*, si prevede la piantumazione di altre specie utilizzando individui di maggiori dimensioni e sestri di impianto adeguati per evitare la dominanza di questa specie molto eliofila ed aggressiva.
- ove sono presenti lembi dei rari prati di greto sarà opportuno provvedere alla loro ricostruzione anche attraverso semina di fiorume raccolto in loco.

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua del tracciato del metanodotto DN 900 (36") in progetto, dell'esistente tubazione DN 750 (30") in dismissione e delle linee secondarie (derivazioni e allacciamenti) in progetto e in dismissione sono riassunti nella seguente tabella (vedi tab. 2.6/A).



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 113 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La descrizione in dettaglio delle caratteristiche vegetazionali e delle ipotesi di ripristino degli ambiti fluviali di ogni punto sono raccolte nel citato annesso (vedi Vol. 1A, Annesso A - SPC BG-E-94706 "Schede vegetazionali in corrispondenza degli attraversamenti fluviali").

**Tab. 2.6/A: Corsi d'acqua e vegetazione ripariale**

n. scheda	Corso d'acqua	Vegetazione
<b>Met. Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36")</b>		
1	Torrente Carrara	Vedi scheda
2	Fosso senza nome	Vedi scheda
3	Torrente Teglia	Vedi scheda
4	Rio del Pino	Vedi scheda
5	Rio della Gazzola	Vegetazione fluviale assente, robinia
6	Rio della Gazzola	Vegetazione fluviale assente, robinia
7	Canale della Negrola	Vegetazione fluviale assente
8	Fosso d'Orsola	Vegetazione fluviale assente
9	Torrente Gordana	Vedi scheda
10	Fosso senza nome	Robinieto
11	Fosso senza nome	Robinieto
12	Fosso della Borghessa	Robinieto
13	Fosso della Michela	Robinieto
14	Fosso della Piana	Vedi scheda
15	Fosso dell'Ardoglia	Robinieto
16	Torrente Betigna	Vedi scheda
17	Torrente Verde	Vedi scheda
18	Fosso Buttomote	Bosco di cerro
19	Fosso della Selva	qualche salici e pioppo, robinieto
20	Fosso del Dardagneto	Bosco di cerro
21	Torrente Verdesina	Vedi scheda
22	Torrente Arzola	Vedi scheda
23	Torrente Tarodine	Vedi scheda
24	Rio delle Piane	Bordo strada asfaltata
25	Canale Ricco	Assenza di vegetazione fluviale, bosco di querce
26	Rio del Farneto	Assenza di vegetazione fluviale
27	Rio del Lupo	Assenza di vegetazione fluviale, bosco di querce
28	Fiume Taro	Vedi scheda
29	Fiume Taro	Vedi scheda
30	Torrente Gotra	Vedi scheda
31	Fiume Taro	Vedi scheda
32	Rio della Borella	Assenza di vegetazione fluviale

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 114 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.6/A: Corsi d'acqua e vegetazione ripariale (seguito)**

n. Vedi scheda	Corso d'acqua	Vegetazione
<b>Met. Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36")</b>		
33	Torrente Rizzone	Vedi scheda
34	Torrente Ingegna	Vedi scheda
35	Torrente Ingegna (percorrenza)	Vedi scheda
36	Torrente Ingegna (percorrenza)	Vedi scheda
37	Rio Scannabecco	Vedi scheda
38	Rio della Penda	Non previsto
39	Torrente Toncina (percorrenza)	Vedi scheda
40	Rio dello Sgaratosso	Vedi scheda
41	Torrente Toncina	Vedi scheda
42	Torrente Toncina (percorrenza)	Vedi scheda
43	Rio dei Belli	Assenza di vegetazione fluviale
44	Rio Grande	Assenza di vegetazione fluviale
45	Torrente Ceno (percorrenza)	Vedi scheda
46	Torrente Vischeto	Vedi scheda
47	Torrente Ceno	Vedi scheda
48	Torrente Ceno	Vedi scheda
49	Rio Bergamino (percorrenza)	Qualche pioppo, salice e robinia
50	Torrente Arda	Vedi scheda
51	Rio Caselle	Assenza di vegetazione fluviale
52	Torrente Arda	Vedi scheda
53	Torrente Arda (percorrenza)	Vedi scheda
54	Rio della Fornace	Vegetazione arbustiva, tra aree coltivate
55	Rio Martellazzo	Assenza di vegetazione arboreo-arbustivo fra aree coltivate
56	Rio del Busone	Assenza di vegetazione fluviale fra aree coltivate
57	Rio Guzzo	Assenza di vegetazione fluviale fra aree coltivate
58	Torrente Chiavenna	Vedi scheda
59	Rio del Marone	Vegetazione arbustiva, tra aree coltivate
60	Rio Pusterla	Vedi scheda
61	Rio dei Lupini	Assenza di vegetazione fluviale
62	Rio Rimore	Vedi scheda
63	Torrente Chiavenna	Vedi scheda
64	Canale S. Protaso	Robinieto con qualche salice e pioppo in mezzo a coltivi
65	Rio Mezzano	Robinieto con qualche salice e pioppo in mezzo a coltivi

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 115 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.6/A: Corsi d'acqua e vegetazione ripariale (seguito)**

n. Vedi scheda	Corso d'acqua	Vegetazione
<b>Met. Pontremoli - Cortemaggiore DN 750 (30") in dismissione</b>		
1/A	Torrente Carrara	Vedi scheda
2/A	Fosso senza nome	Vedi scheda
3/A	Torrente Teglia	Vedi scheda
4/A	Rio del Pino	Vedi scheda
5/A	Rio del Pino	Vegetazione fluviale assente, robinia
6/A	Rio della Gazzola	Vegetazione fluviale assente, robinia
7/A	Canale della Negrola	Vegetazione fluviale assente
8/A	Fosso d'Orsola	Vegetazione fluviale assente
9/A	Torrente Gordana	Vedi scheda
10/A	Fosso del Gatto	Robinieta
11/A	Fosso senza nome	Robinieta
12/A	Fosso della Borghesa	Robinieta
13/A	Fosso della Michela	Robinieta
14/A	Fosso della Piana	Vedi scheda
15/A	Fosso dell'Ardoglia	Robinieta
16/A	Torrente Verde	Vedi scheda
17/A	Fosso della Pelliccia	Bosco misto con robinia
18/A	Fosso Bruttomoro	Bosco misto senza vegetazione fluviale
19/A	Fosso della Selva	Bosco misto con robinia
20/A	Fosso del Dardagneto	Bosco di cerro
21/A	Torrente Verdesina	Vedi scheda
22/A	Fosso della Bodiga	Vedi scheda
23/A	Torrente Tarodine	Vedi scheda
24/A	Rio delle Piane	Bordo strada asfaltata
25/A	Canale Riccò	Assenza di vegetazione fluviale, bosco di querce
26/A	Rio di Farneto	Assenza di vegetazione fluviale
27/A	Rio del Lupo	Assenza di vegetazione fluviale, bosco di querce
28/A	Rio Uccellecchia	Vedi scheda
29/A	Torrente Gotra	Vedi scheda
30/A	Torrente Taro	Vedi scheda
31/A	Torrente Ingegna	Vedi scheda
32/A	Rio Roffasa	Greto con vegetazione di querceto misto
33/A	Rio della Colla	Bosco non fluviale
34/A	Rio del Roncazzo	Vedi scheda
35/A	<i>Rio di Sbalzone</i>	Cantiere in atto per sostituzione tubo

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 116 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.6/A: Corsi d'acqua e vegetazione ripariale (seguito)**

n. Vedi scheda	Corso d'acqua	Vegetazione
<b>Met. Pontremoli - Cortemaggiore DN 750 (30") in dismissione</b>		
36/A	Rio della Valle	Cantiere in atto per sostituzione tubo
37/A	Rio di Caprile	Assenza di vegetazione fluviale
38/A	Fosso senza nome	Assenza di vegetazione fluviale
39/A	Rio della Casazza	Assenza di vegetazione fluviale
40/A	Rio dello Sgaratosso	Vedi scheda
41/A	Torrente Toncina	Vedi scheda
42/A	Rio Grande	Greto con alcuni salici
43/A	Torrente Ceno	Vedi scheda
44/A	Rio Vischetto	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
45/A	Rio di Costabella	Assenza di vegetazione fluviale, pista metanodotto
46/A	Rio di Competti	Assenza di vegetazione fluviale, quale pioppo nero
47/A	Rio del Cagnetto	Assenza di vegetazione fluviale, quale pioppo nero
48/A	Rio della Rocchetta	Assenza di vegetazione fluviale, quale pioppo nero
49/A	Rio Corsenna di Gazzo	Assenza di vegetazione fluviale, quale pioppo nero
50/A	Rio della Ca di Con	Assenza di vegetazione fluviale, quale pioppo nero
51/A	Rio della Lubbia	Vedi scheda
52/A	Rio degli Orsoloni	Assenza di vegetazione fluviale in area agricola
53/A	Rio delle Castagne Buse e Rio Cadillacqua	Vedi scheda
54/A	Rio Freddo	Vedi scheda
55/A	Rio Rugarlo	Vedi scheda
56/A	Rio del Ribello	Assenza di vegetazione fluviale, quale pioppo nero
57/A	Rio dei Bestucchi	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
58/A	Rio delle Vigne	Assenza di vegetazione fluviale
59/A	Torrente Chero (percorrenza)	Vedi scheda
60/A	Rio del Bosco Comune	Assenza di vegetazione fluviale
61/A	Rio dei Lubbioni	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
62/A	Torrente Chero	Vedi scheda
63/A	Torrente Chero	Vedi scheda
64/A	Rio della Chiesa	Vedi scheda
65/A	Torrente Chero	Vedi scheda

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 117 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.6/A: Corsi d'acqua e vegetazione ripariale (seguito)**

n. Vedi scheda	Corso d'acqua	Vegetazione
<b>Met. Pontremoli - Cortemaggiore DN 750 (30") in dismissione</b>		
66/A	Torrente Chiavenna	Vedi scheda
67/A	Canale S.Protasio	Robinetto con qualche salice e pioppo in mezzo a coltivi
68/A	Rio Mezzano	Robinetto con qualche salice e pioppo in mezzo a coltivi
<b>Rifacimento All. Autotrazione Parma Gas di Albareto DN 100 (4") in progetto</b>		
D1	Rio Uccellecchia	Vedi scheda
<b>Rifacimento Allacciamento al Comune di Gropparello DN 100 (4") in progetto</b>		
D2	Torrente Chero	Vedi scheda
D3	Rio della Chiesa	Vedi scheda
D4	Torrente Chero	Vedi scheda
D5	Torrente Chero	Vedi scheda
<b>Rifacimento Allacciamento al Comune di Bardi DN 100 (4") in progetto</b>		
D6	Torrente Ceno	Vedi scheda
<b>Rifacimento derivazione per Bedonia DN 150 (6") in progetto</b>		
D7	Fiume Taro	Vedi scheda
D8	Torrente Lubiana	Vedi scheda
D9	Canale del Molino	Assenza vegetazione fluviale in aree agricole
D10	Rio dei Boschi	Assenza di vegetazione fluviale, boschi misti
D11	Rio del Ronco	Assenza vegetazione fluviale in aree agricole
D12	Riò Andò	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
D13	Fosso senza nome	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
D14	Rio del Poggio	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
D15	Fiume Taro	Vedi scheda
<b>Allacciamento al comune di Bardi loc. Grezzo DN 80 (3") in dismissione</b>		
D1/A	Rio Vischeto	Assenza di vegetazione fluviale
<b>Allacciamento al Comune di Gropparello DN 100 (4") in dismissione</b>		
D2/A	Torrente Chero	Assenza di vegetazione fluviale
<b>Derivazione per Bedonia DN100 (4") in dismissione</b>		
D3/A	Fiume Taro	Vedi scheda
D4/A	Fosso senza nome	Assente
D5/A	Canale del Molino	Assenza vegetazione fluviale in aree agricole
D6/A	Rio dei Boschi	Assenza di vegetazione fluviale, boschi misti
D7/A	Rio del Ronco	Assenza vegetazione fluviale in aree agricole
D8/A	Riò Andò	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
D9/A	Fosso senza nome	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
D10/A	Rio del Poggio	Assenza di vegetazione fluviale, robinia
D11/A	Fiume Taro	Vedi scheda

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 118 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.7 Modalità di attraversamento dell'alveo del F. Taro (punto 13)

*"Verificare la possibilità di ridurre gli attraversamenti con scavo a cielo aperto del Fiume Taro al fine di salvaguardare l'assetto naturalistico e paesaggistico della valle; sia verificata la possibilità di varianti di tracciato e/o utilizzo di microtunnel al fine di ridurre le interferenze"*

Il progetto dell'opera prevede tre successivi attraversamenti del corso del F. Taro nel suo tratto montano, nel territorio comunale di Albareto, ove il corso d'acqua in corrispondenza della confluenza del T. Gotra descrive un arco convesso a sud per iniziare a dirigersi verso NE e raggiungere la pianura padana.

La necessità di attraversare il corso del fiume deriva dallo sviluppo degli insediamenti artigianali che hanno completamente occupato il conoide che si sviluppa alla confluenza del T. Gotra e dalla concomitante ubicazione dello stacco dell'esistente metanodotto "Derivazione per Sestri Levante DN 250 (10")" in esercizio, ubicato lungo la sponda destra del fiume.

Il tracciato della nuova condotta, scendendo dal versante destro della valle e non potendo seguire l'andamento dell'esistente tubazione in dismissione nell'attraversare longitudinalmente il conoide, ne diverge a nord per raggiungere la sponda del corso d'acqua, in prossimità della sede della SP ex. SS n. 523 "di Colle Centocroci". Da questo punto, la nuova condotta, non potendo attraversare trasversalmente il citato conoide, è obbligata a superare l'alveo del fiume e, dopo aver oltrepassato un contrafforte roccioso per mezzo di un microtunnel in località Case Riposo sulla sponda sinistra della valle aggirando a nord la zona urbanizzata, è costretto ad attraversare nuovamente il corso del F. Taro per raggiungere il punto di stacco della Derivazione in esercizio. Dopo essersi affiancata nuovamente alla tubazione in dismissione, la nuova condotta supera con essa il corso del T. Gotra e, analogamente alla stessa tubazione in dismissione è costretta ad attraversare quindi per la terza volta l'alveo del F. Taro per iniziare la risalita dell'incisione del T. Toncina, affluente sinistro del fiume.

Per quanto attiene l'adozione di metodologie trenchless per l'esecuzione degli attraversamenti dell'alveo, detta possibilità è stata scartata in base alla locale situazione geologica caratterizzata, sia da una sensibile eterogeneità del materasso alluvionale, sia da una conformazione irregolare del substrato lapideo testimoniata dalla presenza di affioramenti litoidi in alveo, sia dalla non certa continuità degli stessi affioramenti in profondità. Detta situazione sconsiglia la realizzazione di microtunnel in ragione del fatto che la presenza di falda impone l'utilizzo di una fresa a scudo chiuso con bilanciamento della pressione. L'utilizzo di questa tipologia di fresa non consente, una volta iniziato l'avanzamento della stessa, la sostituzione della testa alla variazione della litologia con un alto rischio di blocco dell'avanzamento e la conseguente difficoltà di recupero della macchina.

L'andamento del tracciato della nuova condotta, che nell'area in esame si discosta da quello della tubazione DN 750 (30") in dismissione, è, come sopra illustrato, fortemente condizionato dallo sviluppo degli insediamenti antropici che, a ONO dell'abitato di Gotra, vengono ad occupare il conoide alla confluenza dell'omonimo torrente, motivo del citato scostamento dall'asse della tubazione in dismissione, e dalla presenza degli

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 119 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

estesi accumuli di frana, quiescenti e attivi che caratterizzano l'intero versante meridionale dell'incisione a NE dello stesso abitato di Gotra.



In tale contesto, il tracciato della nuova condotta risulta di fatto obbligato ad attraversare per tre volte il corso del fiume ed è stato definito in modo da conciliare la geometria della tubazione alla minimizzazione degli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera sulla vegetazione ripariale del corso d'acqua.

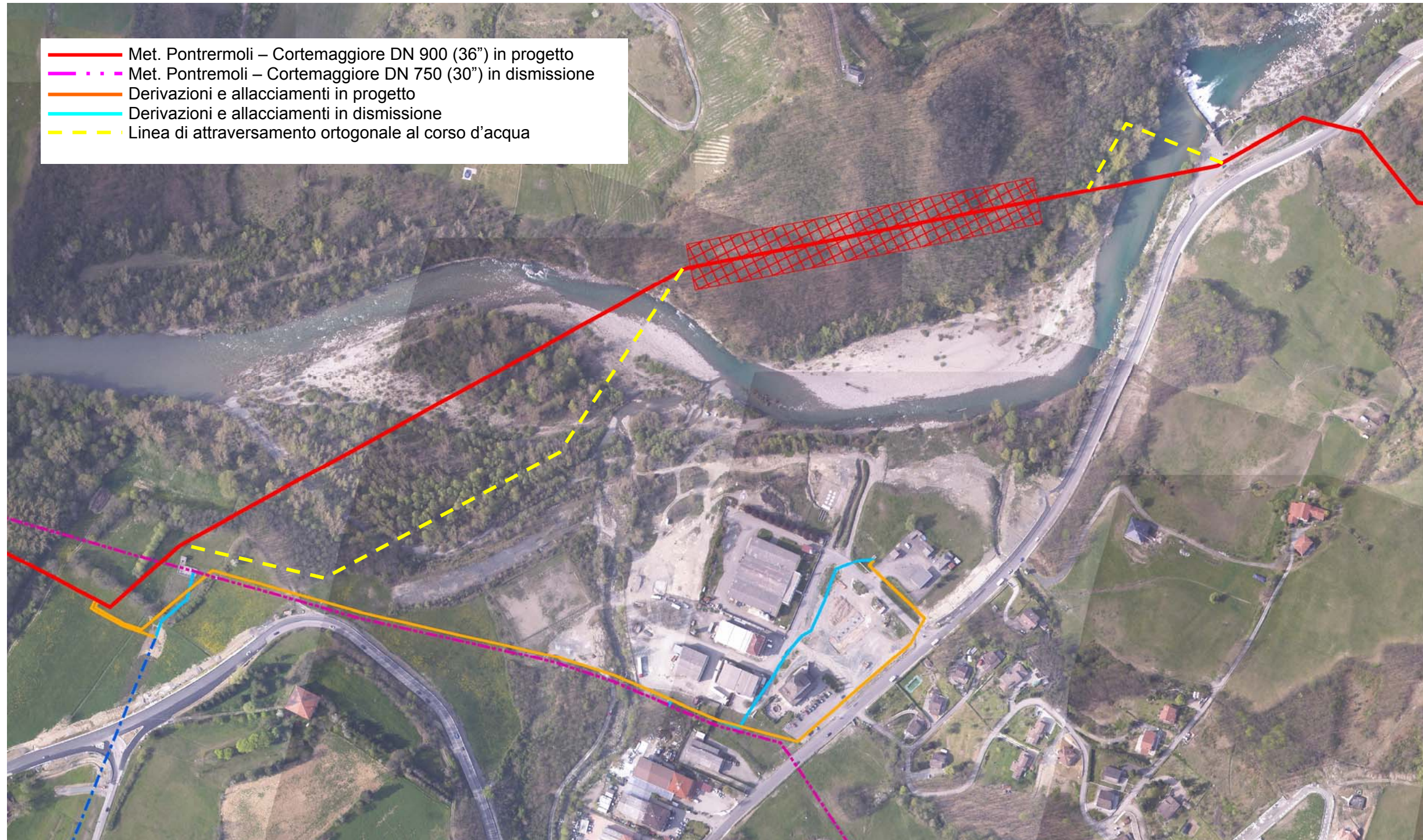
Di seguito, più in dettaglio vengono analizzati i tratti in attraversamento che interessano aree con presenza di vegetazione ripariale.

In corrispondenza del primo attraversamento del F. Taro, l'andamento della tubazione è stato definito in modo da sfruttare la superficie disponibile lungo la SP ex SS n. 523 in prossimità della sponda meridionale del corso d'acqua per il cantiere dedicato all'attraversamento e raggiungere l'opposta sponda in prossimità del punto scelto per l'impostazione dell'imbocco del microtunnel. L'utilizzo di una direttrice con andamento ortogonale al corso d'acqua, per ridurre l'interferenza con l'ambito fluviale, comporterebbe in realtà un maggior tratto di percorrenza nella vegetazione ripariale che si sviluppa lungo la sponda settentrionale (vedi fig. 2.7/A).

In corrispondenza del secondo attraversamento del fiume, il tracciato della nuova condotta dall'imbocco settentrionale del microtunnel attraversa l'alveo di magra e un'isola alluvionale separata da una lanca dalla sponda meridionale del fiume con un tratto rettilineo. In questo contesto, un eventuale attraversamento ortogonale all'andamento dell'alveo porterebbe il tracciato a svilupparsi parallelamente all'andamento della lanca aumentando la lunghezza della tubazione e senza diminuire l'interferenza con la vegetazione ripariale (vedi fig. 2.7/A).



Il terzo attraversamento del corso d'acqua si colloca in prossimità dei piazzali di un impianto di trattamento di inerti e l'andamento della condotta è stato definito in modo da sfruttare gli stessi piazzali per il cantiere dedicato all'attraversamento dell'alveo. Spostare il tracciato in posizione ortogonale al corso d'acqua, per ridurre l'interferenza con l'ambito fluviale, comporterebbe in realtà un aumento dell'interferenza con la vegetazione ripariale, sia lungo la sponda meridionale, oppure lungo quella settentrionale (vedi foto 2.7/B).

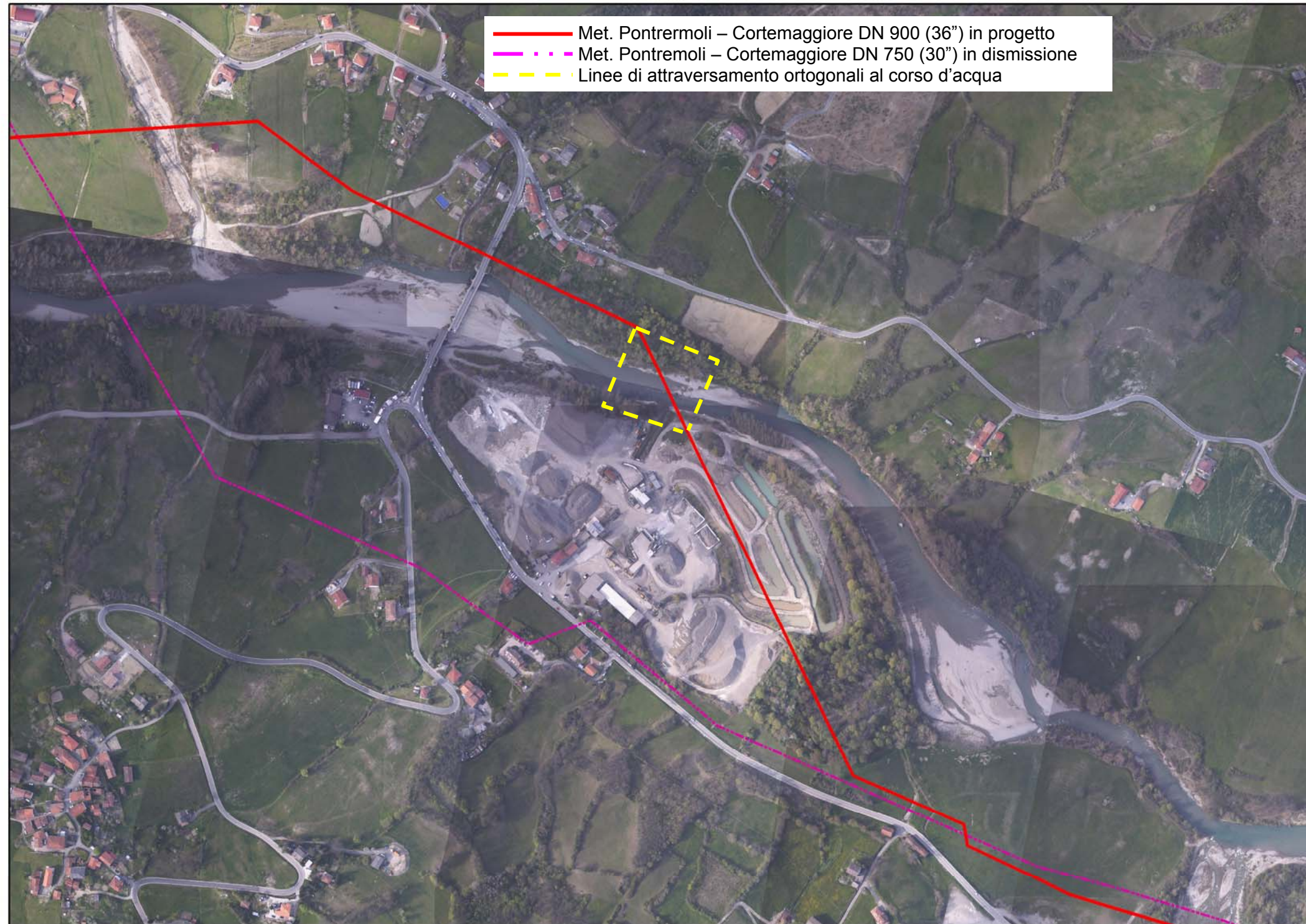
	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 120 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.7/A: Immagine aerea del primo e del secondo attraversamento del F. Taro**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> P66990	<b>UNITÀ</b> 000
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 121 di 267	<b>Rev.</b> 0



**Fig. 2.7/B: Immagine aerea del terzo attraversamento del F. Taro**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 122 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.8 Attraversamenti fluviali e possibili impatti sulla fauna ittica (punto 14)

*"Chiarire le interferenze delle diverse fasi di cantiere in alveo con la qualità dell'acqua a valle e i possibili impatti conseguenti sulla fauna ittica"*

Con il termine fauna ittica si intendono tutte le specie di pesci, di crostacei, di molluschi (solo per la regione Toscana), nonché la fauna eteroterma vertebrata, vivente, anche temporaneamente, nelle acque o negli alvei sino al livello di media piena, secondo quanto definito in:

- LR del 3 Gennaio 2005 "Gestione delle risorse ittiche e regolamentazione della pesca nelle acque interne" della Regione Toscana
- LR n.15/2006 "Disposizioni per la tutela della fauna minore in Emilia Romagna" della Regione Emilia-Romagna.

I corpi d'acqua direttamente interessati dalle opere in progetto (posa e dismissione) ricadono nei bacini del fiume Magra, del fiume Taro, del torrente Arda e del torrente Chiavenna.

### 2.8.1 Inquadramento normativo

Le norme da considerare per una corretta definizione ed attuazione delle misure di mitigazione e compensazione suggerite nel presente documento sono diverse e di diversa scala: comunitaria, nazionale, regionale e provinciale.

#### Normativa comunitaria e internazionale

*Direttiva n. 92/43/CEE* - approvata dalla Commissione Europea il 21 maggio 1992 e recepita dall'Italia nel 1997 con il *D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357*, modificato ed integrato dal *D.P.R. 120 del 12 marzo 2003*, questa normativa, conosciuta come *Direttiva Habitat*, ha lo scopo di promuovere il mantenimento della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri contraenti, tenendo conto al tempo stesso delle esigenze economiche, sociali, culturali e regionali;

*Lista rossa IUCN* - istituita nel 1948, è un documento riconosciuto a livello internazionale nel quale ogni Stato membro inserisce l'elenco (lista rossa) delle specie considerate a rischio presenti sul proprio territorio;

*Convenzione di Berna* - adottata a Berna il 19 settembre 1979, ha lo scopo di assicurare la conservazione della flora e della fauna selvatiche e dei loro habitat naturali e di proteggere le specie migratrici minacciate di estinzione mediante una cooperazione tra gli Stati membri.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 123 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Normativa regionale

#### **Regione Toscana**

- Piano Regionale per la pesca nelle Acque Interne 2007-2012 della Regione Toscana;
- *LR 7/05 del 3 Gennaio 2005* - Gestione delle risorse ittiche e regolamentazione della pesca nelle acque interne della Regione Toscana;
- *LR n.56 del 6 Aprile 2000* - Norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatica della Regione Toscana.

#### **Regione Emilia Romagna**

- Piano Ittico Regionale 2006-2010 (con proroga al 2011) della Regione Emilia Romagna;
- *LR n.15/2006* - Disposizioni per la tutela della fauna minore nella Regione Emilia Romagna;
- *LR del 22 Febbraio 1993 n. 11* - Tutela e sviluppo della fauna ittica e regolazione della pesca in Emilia-Romagna;
- *RR del 16 Agosto 1993 n.29* - Attrezzi e modalità di uso consentiti per la pesca e periodi di divieto di pesca delle specie ittiche nelle acque interne dell'Emilia-Romagna.

### Normativa provinciale

#### **Provincia di Massa Carrara**

Le informazioni relative alla regolamentazione della pesca, ai divieti e alle zone di protezione nelle acque interne dei territori di competenza, sono state ricavate dal Sito Ufficiale della Provincia.

La normativa provinciale individua 3 diverse tipologie di "istituto di protezione della fauna ittica":

- Zone a regolamento specifico;
- Zone di protezione;
- Zone di frega.

#### **Province di Parma e Piacenza**

- Piano Ittico Provinciale 2010/2015 della Provincia di Parma;
- Piano Ittico Provinciale della Provincia di Piacenza.

All'interno di questi documenti programmatici, con i quali ogni Provincia stabilisce la propria strategia in materia di gestione della fauna ittica, vengono individuati e descritti gli strumenti con i quali si intende raggiungere tale obiettivo:

- Carta Ittica;
- Calendario ittico;

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 124 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- Regolamentazione dell'attività di pesca professionale e dilettantistica;
- Attività di ripopolamento;
- Definizione di "zone a regime speciale di protezione":
  - Zone di protezione integrale;
  - Zone di protezione delle specie ittiche;
  - Zone di ripopolamento e frega;
  - Zone a regime speciale di pesca.

Infine, sul territorio è stata analizzata la presenza di Aree Naturali Protette (Parchi Nazionali e Regionali); SIC (Sito di Importanza Comunitaria) e ZPS (Zone a Protezione Speciale) in quanto, pur basandosi sui criteri delle direttive europee (salvaguardia della biodiversità e conservazione e valorizzazione del patrimonio naturale), la gestione e la regolamentazione di queste aree sono affidate localmente agli Enti Parco, per le Aree Naturali Protette, ed alle Province, per i SIC e le ZPS.

## 2.8.2 Inquadramento territoriale

L'area interessata dalle opere in progetto ed in dismissione presenta un'orografia articolata che varia dalle pendici montuose del settore settentrionale dell'Appennino tosco-emiliano ai terreni pianeggianti della porzione centrale della Pianura Padana, e comprende al suo interno 4 bacini idrici principali:

- Bacino del Fiume Magra (1.686 km<sup>2</sup>);
- Bacino del Fiume Taro (2.030 km<sup>2</sup>);
- Bacino del Torrente Arda (440 km<sup>2</sup>);
- Bacino del Torrente Chiavenna (340 km<sup>2</sup>).

Il F. Magra, dopo un percorso di circa 70 km, sfocia direttamente nel Mar Tirreno nei pressi della città di La Spezia (Liguria), mentre il F. Taro (126 km), il T. Arda (56 km) ed il T. Chiavenna (45 km) confluiscono nel Fiume Po rispettivamente nei pressi di Gramignazzo (PR), Polesine Parmense (PR), e Caorso (PC).

Oltre alle 4 aste principali, i lavori interesseranno numerosi altri corsi minori, facenti parte dei bacini idrografici sopracitati, tra i quali merita di essere nominato, per dimensioni e valenza, il Torrente Ceno (63 km), affluente di sinistra del F. Taro.

In base all'articolo 8 della LR del 22 Febbraio 1993 e all'articolo 10.1 della LR 7/05, i corpi idrici delle Regioni Emilia-Romagna e Toscana, ai fini della pesca, sono suddivisi in diverse zone ittiche omogenee, di cui la seguente tabella ne evidenzia la sovrapposibilità (vedi tab. 2.8/A):

**Tab. 2.8/A: Zone ittiche**

<b>Toscana</b>	<b>Emilia Romagna</b>
Acque salmastre	Zona A
Acque a Ciprinidi	Zona B
	Zona C
Acque a Salmonidi	Zona D

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 125 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Ciascuna di queste zone è definita secondo le caratteristiche e le potenzialità ambientali e le specie ittiche tipicamente presenti, e la pesca al loro interno è regolamentata dalla LR n.7 del 3 Gennaio 2005 per la Regione Toscana e dalla LR n.11 del 22 Febbraio 1993 per la Regione Emilia - Romagna o, eventualmente, da norme più restrittive dettate dalla presenza di zone a regime speciale di protezione, Aree Naturali Protette, SIC o ZPS.

Nello specifico, i tratti dei corsi idrici compresi nei territori di competenze delle Province considerate dal presente documento (Massa Carrara, Parma e Piacenza) ed interessati dai lavori, sono classificati come segue:

- Provincia di Massa Carrara: Acque a Salmonidi e Acque a Ciprinidi.
- Provincia di Parma: Acque di Zona D;
- Provincia di Piacenza: Acque di Zona D e Acque di Zona C;

Lo screening effettuato in merito alla regolamentazione dell'attività alieutica sulle acque interne delle tre Province ha evidenziato, sui corsi interessati dai lavori, la presenza di 13 tratti a regolamentazione speciale, così distribuiti:

- 3 Zone di Protezione delle Specie Ittiche nella Provincia di Massa Carrara;
- 8 Zone di Ripopolamento e Frega nella Provincia di Parma;
- 1 Zona a Regime Speciale di Pesca "No Kill" in Provincia di Parma;
- 1 Zona di Protezione delle Specie Ittiche nella Provincia di Piacenza.

Dalla sovrapposizione della superficie complessivamente interessata dei lavori con i 13 tratti a regolamentazione speciale e con i SIC e ZPS presenti, emerge che i tratti fluviali interessati dagli attraversamenti delle opere in progetto non sono soggetti a particolari regolamentazioni di tutela della fauna ittica.

### 2.8.3 Fauna ittica

L'area geografica interessata dal progetto in questione si estende su due dei tre Distretti zoogeografici della fauna ittica presenti sul territorio nazionale (Zerunian, 2002):

- Regione Padana: affluenti del Fiume Po e bacini adriatici;
- Regione Italo-peninsulare: bacini tirrenici.

In entrambi i distretti si possono distinguere tre zone ecologiche definite in base alle caratteristiche morfologiche ed ambientali del corpo idrico (Zerunian, 2002):

- Zona dei Salmonidi: acqua limpida e bene ossigenata; corrente molto veloce, con presenza di rapide; fondo a massi, ciottoli o ghiaia grossolana; scarsa o moderata presenza di macrofite; temperatura fino a 16-17 °C, ma generalmente inferiore;
- Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila: acqua limpida, soggetta però a torbide di breve durata, discretamente ossigenata; corrente veloce, alternata a zone di

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 126 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

acqua calma e con profondità maggiore; fondo con ghiaia fine e sabbia; moderata presenza di macrofite; temperatura raramente superiore a 19- 20 °C;

- Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila: Acqua frequentemente torbida e solo moderatamente ossigenata in alcuni periodi; bassa velocità della corrente; fondo fangoso; abbondanza di macrofite; temperatura fino a 24-25 °C.

Le comunità ittiche identificate da questa zonazione sono da considerarsi potenzialmente presenti nell'area di indagine. Per stilare una lista verosimile delle specie ad oggi potenzialmente presenti nell'area interessata dal progetto del metanodotto è stata condotta una ricerca bibliografica su dati riguardanti la fauna ittica (in senso stretto e non) nei bacini dei fiumi Chiavenna, Arda, Taro e Magra.

Dall'analisi della documentazione disponibile è possibile stilare una lista delle specie potenzialmente presenti nell'area di indagine, in particolare 16 specie di pesci e crostacei (vedi tab. 2.8/B), 16 di anfibi (vedi tab. 2.8/C) e 27 di molluschi (vedi tab. 2.8/D). In ciascuna tabella sono state evidenziate le specie (27) per le quali si ritengono necessarie particolari misure di protezione in relazione alla norme comunitarie (Allegato II Direttiva n. 92/43/CEE), a specifiche norme regionali e provinciali, al grado di rischio secondo la lista rossa IUCN (considerando le specie "In pericolo" e "In pericolo critico") e al grado di rischio secondo l'analisi di RE.NA.TO (Repertorio Naturalistico Toscano) (considerando le specie "In pericolo" e "In pericolo critico").

**Tab. 2.8/B: Specie di pesci e crostacei potenzialmente presenti nell'area d'indagine; sono indicati il nome scientifico, il nome comune e la regione zoogeografica di appartenenza.**

Nome scientifico	Nome comune	Regione di appartenenza
<i>Anguilla anguilla</i> Linnaeus, 1758	anguilla	Italico-peninsulare/Padana
<i>Alburnus alburnus alborella</i> (De Filippi, 1844)	alborella	Padana
<b><i>Austropotamobius pallipes</i> (Lereboullet, 1858)</b>	<b>gambero di fiume</b>	<b>Italico-peninsulare/Padana</b>
<b><i>Barbus plebejus</i> (Bonaparte, 1839)</b>	<b>barbo comune</b>	<b>Italico-peninsulare/Padana</b>
<b><i>Barbus caninus</i> Linnaeus, 1758</b>	<b>barbo canino</b>	<b>Padana</b>
<b><i>Chondrostoma genei</i> (Bonaparte, 1839)</b>	<b>lasca</b>	<b>Padana</b>
<b><i>Cobitis taenia bilineata</i> Canestrini, 1865</b>	<b>cobite</b>	<b>Italico-peninsulare/Padana</b>
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	carpa	Italico-peninsulare/Padana
<b><i>Padogobius nigricans</i> Canestrini, 1867</b>	<b>ghiozzo di ruscello</b>	<b>Italico-peninsulare</b>
<b><i>Padogobius martensii</i> (Günther, 1861)</b>	<b>ghiozzo padano</b>	<b>Padana</b>
<i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	cavedano	Italico-peninsulare/Padana
<b><i>Leuciscus souffia muticellus</i> Bonaparte, 1837</b>	<b>vairone</b>	<b>Italico-peninsulare/Padana</b>
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	sanguinerola	Padana

 	PROGETTISTA  <b>Snamprogetti</b>	COMMESSA <b>P66990</b>	UNITÀ <b>000</b>
	LOCALITÀ Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 127 di 267	Rev. <b>0</b>

**Tab. 2.8/B: Specie di pesci e crostacei potenzialmente presenti nell'area d'indagine; sono indicati il nome scientifico, il nome comune e la regione zoogeografica di appartenenza (seguito)**

Nome scientifico	Nome comune	Regione di appartenenza
<i>Rutilus erythrophthalmus</i> Zerunian 1982	triotto	Padana
<b><i>Rutilus rubilio</i> (Bonaparte, 1837)</b>	rovella	Italico-peninsulare
<b><i>Salmo</i> (trutta) <i>trutta</i> Linnaeus, 1758</b>	trota fario	Italico-peninsulare/Padana

**Tab. 2.8/C: Specie di anfibi potenzialmente presenti nell'area d'indagine; sono indicati il nome scientifico, il nome comune e la presenza nelle due regioni.**

Nome scientifico	Nome comune	Regione di appartenenza
<i>Bombina pachypus</i> (Laurenti, 1768)	ululone appenninico	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	rospo comune	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768)	rospo smeraldino	Emilia-Romagna
<i>Hyla intermedia</i> (Boulienger, 1882)	raganella italiana	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Rana dalmatina</i> (Bonaparte, 1840)	rana agile	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Rana italica</i> (Dubois, 1987)	rana appenninica	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Rana lessonae</i> (Camerino, 1882)	rana verde italiana	Emilia-Romagna
<i>Rana temporaria</i> (Linnaeus, 1758)	rana temporaria	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Salamandrina terdigitata</i> (Lacépède, 1788)	salamandrina dagli occhiali	Emilia-Romagna
<i>Salamandra salamandra</i> (Linnaeus, 1758)	salamandra pezzata	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Speleomantes italicus</i> (Dunn, 1923)	geotritone italico	Emilia-Romagna
<i>Speleomantes strinatii</i> (Aellen, 1958)	geotritone di strinati	Emilia-Romagna
<i>Triturus alpestris</i> (Laurenti, 1768)	tritone alpestre	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Triturus carnifex</i> (Laurenti, 1768)	tritone crestato italiano	Emilia-Romagna/Toscana
<i>Triturus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	tritone punteggiato	Emilia-Romagna

**Tab. 2.8/D: Specie di molluschi potenzialmente presenti nell'area d'indagine relativamente alla Regione Toscana**

Nome scientifico
<i>Alzoniella cornucopia</i> (De Stefani, 1880)
<i>Alzoniella lunensis</i> Bodon & Cianfanelli, 2002
<i>Alzoniella macrostoma</i> Bodon & Cianfanelli, 2002
<i>Alzoniella manganellii</i> Bodon, Cianfanelli & Talenti, 1997
<i>Alzoniella microstoma</i> Bodon & Cianfanelli, 2002
<i>Anisus vorticulus</i> (Troschel, 1834)
<i>Avenionia ligustica</i> Giusti & Bodon, 1981
<b><i>Belgrandia bonelliana</i> De Stefani, 1879</b>
<i>Belgrandia mariatheresiae</i> Giusti & Pezzoli, 1972
<i>Belgrandia thermalis</i> (Linnaeus, 1767)
<i>Bythinella schmidtii</i> (Kuster, 1852)
<i>Fissuria planospira</i> Bodon, Cianfanelli & Talenti, 1997

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 128 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.8/D: Specie di molluschi potenzialmente presenti nell'area d'indagine relativamente alla Regione Toscana (seguito)**

Nome scientifico
<b><i>Heleobia foxianensis</i> (De Stefani, 1884)</b>
<i>Islamia gaiteri</i> Bodon, Manganelli, Sparacio & Giusti, 1995
<i>Islamia piristoma</i> Bodon & Cianfanelli, 2002
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)
<b><i>Melanopsis etrusca</i> Brot, 1862</b>
<b><i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)</b>
<i>Pisidium milium</i> Held, 1836
<i>Pisidium nitidum</i> Jenyns, 1832
<i>Planorbarius corneus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Planorbis carinatus</i> (O.F. Müller, 1774)
<i>Pseudamnicola lucensis</i> (Issel, 1866)
<i>Pseudamnicola moussonii</i> (Calcara, 1841)
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Unio mancus</i> Lamarck, 1819
<i>Viviparus contectus</i> (Millet, 1813)

Le schede tecniche delle specie target potenzialmente presenti nell'area indagata e contenenti informazioni riguardanti il livello di protezione, l'inquadramento ecologico, la distribuzione, le necessità riproduttive e lo stato di conservazione delle stesse sono riportata in appendice (vedi Appendice 2).

#### 2.8.4 Potenziali impatti sulla fauna ittica

La posa e la rimozione delle condotte nell'alveo dei corsi d'acqua, tramite scavo a cielo aperto, prevedono l'apertura di un'area di passaggio di ampiezza variabile in funzione del diametro del metanodotto e del parallelismo o meno con la tubazione in dismissione, con rimozione della vegetazione presente, eventuale deviazione del flusso idrico, scavo di una trincea, messa in opera o rimozione della tubazione e il reinterro della trincea con il materiale movimentato precedentemente accantonato ai margini della fascia di lavoro. I ripristini geomorfologici e vegetazionali previsti saranno eseguiti con materiali naturali (massi e legname), avendo cura di ricostituire l'originaria sezione idraulica e la naturale dinamica ecosistemica.

Questi interventi possono determinare l'intorbidamento temporaneo delle acque a valle delle sezioni attraversamento.

L'effetto dell'intorbidamento è direttamente proporzionale al quantitativo di materiale movimentato e alla durata delle attività all'interno dell'alveo bagnato. La concentrazione del particolato sospeso può, infatti, compromettere le fasi di corteggiamento e accoppiamento e danneggiare l'apparato respiratorio degli individui in fase larvale e post-larvale.

L'intorbidamento delle acque è un fenomeno che avviene anche naturalmente in occasione dei regimi di piena; in tale situazione l'elevata energia cinetica, legata alla portata ed alla velocità di corrente, fa sì che il particolato sospeso venga velocemente



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 129 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

trasportato verso valle così che, al termine dell'evento di piena, nell'ambiente fluviale non vi sia un significativo aumento dei depositi di materiale fine; al contrario, poiché i lavori in alveo vengono generalmente svolti in periodi di magra, il deflusso a valle del particolato avviene in tempi più lunghi e la persistenza in loco dell'intorbidamento potrebbe risultare dannosa per la sopravvivenza della fauna ittica.

Al fine di limitare l'intorbidamento delle acque, si prevede la deviazione del flusso idrico, in corrispondenza dei corsi d'acqua di maggiori dimensioni e delle percorrenze in alveo, operando così per tratti senza interessare lo stesso flusso, ovvero, nel caso dei corsi d'acqua di minori dimensioni, la messa in opera in asse alveo di tubazioni (tomboni) di dimensioni adeguate a smaltire l'intera portata del corso d'acqua e di lunghezza tale da consentire la realizzazione di un by-pass per le acque di scorrimento in corrispondenza dell'intera area interessata dai lavori di posa della condotta.

Per quanto riguarda la tutela delle fasi riproduttive, larvali e post-larvali in relazione alla presenza fisica dei cantieri è opportuno individuare finestre temporali per l'esecuzione dei lavori compatibili con le esigenze riproduttive delle diverse specie. In merito al momentaneo intorbidamento delle acque a valle dei cantieri, si provvederà a monitorare l'attività di cantiere per rispettare i limiti individuati dal Decreto Legislativo n.152 del 3 Aprile 2006 (Tabella 1/B: Qualità delle acque idonee alla vita dei pesci salmonidi e ciprinidi) che fissano i valori imperativi e guida per il materiale in sospensione rispettivamente in 25 e 60 mg/L per le acque a salmonidi e 25 e 80 mg/L per le acque a ciprinidi.

Considerando la natura temporanea delle attività in progetto (circoscritte alla sola fase di cantiere e della durata di alcuni giorni), le modalità operative volte al contenimento dell'intorbidamento e l'individuazione delle opportune finestre temporali per l'esecuzione dei lavori (vedi tab. 2.8/E), l'impatto sulla fauna ittica può essere considerato temporaneo e reversibile.

**Tab. 2.8/E: Impatti e misure di mitigazione**

	intorbidamento	
	IMPATTO	MITIGAZIONE
<b>fasi riproduttive, larvali e post-larvali</b>	probabile nella stagione riproduttiva	Rispetto dei limiti fissati dal DLgs 152/06 per il materiale in sospensione
<b>adulti di specie vagili</b>	trascurabile	non necessaria
<b>adulti di specie non vagili</b>	trascurabile	non necessaria

Considerando la natura temporanea delle attività in progetto (circoscritte alla sola fase di cantiere e della durata di alcuni giorni) e le attività di ripristino previste, tramite l'individuazione di opportune finestre temporali per l'esecuzione dei lavori, l'impatto sulla fauna ittica può essere considerato temporaneo e reversibile.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 130 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per l'individuazione delle finestre temporali più idonee per l'esecuzione dei lavori, il territorio in esame è stato suddiviso in cinque aree omogenee definite dalla presenza differenziale delle diverse specie target per le quali sono state evidenziate le fasi più delicate del ciclo biologico, ossia quelle legate agli eventi riproduttivi.

In particolare le sei aree individuate ed i relativi periodi utili per l'apertura dei cantieri sono riportate nella tabella seguente (vedi tab. 2.8/E).

**Tab. 2.8/E: Aree omogenee per l'esecuzione dei lavori**

N.	Area omogenea	Finestra temporale per cantierizzazione
1	Torrente Chiavenna e affluenti	Agosto - Settembre
2	Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) verso monte	Agosto - Ottobre
3	Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) verso valle	Agosto - Dicembre
4	Fiume Taro e affluenti	Agosto - Settembre
5	Affluenti del F. Magra	Settembre - Ottobre Settembre

## 2.9 Sezioni di attraversamento dei principali corsi d'acqua (punto 15)

*“Definire con maggiore dettaglio le sezioni geometriche, prima e dopo gli interventi, dei principali corsi d'acqua attraversati o interessati dalla posa in percorrenza della tubazione”*

Lo sviluppo del progetto di dettaglio della condotta prevede il rilievo celerimetrico di dettaglio delle sezioni di attraversamento e delle percorrenze degli ambiti fluviali dei corsi d'acqua.

La geometria della condotta in corrispondenza degli attraversamenti e delle percorrenze fluviali è quindi definita sulla base di specifici studi idrologico-idraulici (vedi par. 2.3)

I citati rilievi topografici sono utilizzati per la redazione degli elaborati di progetto da sottoporre per l'approvazione dei competenti Enti in ottemperanza alla legislazione vigente.

Dall'esame degli elaborati grafici allegati (vedi Vol. 1C ÷ 1E), che rappresentano la posizione plano-altimetrica della condotta unitamente alle eventuali opere complementari previste a presidio della sicurezza della stessa e al fine di evitare l'instaurarsi di fenomeni erosivi in corrispondenza delle scarpate spondali e del fondo, si evince che in nessun caso il progetto prevede la riduzione della sezione idraulica. Il progetto di dettaglio di tutti gli attraversamenti di corsi d'acqua, che sarà inviato ai competenti Enti per l'ottenimento del nulla osta alla costruzione in osservanza della normativa vigente in materia, è infatti sviluppato in modo da non andare ad alterare in alcun modo la sezione idraulica in corrispondenza dell'attraversamento della condotta, così come rilevata attraverso un rilievo celerimetrico di campagna.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 131 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.10 Realizzazione di strutture atte a favorire la risalita pesci in corrispondenza delle opere di regimazione trasversali (punto 16)

*“Predisporre un progetto relativo alle scale di risalita dei pesci nelle briglie soggette a rifacimento o di nuova costruzione”*

Le ottimizzazioni di tracciato apportate al progetto (vedi Vol. 2A) e i rilievi celerimetrici eseguiti per lo sviluppo del progetto di dettaglio hanno comportato alcune modifiche degli interventi di regimazione idraulica originariamente previsti. Più in dettaglio per quanto attiene le opere di difesa trasversale si registra, in comparazione a quanto illustrato nello Studio di Impatto Ambientale, una sostanziale diminuzione degli interventi (vedi Tab. 2.10/A).

**Tab. 2.10/A: Opere di difesa idraulica trasversali**

Progr.va (km)	Comune	Località	Opera originariamente prevista (Disegno tipologico di progetto)	Modifica introdotta da progetto di dettaglio(n. elaborato di progetto – vedi Vol. 1B)
<b>Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36") in progetto</b>				
<b>0,000</b>	<b>Mulazzo</b>			
0,115		T. Carrara	- ricostruzione n. 1 difesa trasversale in massi L = 20 m (Dis. LC-D-83485; sch. dim. A);	Intervento eliminato a seguito del rilievo topografico di dettaglio della sezione di attraversamento (Dis. LC-11E-81110)
<b>1,030</b>	<b>Pontremoli</b>			
8,685-8,800		T. Betigna	- n. 3 soglie in massi L tot = 40 m (Dis. LC-D-83485; sch dim. B)	Intervento eliminato a seguito del rilievo topografico di dettaglio della sezione di attraversamento (Dis. LC-13D-81131)
10,140		Bruttomoro	- n. 1 difesa trasversale in massi L = 6 m (Dis. LC-D-83485; sch dim. A)	Intervento eliminato a seguito del rilievo topografico di dettaglio della sezione di attraversamento (Dis. LC-11E-81110)
14,755-14,885		T. Verdesina	- n. 1 difesa trasversale in massi L = 15 m (Dis. LC-D-83485; sch dim. B);	Intervento confermato (Dis. LC-11D-81220)
<b>20,580</b>	<b>Borgo Val di Tarò</b>			
<b>33,015</b>	<b>Compiano</b>			
23,420-23,515		T. Tarodine	- n. 1 difesa trasversale in massi L = 40 m (Dis. LC-D-83485; sch dim. B);	Intervento eliminato a seguito del rilievo topografico di dettaglio della sezione di attraversamento (Dis. LC-9D-81310)

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 132 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.10/A: Opere di difesa idraulica trasversali (seguito)**

Progr.va (km)	Comune	Località	Opera prevista /Rif. Disegno tipologici di progetto	Modifica introdotta da progetto di dettaglio(ev. n. elaborato di progetto – vedi Vol. 1B)
<b>Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36") in progetto</b>				
<b>35,785</b>	<b>Borgo Val di Tarò</b>			
<b>35,815</b>	<b>Compiano</b>			
-		T. Ingegna	- n. 1 difesa trasversale in massi L = 20 (Dis LC-D-83485; sch dim. B);	Intervento eliminato dallo sviluppo della variante di tracciato C (vedi vol. 2A – SPC LA.E.83017)
35,200		Ronco Desiderio	- n. 1 difesa trasversale in c.a L = 100 (Dis. LC-D-83487, sch dim. A)	Intervento eliminato a seguito del rilievo topografico di dettaglio della sezione di attraversamento (Dis. LB-3B-81442)
<b>37,180</b>	<b>Borgo Val di Tarò</b>			
<b>38,200</b>	<b>Compiano</b>			
38,205-38,220		Il Molino	- ricostruzione n. 1 briglia in c.a L = 15 m (Dis. LC-D-83487; sche dim. B) - n. 2 briglie in c.a L tot = 35 m (Dis. LC-D-83487; sch dim. B)	Intervento confermato
<b>41,475</b>	<b>Bardi</b>			
<b>43,695</b>	<b>Compiano</b>			
43,810		T. Toncina	- n. 3 soglie in massi L tot = 40 m (Dis. LC-D-83485; sch dim. A);	Intervento confermato
44,035				
<b>44,665</b>	<b>Bardi</b>			
51,165-51,415		Bergamino	- ricostruzione di n 3 briglie in c.a L tot = 45 m (Dis. LC-D-83487; schema dim. B)	Intervento confermato

Il progetto di dettaglio dell'opera prevede la realizzazione di opere di difesa idraulica trasversali solo in corrispondenza delle sezioni di attraversamento del T Verdesina, del tratto terminale della percorrenza dell'alveo del T. Ingegna in prossimità della confluenza del Canale dei Mezzadri in località "il Molino", lungo il tratto iniziale della percorrenza del T. Toncina a sud di "Cà Scappini" e lungo la risalita del Rio Bergamino.

In tutti i casi sopra citati, ad eccezione dell'ultimo, il progetto è stato (o sarà) adeguato con la previsione di una rampa in massi per agevolare la risalita dei pesci (vedi Vol. 1B, All. 2 – Dis. LC-D83490).

Per quanto attiene le opere previste lungo la percorrenza del Rio Bergamino, il regime idraulico del corso d'acqua, che vede la presenza di acque di scorrimento superficiale

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 133 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

solo in concomitanza degli eventi meteorici più intensi, e la pronunciata acclività dell'asta rendono la realizzazione di tale rampa del tutto impraticabile.

## 2.11 Stabilità dei versanti (punto 17)

*"Approfondire le problematiche riguardanti la stabilità dei versanti sia in fase di cantiere che di esercizio, in particolare per i tratti che superano le frane attive così come illustrate negli elaborati di progetto (schede monografiche delle interferenze)"*

L'interferenza tra il tracciato dell'opera e le aree classificate come frane attive dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Po, riguarda sia il tracciato della nuova condotta DN 900 (36") in progetto che quello della tubazione DN 750 (30") in dismissione.

Nel primo caso, per approfondire l'impatto della linea in progetto sulla stabilità dei versanti si è proceduto ad effettuare una serie di verifiche di stabilità all'equilibrio limite. Nel secondo caso, in ragione del fatto che l'impatto della dismissione è molto minore, in quanto l'opera esiste da tempo e nella più parte dei casi senza aver subito danni significativi, l'approfondimento è stato eseguito con un approccio sostanzialmente qualitativo, privilegiando l'esame delle condizioni geomorfologiche del sito e degli interventi di ripristino.

### 2.11.1 Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36") in progetto

Le frane attive, secondo la classificazione del PAI del Bacino del Po, intersecate dalla nuova condotta sono indicate nella tabella seguente (vedi tab. 2.1/A). La numerazione delle aree in frana segue quella adottata nell'Annesso B dello Studio di Impatto Ambientale. Le verifiche riguardano in tutti i casi attraversamenti delle aree di frana attiva per mezzo di opere in sotterraneo (microtunnel e gallerie).

**Tab. 2.11/A: Frane attive intersecate dal Metanodotto Pontremoli – Cortemaggiore DN 900 (36") in progetto**

Area	Da (km)	A (km)	Perc. (km)	Comune	Frane
<b>Metanodotto "Pontremoli - Cortemaggiore DN 900 (36")" in progetto</b>					
	<b>68,800</b>			<b>Bore</b>	
28	68,825	68,835	0,010		Frane attive
	<b>71,275</b>			<b>Bore - Vernasca</b>	
	<b>75,680</b>			<b>Morfasso</b>	
29	76,690	76,930	0,240		Frane attive
31	76,655	76,705	0,050		
32	76,905	76,950	0,045		
33	77,670	77,740	0,070		
33 bis	77,995	78,000	0,005		
	<b>80,060</b>			<b>Vernasca</b>	

tratto superato in sotterraneo (microtunnel)

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 134 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

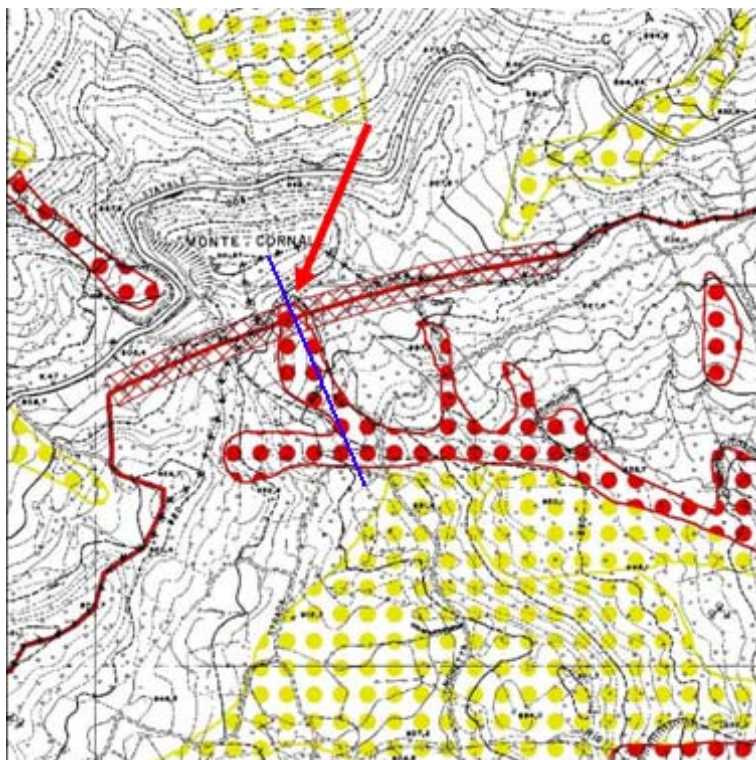
I presupposti e le condizioni adottate per l'esecuzione delle verifiche sono i seguenti:

- il profilo del pendio è stato desunto dalla Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10.000;
- i parametri di resistenza al taglio sono stati stimati ove possibile sulla base dei risultati delle indagini geognostiche eseguite in sito, altrimenti tenendo conto della classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso derivante da rilievi di campagna.

In ragione del fatto che nei casi in esame sono in gioco elevati volumi di terreno, la probabile compensazione delle eterogeneità dei terreni consente l'utilizzo come valori caratteristici dei valori medi (Circolare 2/02/2009 n.617 CSLPP). Al fine di schematizzare la presenza di sollecitazioni sismiche i calcoli sono stati eseguiti in condizioni pseudo-statiche.

#### **Area 28**

Il tracciato interferisce con una frana classificata attiva in un breve tratto (35 m) percorso in sotterraneo lungo la dorsale di Monte Cornale (vedi fig. 2.11/A).



**Fig. 2.11/A:** Area 28 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (in colore blu la sezione utilizzata per le verifiche di stabilità)

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 135 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Indagini svolte

Sono stati eseguiti 5 sondaggi a carotaggio continuo, ubicati in corrispondenza degli imbocchi ed in asse di scavo del microtunnel, con prove penetrometriche in foro (SPT) e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per le analisi di laboratorio (vedi Vol. 1A, Annesso C - SPC. LA-E-83025). Per quanto riguarda la prospezione geofisica è stata svolta una campagna di sismica a rifrazione lungo profili di misura longitudinali e trasversali all'asse del tracciato (vedi Vol. 1A, Annesso C – All. C1 Dis. LB-B-83231, All. C2 Dis. LB-B-83232 e All. C3 Dis. LB-B-83233).

#### Litostratigrafia

Il tracciato di progetto attraversa una sequenza formata da diverse Unità Liguridi. Da Ovest verso Est, affiorano il Flysch di Monte Cassio, le Arenarie di Scabiazza, il Complesso di Casanova, le Argille a palombini. Il movimento franoso, classificabile come colata, si è formato a spese della formazione a dominante argilloso – marnosa delle Argille a palombini. Lo stato di attività è messo in evidenza da morfologie tipiche, rappresentate da una nicchia di distacco principale, da brusche rotture di pendenza, con scarpate dell'ordine di 1-2 metri, da terrazzi in contropendenza.

Lo spessore dei terreni con scadenti e modeste caratteristiche geotecniche, attribuibili all'accumulo della frana attiva ed al substrato alterato di argille a Palombini, risulta, sulla base delle indagini geofisiche realizzate (sismica a rifrazione) dell'ordine di 15 m.

#### Condizioni idrogeologiche

Le Argille a Palombini, che costituiscono il substrato del corpo di frana, sono caratterizzate da una litofacies a dominante argillosa che conferisce all'ammasso roccioso una bassa permeabilità secondaria; per tale motivo possono essere considerate sostanzialmente un acquiclude. Solo localmente, in presenza di intercalazioni di livelli arenacei o marnosi e/o in corrispondenza della zone più fessurate, si ha un aumento locale della permeabilità con possibilità di un limitato deflusso idrico sotterraneo, di carattere tuttavia esclusivamente locale.

Carichi idraulici nulli sono stati rilevati nei sondaggi geognostici, a esclusione del sondaggio S24 nel quale sono state osservate modeste venute d'acqua in corrispondenza dell'attraversamento di intercalazioni marnoso-arenacee fratturate a circa 40 m dal p.c. Tuttavia, in corrispondenza di questo punto, la quota del tracciato del microtunnel è di poco superiore (circa 6-7 m) rispetto a livello di falda riscontrato e pertanto la realizzazione del microtunnel non determinerà interferenze con la falda.

L'accumulo di frana per contro è dotato di permeabilità primaria per porosità di valore medio basso, ma sufficiente per instaurare una modesta circolazione idrica, diffusa nell'intero corpo di frana.

#### Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e dei risultati delle indagini geognostiche si possono definire tre differenti unità litotecniche: l'accumulo di frana, ed il substrato argillitico – calcareo, superiormente alterato ed inferiormente più integro. Lo spessore della coltre di frana è stimabile in 5-6 m; il substrato argillitico più competente si trova ad una profondità di circa 15 m dal p.c. lungo il profilo di indagine

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 136 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### *Accumulo di frana*

L'accumulo di frana è un deposito sostanzialmente incoerente, poco addensato, con scheletro lapideo calcareo – argillitico immerso in abbondante matrice limoso - argillosa. In assenza di indagini dirette sulla coltre di frana, a questa sono stati attribuiti i parametri geotecnici derivati da analisi di laboratorio eseguite su una coltre detritica di analoga composizione, cautelativamente ridotti (vedi tab. 2.11/B).

**Tab. 2.11/B: Parametri caratteristici della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	20	gradi

#### *Substrato argillitico*

Per la valutazione dei parametri geotecnici del substrato di Argille a Palombini è stata impiegata la classificazione di Hoek – Brown, con il programma RocLab (Rocscience Inc. Toronto, Canada). I valori di riferimento per il calcolo dei parametri derivano da analisi di laboratorio ( $\sigma_c$ ) o da osservazioni geologiche (GSI, m, D) – (vedi tab. 2.11/C e 2.11/D).

**Tab. 2.11/C: Parametri caratteristici del substrato argillitico alterato**

Compressione ad espansione laterale libera	$\sigma_c$	25	kPa
Geological Strength Index	GSI	13	-
Litologia	m	7	-
Disturbance factor	D	0	-
Peso di volume	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>

**Tab. 2.11/C: Parametri caratteristici del substrato argillitico alterato (seguito)**

Coesione intercetta	$c'$	85	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	32	gradi

**Tab. 2.11/D: Parametri caratteristici del substrato argillitico integro**

Compressione ad espansione laterale libera	$\sigma_c$	50	kPa
Geological Strength Index	GSI	18	-
Litologia	m	7	-
Disturbance factor	D	0	-
Peso di volume	$\gamma$	23	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	135	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	40	gradi

#### Caratterizzazione sismica del sito

##### *Classificazione*

La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).

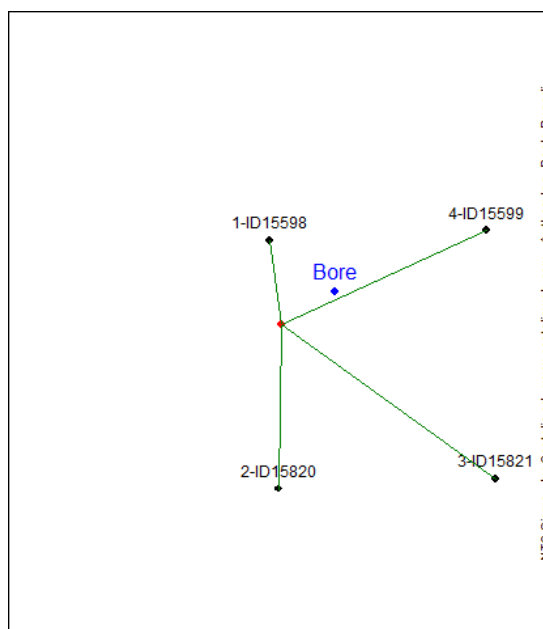


 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 137 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Le coordinate geografiche decimali del punto centrale del sito nel sistema WGS94 sono le seguenti:

lat: 44.710081; long: 9.765859

I risultati ottenuti sono riportati in fig. 2.11/B e nella tabella 2.11/E. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto cautelativamente di una Vita Nominale di 50 anni (opera ordinaria) e di una Classe d'uso I, per costruzioni con presenza occasionale di persone. E' stata assunta di conseguenza un periodo di riferimento,  $V_r$ , uguale a 35 anni (D.M. 14/01/2008, § 2.4.3).



**Fig. 2.11/B:** Localizzazione del sito (in rosso) e dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento entro la quale si trova il sito.

**Tab. 2.11/E:** Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV)

Stati limite	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento nel $V_r$	0.81	0.63	0.1	0.05
$T_r$	35 anni	35 anni	332 anni	682 anni
$a_g$	0,0492 g	0,0530 g	0,1338 g	0,1705 g
$F_o$	2,4322	2,4400	2,4811	2,5241
$T_c$	0,2300 sec	0,2361 sec	0,2758 sec	0,2850 sec

(\*)  $V_r$  periodo di riferimento,  $T_r$  tempo di ritorno,  $a_g$  accelerazione massima di riferimento,  $F_o$  fattore di amplificazione spettrale,  $T_c$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 138 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### *Categorie di suolo e condizioni topografiche*

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso è assimilabile ai sottosuoli compresi nella categoria A, per la quale il parametro di amplificazione stratigrafica SS vale 1 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).

Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del sito rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20.

#### *Azione sismica*

In ragione del fatto che mancano analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{\max} = S_s ST a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i valori seguenti di  $a_{\max}$ .

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_{\max}$	0,0590g	0,0636g	0,1605g	0,2046g

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$k_v = 0,5 k_h$$

in cui  $k_h$  è il coefficiente della componente orizzontale della forza,  $k_v$  il coefficiente della componente verticale e  $\beta_s$  il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle Norme Tecniche SLC per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0,20 per SLO e SLD e 0,27 per SLV e SLC. I valori ottenuti sono riportati i seguenti:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0,0118	0,0127	0,0321	0,0409
$k_v$	0,0059	0,0063	0,0161	0,0205

#### Parametri di progetto

Sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I) – Vedi tab. 2.11/F ÷ 2.11/G).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 139 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.11/F: Parametri di progetto della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	16	gradi

**Tab. 2.11/G: Parametri geotecnici di progetto del substrato argillitico alterato**

Peso di volume	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	68	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	26	gradi

**Tab. 2.11/H: Parametri geotecnici di progetto del substrato argillitico integro**

Peso di volume	$\gamma$	23	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	108	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	34	gradi

#### Metodi e condizioni delle verifiche

La posizione del profilo passante per la frana e per il microtunnel in progetto è rappresentata nello stralcio planimetrico. Il microtunnel attraversa l'area di frana ad una profondità di circa 40 m dal piano campagna e a 35 m dal supposto piano di scorrimento.

E' stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV. I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nella versione di Bishop con il programma Slide 5.0 (*Rocscience Inc. - Toronto, Canada*).

Sono state esaminate superfici di scorrimento circolari, in presenza di sollecitazioni sismiche. Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, nella coltre di frana la superficie piezometrica è stata assunta come prossima al piano campagna, mentre per il substrato argillitico sono state stimate condizioni drenate.

I calcoli sono stati eseguiti su oltre 4800 superfici circolari, distribuite sull'intera sezione considerata. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati sia con aree di diverso colore all'interno della superficie quadrata che racchiude i centri dei cerchi di scorrimento (il colore corrisponde al fattore di sicurezza minimo della serie di cerchi con tale centro di scorrimento), sia con cerchi di diverso colore in funzione delle varie classi di valore del coefficiente di sicurezza.

La superficie riprodotta nella figura (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025) rappresenta il fattore di sicurezza minimo calcolato con il metodo di Bishop.

#### Risultati

Le superfici di scorrimento con i coefficienti di sicurezza più bassi passanti nell'intorno del tunnel hanno valori intorno a 2,5, largamente superiori ai limiti di legge di 1,1.

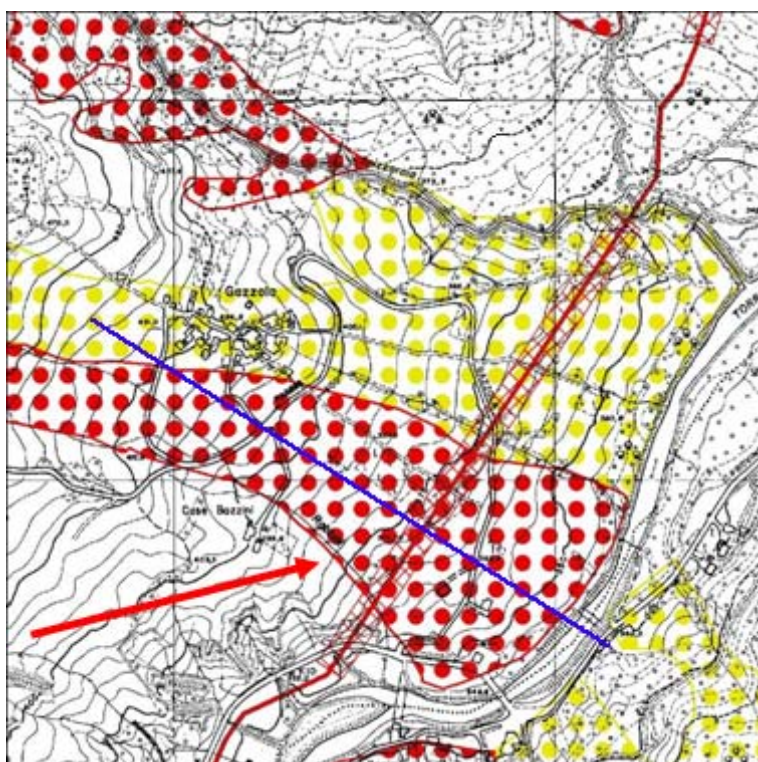
#### **Area 29**

L'area in esame è ubicata lungo il versante sinistro del T. Arda, in località Gazzola, nel comune di Morfasso. Il versante è sede di una frana attiva complessa. Le condizioni geologico – geomorfologiche hanno imposto l'attraversamento dell'area in un microtunnel ubicato a quote inferiori al fondovalle (vedi fig. 2.11/C).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 140 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Indagini svolte

Sono stati eseguiti 2 sondaggi a carotaggio continuo, ubicati lungo l'asse di scavo del microtunnel, effettuando prove penetrometriche in foro (SPT) e prelevando campioni indisturbati e rimaneggiati per le analisi di laboratorio (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025). Per quanto riguarda la prospezione geofisica è stata svolta una campagna di sismica a rifrazione lungo profili di misura longitudinali e trasversali all'asse del tracciato.



**Fig. 2.11/C: Area 29 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (In colore blu la traccia della sezione utilizzata per le verifiche di stabilità)**

### Litostratigrafia

La morfologia di buona parte del versante è ondulata, marcata da numerose rotture di pendenza, ed interessata da dissesti gravitativi per tutta la sua estensione, che mostrano chiare evidenze in superficie di movimenti recenti. Il deposito di frana si sviluppa sino alle quote più basse, coinvolgendo anche l'alveo del torrente che risulta ormai parzialmente deviato nel suo corso.

I risultati delle indagini geognostiche dirette e indirette indicano che il corpo di frana è sede di movimenti recenti (attuali), fino a profondità di circa 8-10 m dal piano campagna.

Superfici di scivolamento più profonde e meno recenti sono probabilmente presenti sino a profondità dell'ordine dei 30-40 metri dal piano campagna.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 141 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Oltre tale quota sono presenti le argilliti di formazione e verso fondo foro in alternanza argilliti ed arenarie.

Il substrato arenaceo – argillitico appartiene al Complesso di Casanova (CCV). Le caratteristiche geomeccaniche, data l'intensa tettonizzazione delle litofacies argillitiche, risultano mediamente scadenti.

#### Condizioni idrogeologiche

Il Complesso di Casanova, che costituisce il substrato del corpo di frana, è caratterizzato da litofacies a dominante argillosa che conferiscono all'ammasso roccioso una bassa permeabilità secondaria.

Non è stata rilevata, fino alle massime profondità raggiunte dai sondaggi geognostici (circa 50 m dal p.c.) la presenza di carichi idraulici. Si ritiene, comunque, che a profondità superiori possano essere presenti falde confinate, impostate nelle sequenze a prevalente litologia arenacea. Va osservato, infatti, che il profilo dell'opera, ubicata nel fondovalle del Torrente Arda, si sviluppa quasi totalmente a quote inferiori (quota minima 307 m s.l.m.) rispetto all'attuale quota dell'alveo (347-340 m s.l.m.).

L'accumulo di frana per contro è dotato di permeabilità primaria per porosità di valore medio-basso, ma sufficiente per instaurare una modesta circolazione idrica, diffusa nell'intero corpo di frana.

#### Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e dei risultati delle indagini geognostiche si possono definire tre differenti unità litotecniche: l'accumulo di frana attiva, il substrato degradato da movimenti più antichi (argilliti scagliose) ed il substrato argillitico – arenaceo sostanzialmente integro. Lo spessore della coltre della frana attiva è stimabile in 8-10 m; il substrato argillitico - arenaceo più competente si trova ad una profondità di circa 40 m dal p.c. lungo il profilo di indagine.

#### Accumulo di frana

L'accumulo di frana è un deposito sostanzialmente incoerente, poco addensato, con subordinato scheletro lapideo arenaceo immerso in abbondante matrice limoso - argillosa. Alla coltre di frana sono stati attribuiti i parametri geotecnici derivati dalle analisi di laboratorio (vedi tab. 2.11/I).

**Tab. 2.11/I: Parametri caratteristici della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	20	gradi

#### Substrato lapideo

Sulla base delle analisi di laboratorio, alle argilliti scagliose ed al substrato arenaceo – argillitico possono essere attribuiti i parametri riportati nelle tabelle che seguono (vedi tab. 2.11/J e 2.11/K).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 142 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.11/J: Parametri caratteristici delle argilliti scagliose**

Peso di volume	$\gamma$	20.5	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	26	gradi

**Tab. 2.11/K: Parametri caratteristici del substrato arenaceo - argillitico integro**

Peso di volume	$\gamma$	22	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	30	gradi

Caratterizzazione sismica del sito

*Classificazione*

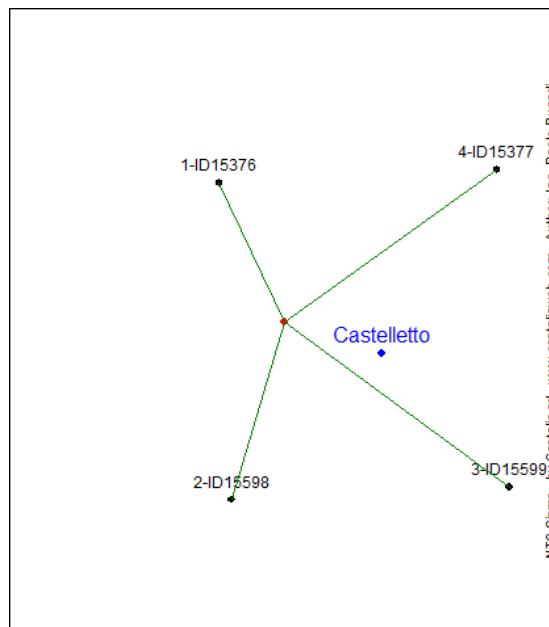
La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).

Le coordinate geografiche decimali del punto centrale del sito nel sistema WGS94 sono le seguenti:

lat: 44.754996; long: 9.775424

I risultati ottenuti sono riportati in fig. 2.11/D e nella tabella 2.11/L. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto cautelativamente di una Vita Nominale di 50 anni (opera ordinaria) e di una Classe d'uso I, per costruzioni con presenza occasionale di persone. E' stata assunta di conseguenza un periodo di riferimento,  $V_r$ , uguale a 35 anni (D.M. 14/01/2008, § 2.4.3).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 143 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.11/D** – Localizzazione del sito (in rosso) e dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento entro la quale si trova il sito.

**Tab. 2.11/L:** Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV)

Stati limite	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Probabilità di superamento nel Vr</b>	<b>0,81</b>	<b>0,63</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>
Tr	35 anni	35 anni	332 anni	682 anni
$a_g$	0,0465 g	0,0500 g	0,1250 g	0,1597 g
$F_o$	2,4504	2,4587	2,4872	2,5244
Tc	0,2300 sec	0,2361 sec	0,2778 sec	0,2867 sec

(\*) Vr periodo di riferimento, Tr tempo di ritorno,  $a_g$  accelerazione massima di riferimento,  $F_o$  fattore di amplificazione spettrale, Tc periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

#### *Categorie di suolo e condizioni topografiche*

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso è assimilabile ai sottosuoli compresi nella categoria A, per la quale il parametro di amplificazione stratigrafica SS vale 1 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).

Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del sito rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 144 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### *Azione sismica*

Poiché mancano analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{\max} = S_s ST a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i seguenti valori di  $a_{\max}$ :

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_{\max}$	0,0558	0,0600	0,1500	0,1916

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$k_v = 0.5 k_h$$

in cui  $k_h$  è il coefficiente della componente orizzontale della forza,  $k_v$  il coefficiente della componente verticale e  $\beta_s$  il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle Norme Tecniche SLC per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0.20 per SLO e SLD e 0.27 per SLV e SLC. I valori ottenuti sono i seguenti:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0,0111	0,0120	0,0300	0,0383
$k_v$	0,0056	0,0060	0,0150	0,0192

#### Parametri di progetto

Sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I) – (vedi tab. 2.11/M÷2.11/O).

**Tab. 2.11/M: Parametri di progetto della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	16	gradi



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 145 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.11/N: Parametri geotecnici di progetto delle argilliti scagliose**

Peso di volume	$\gamma$	20.5	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	21	gradi

**Tab. 2.11/O: Parametri geotecnici di progetto del substrato arenaceo - argillitico integro**

Peso di volume	$\gamma$	22	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	25	gradi

#### Metodi e condizioni delle verifiche

La posizione del profilo passante per la frana e per il microtunnel in progetto è rappresentata nello stralcio planimetrico. Il microtunnel attraversa l'area di frana ad una profondità di circa 50 m dal piano campagna e di circa 40 dal supposto piano di scorrimento.

E' stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV. I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nella versione di Bishop con il programma Slide 5.0 (*Rocscience Inc. - Toronto, Canada*).

Sono state esaminate superfici di scorrimento circolari, in presenza di sollecitazioni sismiche. Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, nella coltre di frana la superficie piezometrica è stata assunta come prossima al piano campagna, mentre per il substrato argillitico-arenaceo sono state stimate condizioni drenate.

I calcoli sono stati eseguiti su oltre 4800 superfici circolari, distribuite sull'intera sezione considerata. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati sia con aree di diverso colore all'interno della superficie quadrata che racchiude i centri dei cerchi di scorrimento (il colore corrisponde al fattore di sicurezza minimo della serie di cerchi con tale centro di scorrimento), sia con cerchi di diverso colore in funzione delle varie classi di valore del coefficiente di sicurezza.

La superficie riprodotta nella figura (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025) rappresenta il fattore di sicurezza minimo calcolato con il metodo di Bishop.

#### Risultati

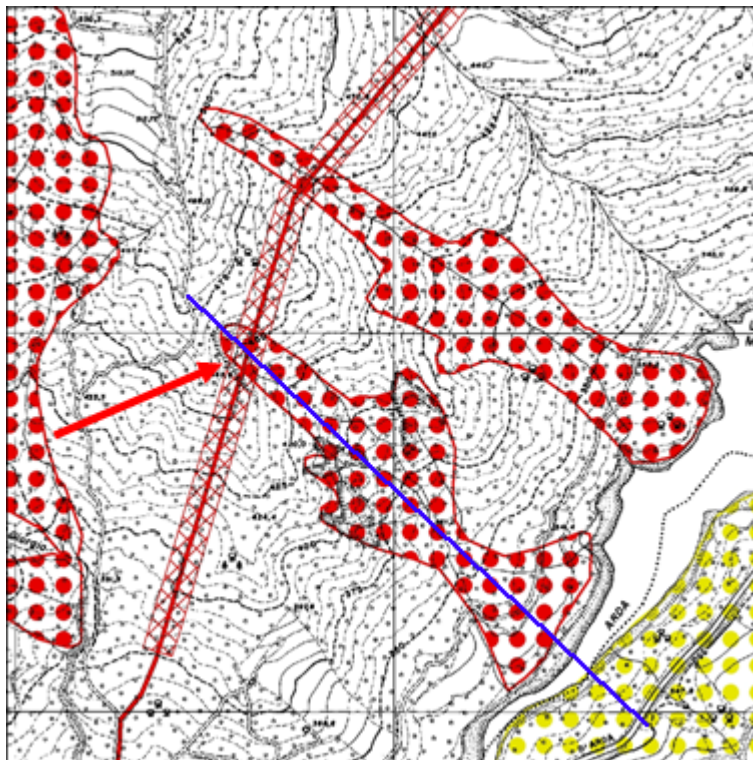
Le superfici di scorrimento con i coefficienti di sicurezza più bassi passanti nell'intorno del tunnel hanno valori intorno a 2,5, largamente superiori ai limiti di legge di 1,1.

#### **Area 31**

L'area classificata come frana attiva è ubicata ad ovest dell'invaso artificiale di Mignano, nel comune di Morfasso (vedi fig. 2.11/E).

Si prevede di attraversare l'area a quote nettamente inferiori (con circa 80 m di copertura), al di sotto della superficie interessata dal dissesto.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 146 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.11/E:** Area 31 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000. In colore blu la traccia della sezione utilizzata per le verifiche di stabilità

#### Indagini svolte

L'unico sondaggio a carotaggio continuo eseguito nell'area, non ha attraversato il substrato lapideo su cui si è formata la frana (Complesso di Pietra Parcellara). Per quanto riguarda la prospezione geofisica è stata svolta una campagna di sismica a riflessione lungo un profilo di misura longitudinale all'asse del tracciato (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025).

#### Litostratigrafia

Il corpo di frana, caratterizzato dalla presenza di evidenti nicchie di distacco, si è sviluppato lungo un versante piuttosto irregolare, con pendenze medie attorno al 25%. La successione sedimentaria affiorante nell'area è riconducibile all'Unità tettonica Groppallo. Essa è costituita prevalentemente dal Complesso di Pietra Parcellara (CPP), caratterizzato da breccie argillose costituite da argille grigio scure a struttura caotica, inglobanti blocchi subarrotondati di dimensioni molto variabili, con matrice argillitica sempre decisamente preponderante sui blocchi. All'interno del complesso sono state distinte due litofacies: *Arenarie ofiolitiche*, costituite da areniti medio-fini, a composizione ofiolitica prevalente e argille siltose debolmente marnose in strati sottili e medi di colore grigio-verde, con locali intercalazioni di marne siltose grigio chiare in livelli sottili, e *Breccie poligeniche*, costituite da breccie grano-sostenute e subordinatamente matrice-sostenute, ad elementi eterometrici di composizione ofiolitica (serpentiniti, basalti, oficalciti), sedimentaria (calcarei marnosi e calcilutiti chiare, calcareniti e areniti brune, argilliti scure e diaspri) e intrusiva (rocce granitoidi); la matrice è argillitica o arenitico-pelitica scura.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 147 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Condizioni idrogeologiche

Nella formazione di Pietra Parcellara, caratterizzata principalmente da litofacies di breccie argillose grano-sostenute, e subordinatamente matrice-sostenute, la permeabilità risulta medio-bassa, con limitato deflusso idrico sotterraneo condizionato dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso. L'accumulo di frana per contro è dotato di permeabilità primaria per porosità di valore medio - basso, ma sufficiente per instaurare una modesta circolazione idrica, diffusa nell'intero corpo di frana.

### Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito si possono definire due differenti unità litotecniche: l'accumulo di frana attiva, il substrato lapideo. Lo spessore della coltre della frana attiva è stato stimato in circa 10 m.

### Accumulo di frana

L'accumulo di frana è un deposito sostanzialmente incoerente, poco addensato, con subordinato scheletro lapideo immerso in abbondante matrice limoso - argillosa. Alla coltre di frana sono stati attribuiti i parametri geotecnici derivati dalle analisi di laboratorio eseguite per coltri di analoghe caratteristiche (vedi tab. 2.11/P).

**Tab. 2.11/P: Parametri caratteristici della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	20	gradi

### Substrato lapideo

Mancando analisi di laboratorio di campioni delle breccie di Pietra Parcellara, l'attribuzione dei parametri geotecnici è stata eseguita sulla base della classificazione RMR dell'ammasso eseguita nel profilo geomeccanico della galleria (vedi allegato indagini geognostiche). All'ammasso roccioso che forma il substrato lapideo è stata attribuita nel profilo una valutazione compresa tra la III e la IV classe. Considerando cautelativamente la IV classe, i parametri di resistenza attribuiti sono riportati nella seguente tabella (vedi tab. 2.11/Q).

**Tab. 2.11/Q: Parametri caratteristici delle breccie argillitiche**

Peso di volume	$\gamma$	23	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	25	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	200	gradi

### Caratterizzazione sismica del sito

#### Classificazione

La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).

Le coordinate geografiche decimali del punto centrale del sito nel sistema WGS94 sono le seguenti:

lat: 44.764051; long: 9.778961

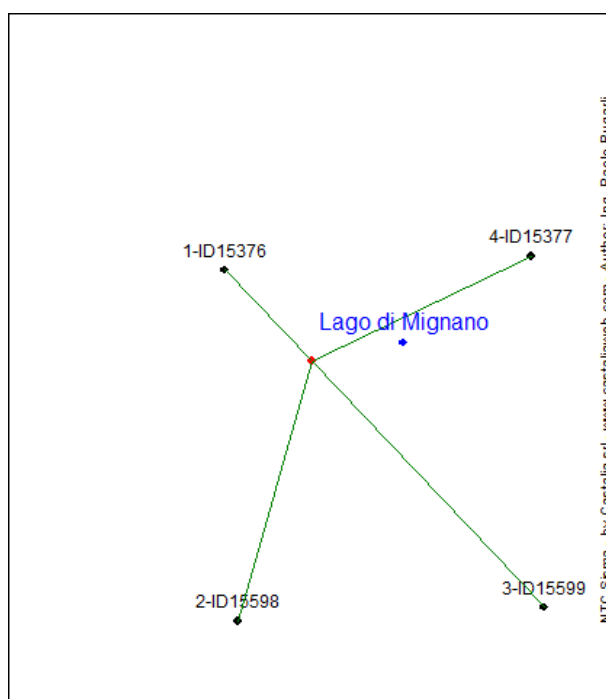
 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 148 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I risultati ottenuti sono riportati in fig. 2.11/F e nella tabella 2.11/R. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto cautelativamente di una Vita Nominale di 50 anni (opera ordinaria) e di una Classe d'uso I, per costruzioni con presenza occasionale di persone. E' stata assunta di conseguenza un periodo di riferimento, Vr, uguale a 35 anni (D.M. 14/01/2008, § 2.4.3).

**Tab. 2.11/R: Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV)**

Stati limite	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Probabilità di superamento nel Vr</b>	<b>0,81</b>	<b>0,63</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>
Tr	35 anni	35 anni	332 anni	682 anni
ag	0,0461 g	0,0496 g	0,1239 g	0,1583 g
Fo	2,4532	2,4613	2,4878	2,5237
Tc	0,2300 sec	0,2361 sec	0,2782 sec	0,2871 sec

(\*) Vr periodo di riferimento, Tr tempo di ritorno, ag accelerazione massima di riferimento, Fo fattore di amplificazione spettrale, Tc periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.



**Fig. 2.11/F: Localizzazione del sito di cava (in rosso) e dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento entro la quale si trova il sito.**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 149 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### *Categorie di suolo e condizioni topografiche*

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso è assimilabile ai sottosuoli compresi nella categoria A, per la quale il parametro di amplificazione stratigrafica SS vale 1 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).

Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del sito rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20.

#### *Azione sismica*

In assenza di analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{\max} = S_s ST a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i seguenti valori di  $a_{\max}$ :

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_{\max}$	0,0553	0,0595	0,1486	0,1899

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$k_v = 0,5 k_h$$

in cui  $k_h$  è il coefficiente della componente orizzontale della forza,  $k_v$  il coefficiente della componente verticale e  $\beta_s$  il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle Norme Tecniche SLC per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0.20 per SLO e SLD e 0.27 per SLV e SLC. I valori ottenuti sono i seguenti:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0,0110	0,0119	0,0297	0,0380
$k_v$	0,0055	0,0059	0,0149	0,0190

#### Parametri di progetto

Per il rilevato di inerti sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 150 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I) – (vedi tab. 2.11/S e 2.11/T).

**Tab. 2.11/S: Parametri di progetto della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	16	gradi

**Tab. 2.11/T: Parametri geotecnici di progetto delle brecce argillitiche**

Peso di volume	$\gamma$	23	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	160	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	20	gradi

#### Metodi e condizioni delle verifiche

La posizione del profilo passante per la frana e per il microtunnel in progetto è rappresentata nello stralcio planimetrico. Il microtunnel attraversa l'area di frana ad una profondità di circa 80 m dal piano campagna e di circa 65 m dal piano di scorrimento.

E' stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV. I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nella versione di Bishop con il programma Slide 5.0 (*Rocscience Inc. - Toronto, Canada*).

Sono state esaminate superfici di scorrimento circolari, in presenza di sollecitazioni sismiche. Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, nella coltre di frana la superficie piezometrica è stata assunta come prossima al piano campagna, mentre per il substrato di brecce argillitiche sono state stimate condizioni drenate.

I calcoli sono stati eseguiti su oltre 4800 superfici circolari, distribuite sull'intera sezione considerata. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati sia con aree di diverso colore all'interno della superficie quadrata che racchiude i centri dei cerchi di scorrimento (il colore corrisponde al fattore di sicurezza minimo della serie di cerchi con tale centro di scorrimento), sia con cerchi di diverso colore in funzione delle varie classi di valore del coefficiente di sicurezza.

La superficie riprodotta nella figura (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025) rappresenta il fattore di sicurezza minimo calcolato con il metodo di Bishop.

#### Risultati

Le superfici di scorrimento con i coefficienti di sicurezza più bassi passanti nell'intorno della galleria hanno valori intorno a 1,8, largamente superiori ai limiti di legge di 1,1.

#### **Area 32**

L'area classificata come frana attiva è ubicata ad ovest dell'invaso artificiale di Mignano, nel comune di Morfasso (vedi fig. 2.11/G).

Si prevede di attraversare l'area a quote nettamente inferiori (con circa 85 m di copertura), al di sotto della superficie interessata dal dissesto.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 151 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Indagini svolte

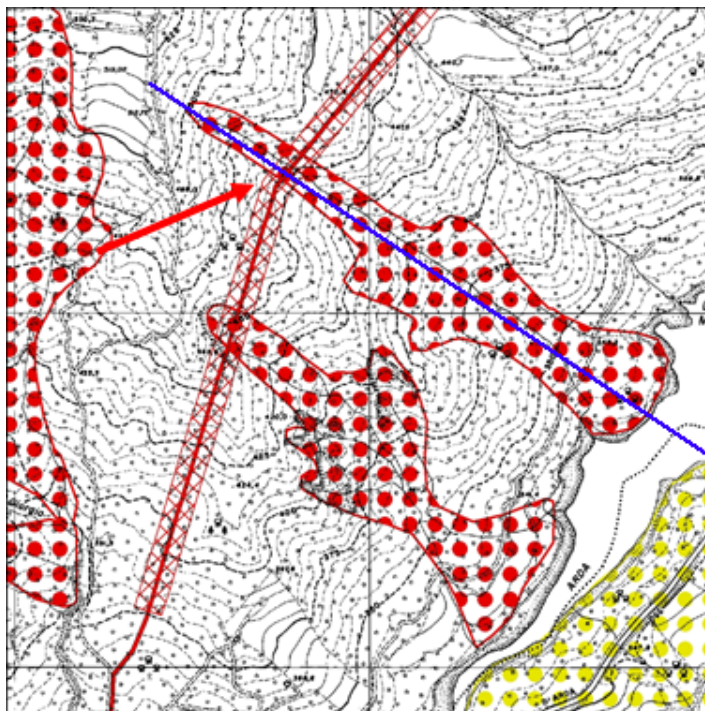
L'unico sondaggio a carotaggio continuo eseguito nell'area non ha attraversato il substrato lapideo su cui si è formata la frana (Complesso di Pietra Parcellara).

Per quanto riguarda la prospezione geofisica è stata svolta una campagna di sismica a riflessione lungo un profilo di misura longitudinale all'asse del tracciato (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025).

### Litostratigrafia

Il corpo di frana, caratterizzato dalla presenza di nicchie di distacco di chiara evidenza morfologica, si è sviluppato lungo un versante piuttosto irregolare, con pendenze medie attorno al 20-25%.

La successione sedimentaria affiorante nell'area è riconducibile all'Unità tettonica Groppallo. L'unità tettonica Groppallo è costituita prevalentemente dal Complesso di Pietra Parcellara (CPP), caratterizzato da breccie argillose costituite da argille grigio scure a struttura caotica, inglobanti blocchi subarrotondati di dimensioni molto variabili, con matrice argillitica sempre decisamente preponderante sui blocchi. All'interno del complesso sono state distinte due litofacies: *Arenarie ofiolitiche*, costituite da areniti medio-fini, a composizione ofiolitica prevalente e argille siltose debolmente marnose in strati sottili e medi di colore grigio-verde, con locali intercalazioni di marne siltose grigio chiare in livelli sottili, e *Breccie poligeniche*, costituite da breccie grano-sostenute e subordinatamente matrice-sostenute, ad elementi eterometrici di composizione ofiolitica (serpentiniti, basalti, oficalciti), sedimentaria (calcarei marnosi e calcilutiti chiare, calcareniti e areniti brune, argilliti scure e diaspri) e intrusiva (rocce granitoidi); la matrice è argillitica o arenitico-pelitica scura.



**Fig. 2.11/G:** Area 32 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000. In colore blu la traccia della sezione utilizzata per le verifiche di stabilità

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 152 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Condizioni idrogeologiche

Nella formazione di Pietra Parcellara, caratterizzata da litofacies di brecce argillose grano-sostenute, e subordinatamente matrice-sostenute, la permeabilità risulta medio-bassa, con limitato deflusso idrico sotterraneo condizionato dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso. L'accumulo di frana per contro è dotato di permeabilità primaria per porosità di valore medio basso, ma sufficiente per instaurare una modesta circolazione idrica, diffusa nell'intero corpo di frana.

#### Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito si possono definire due differenti unità litotecniche: l'accumulo di frana attiva, il substrato lapideo. Lo spessore della coltre della frana attiva è stato stimato in circa 10 m.

#### Accumulo di frana

L'accumulo di frana è un deposito sostanzialmente incoerente, poco addensato, con subordinato scheletro lapideo immerso in abbondante matrice limoso - argillosa. Alla coltre di frana sono stati attribuiti i parametri geotecnici derivati dalle analisi di laboratorio eseguite per coltri di analoghe caratteristiche (vedi tab. 2.11/U).

**Tab. 2.11/U: Parametri caratteristici della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	20	gradi

#### Substrato lapideo

Mancando analisi di laboratorio di campioni dell'ammasso roccioso delle brecce di Pietra Parcellara, l'attribuzione dei parametri geotecnici è stata eseguita sulla base della classificazione RMR dell'ammasso eseguita nel profilo geomeccanico della galleria (vedi annesso C). All'ammasso roccioso che forma il substrato lapideo nello stesso profilo è stata attribuita una valutazione intermedia tra la III e la IV classe. Considerando cautelativamente la IV classe, i parametri di resistenza possono essere attribuiti e sono riportati nella seguente tabella (vedi tab. 2.11/V).

**Tab. 2.11/V: Parametri caratteristici delle brecce argillitiche**

Peso di volume	$\gamma$	23	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	25	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	200	gradi

#### Caratterizzazione sismica del sito

##### Classificazione

La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).

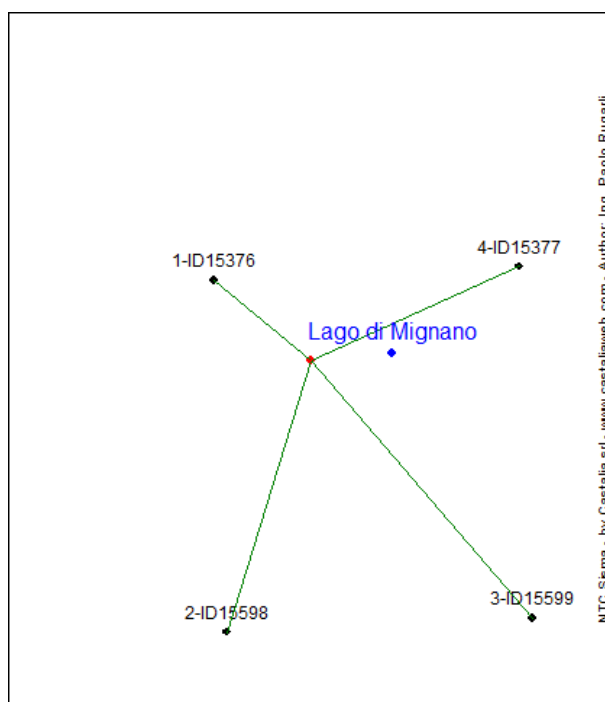
Le coordinate geografiche decimali del punto centrale del sito nel sistema WGS94 sono le seguenti:

lat: 44.765612; long: 9.781290



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 153 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I risultati ottenuti sono riportati in fig. 2.11/H e nella tabella 2.11/W. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto cautelativamente di una Vita Nominale di 50 anni (opera ordinaria) e di una Classe d'uso I, per costruzioni con presenza occasionale di persone. E' stata assunta di conseguenza un periodo di riferimento,  $V_r$ , uguale a 35 anni (D.M. 14/01/2008, § 2.4.3).



**Fig. 2.11/H:** Localizzazione del sito (in rosso) e dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento entro la quale si trova il sito.

**Tab. 2.11/W – Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV)**

Stati limite	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Probabilità di superamento nel <math>V_r</math></b>	<b>0,81</b>	<b>0,63</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>
$T_r$	35 anni	35 anni	332 anni	682 anni
$a_g$	0,0461 g	0,0496 g	0,1240 g	0,1584 g
$F_o$	2,4532	2,4612	2,4879	2,5239
$T_c$	0,2300 sec	0,2361 sec	0,2782 sec	0,2871 sec

(\*)  $V_r$  periodo di riferimento,  $T_r$  tempo di ritorno,  $a_g$  accelerazione massima di riferimento,  $F_o$  fattore di amplificazione spettrale,  $T_c$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 154 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

*Categorie di suolo e condizioni topografiche*

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso è assimilabile ai sottosuoli compresi nella categoria A, per la quale il parametro di amplificazione stratigrafica SS vale 1 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).

Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del sito rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20.

*Azione sismica*

In mancanza di analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{\max} = S_s ST a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i seguenti valori di  $a_{\max}$ :

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_{\max}$	0,0553	0,0595	0,1488	0,1900

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$k_v = 0,5 k_h$$

in cui  $k_h$  è il coefficiente della componente orizzontale della forza,  $k_v$  il coefficiente della componente verticale e  $\beta_s$  il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle Norme Tecniche SLC per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0,20 per SLO e SLD e 0,27 per SLV e SLC. I valori ottenuti sono i seguenti:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0,0110	0,0119	0,0297	0,0380
$k_v$	0,0055	0,0060	0,0149	0,0190

*Parametri di progetto*

Sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I) – (vedi tab. 2.11/X e 2.11/Y).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 155 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.11/X: Parametri di progetto della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	16	gradi

**Tab. 2.11/Y: Parametri geotecnici di progetto delle brecce argillitiche**

Peso di volume	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	160	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	20	gradi

#### Metodi e condizioni delle verifiche

La posizione del profilo passante per la frana e per il microtunnel in progetto è rappresentata nello stralcio planimetrico. Il microtunnel attraversa l'area di frana ad una profondità di circa 85 m dal piano campagna e di 78 m dal supposto piano di scorrimento.

E' stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV. I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nella versione di Bishop con il programma Slide 5.0 (*Rocscience Inc. - Toronto, Canada*).

Sono state esaminate superfici di scorrimento circolari, in presenza di sollecitazioni sismiche. Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, nella coltre di frana la superficie piezometrica è stata assunta come prossima al piano campagna, mentre per il substrato di brecce argillitiche sono state stimate condizioni drenate.

I calcoli sono stati eseguiti su oltre 4800 superfici circolari, distribuite sull'intera sezione considerata. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati sia con aree di diverso colore all'interno della superficie quadrata che racchiude i centri dei cerchi di scorrimento (il colore corrisponde al fattore di sicurezza minimo della serie di cerchi con tale centro di scorrimento), sia con cerchi di diverso colore in funzione delle varie classi di valore del coefficiente di sicurezza.

La superficie riprodotta nella figura (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025) rappresenta il fattore di sicurezza minimo calcolato con il metodo di Bishop.

#### Risultati

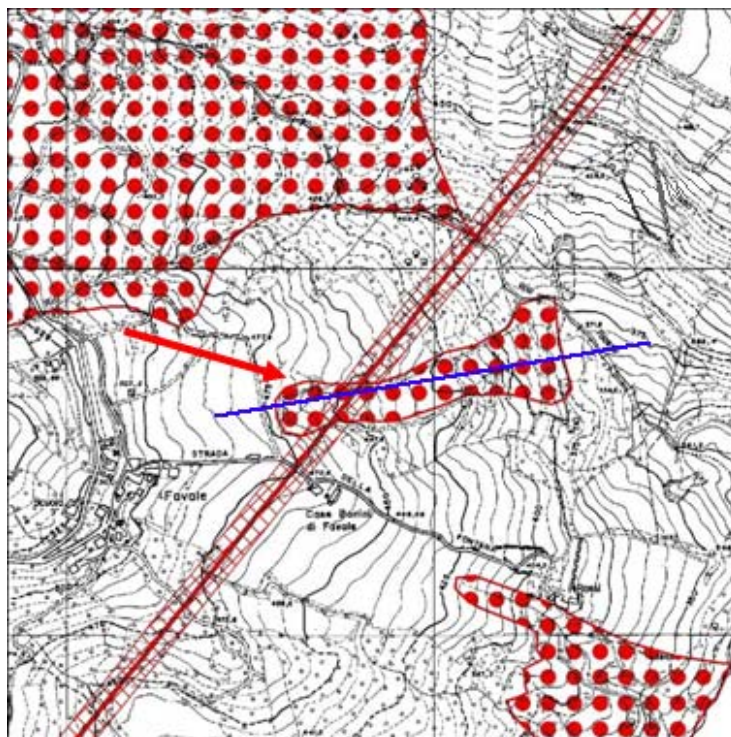
Le superfici di scorrimento con i coefficienti di sicurezza più bassi passanti per la galleria hanno valori intorno a 1,9, largamente superiori ai limiti di legge di 1,1.

#### **Area 33**

L'area classificata come frana attiva è ubicata ad ovest dell'invaso artificiale di Mignano, nel comune di Morfasso (vedi fig. 2.11/I).

Il tracciato in progetto attraversa in galleria la parte apicale della zona franosa, posta a quote comprese tra 445 e 455 metri. Si prevede di attraversare l'area a quote nettamente inferiori (con circa 80 m di copertura), al di sotto della superficie interessata dal dissesto.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 156 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.11/I:** Area 33 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000. In colore blu la traccia della sezione utilizzata per le verifiche di stabilità

#### Indagini svolte

E' stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo, ubicato lungo l'asse di scavo della galleria, effettuando prove penetrometriche in foro (SPT) e prelevando campioni rimaneggiati. Lungo un profilo di misura longitudinale all'asse del tracciato è stata svolta una campagna di sismica a riflessione. Nelle Arenarie di Scabiazza sono stati eseguiti rilievi geomeccanici lungo stendimenti (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025).

#### Litostratigrafia

La zona franosa ha una lunghezza massima di circa 400 m ed una larghezza di circa 50) e si è sviluppata lungo un versante con pendenze medie di 25% circa.

La successione sedimentaria affiorante nell'area è riconducibile all'Unità tettonica Cassio, costituita da una sequenza stratigrafica continua che comprende le Arenarie di Scabiazza, le Argille varicolori di Cassio, il Flysch di M. Cassio. Il substrato lapideo della frana è riferibile alla Formazione delle Arenarie di Scabiazza, costituita da litoareniti micacee fini, grigio nocciola, e peliti siltoso-marnose grigio scure, in strati da molto sottili a medi. Localmente sono osservabili strati molto spessi, fino a banchi, di marne calcaree grigie a base arenitica e conglomerati e calcilutiti in strati spessi con sottili intercalazioni di argilliti rossastre. Le Arenarie di Scabiazza si presentano sempre intensamente tettonizzate, con pieghe a tutte le scale.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 157 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Condizioni idrogeologiche

Nelle Arenarie di Scabiazza, caratterizzate da litologie argillitico –marnose prevalenti, la permeabilità risulta bassa, con limitato deflusso idrico sotterraneo condizionato dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, in particolare delle sequenze arenacee. Durante l'esecuzione del sondaggio geognostico non è stata rilevata presenza di carichi idraulici. L'accumulo di frana per contro è dotato di permeabilità primaria per porosità di valore medio basso, ma sufficiente per instaurare una modesta circolazione idrica, diffusa nell'intero corpo di frana.

#### Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito si possono definire due differenti unità litotecniche: l'accumulo di frana attiva, il substrato lapideo. Lo spessore della coltre della frana attiva è stato stimato in circa 15 m.

#### Accumulo di frana

L'accumulo di frana è un deposito sostanzialmente incoerente, poco addensato, con subordinato scheletro lapideo arenaceo immerso in abbondante matrice limoso - argillosa. Alla coltre di frana sono stati attribuiti i parametri geotecnici derivati dalle analisi di laboratorio eseguite per coltri di analoghe caratteristiche (vedi fig. 2.11/Z).

**Tab. 2.11/Z: Parametri caratteristici della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	20	gradi

#### Substrato lapideo

Per la valutazione dei parametri geotecnici delle Arenarie di Scabiazza sono stati utilizzati i risultati delle analisi di laboratorio dei campioni prelevati nel sondaggio (vedi tab. 2.11/AA).

**Tab. 2.11/AA: Parametri caratteristici del substrato arenaceo-argillitico**

Peso di volume	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	25	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	31	gradi

#### Caratterizzazione sismica del sito

##### Classificazione

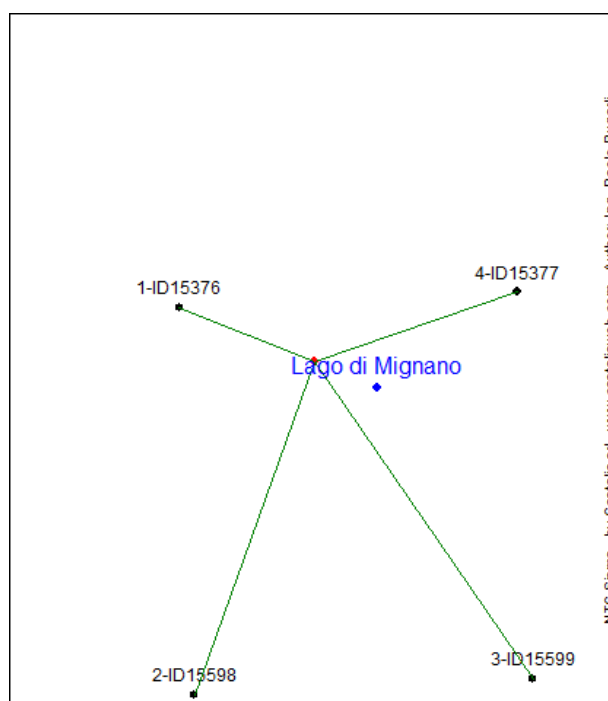
La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).

Le coordinate geografiche decimali del punto centrale del sito nel sistema WGS94 sono le seguenti:

lat: 44.770017; long: 9.786985

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 158 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I risultati ottenuti sono riportati in fig. 2.11/L e nella tabella 2.11/AB. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto cautelativamente di una Vita Nominale di 50 anni (opera ordinaria) e di una Classe d'uso I, per costruzioni con presenza occasionale di persone. E' stata assunta di conseguenza un periodo di riferimento,  $V_r$ , uguale a 35 anni (D.M. 14/01/2008, § 2.4.3).



**Fig. 2.11/L:** Localizzazione del sito (in rosso) e dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento entro la quale si trova il sito.

**Tab. 2.11/AB:** Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV)

Stati limite	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Probabilità di superamento nel <math>V_r</math></b>	<b>0,81</b>	<b>0,63</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>
$T_r$	35 anni	35 anni	332 anni	682 anni
$a_g$	0,0462 g	0,0496 g	0,1241 g	0,1586 g
$F_o$	2,4529	2,4610	2,4885	2,5246
$T_c$	0,2300 sec	0,2361 sec	0,2781 sec	0,2870 sec

(\*)  $V_r$  periodo di riferimento,  $T_r$  tempo di ritorno,  $a_g$  accelerazione massima di riferimento,  $F_o$  fattore di amplificazione spettrale,  $T_c$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 159 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### *Categorie di suolo e condizioni topografiche*

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso è assimilabile ai sottosuoli compresi nella categoria A, per la quale il parametro di amplificazione stratigrafica SS vale 1 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).

Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del sito rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20 (vedi tab. 2.11/AB).

#### *Azione sismica*

Poiché mancano analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{\max} = S_s ST a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i seguenti valori di  $a_{\max}$ :

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_{\max}$	0,0554	0,0595	0,1489	0,1903

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$k_v = 0,5 k_h$$

in cui  $k_h$  è il coefficiente della componente orizzontale della forza,  $k_v$  il coefficiente della componente verticale e  $\beta_s$  il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle Norme Tecniche SLC per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0.20 per SLO e SLD e 0.27 per SLV e SLC. I valori ottenuti sono i seguenti:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0,0110	0,0119	0,0298	0,0381
$k_v$	0,0055	0,0060	0,0149	0,0191

#### *Parametri di progetto*

Sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I) – (vedi tab. 2.11/AC e 2.11/AD).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 160 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.11/AC: Parametri di progetto della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	16	gradi

**Tab. 2.11/AD: Parametri geotecnici di progetto delle brecce argillitiche**

Peso di volume	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	20	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	26	gradi

#### Metodi e condizioni delle verifiche

La posizione del profilo passante per la frana e per il microtunnel in progetto è rappresentata nello stralcio planimetrico. Il microtunnel attraversa l'area di frana ad una profondità di circa 80 m dal piano campagna e a circa 60 m dal supposto piano di scorrimento.

E' stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV. I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nella versione di Bishop con il programma Slide 5.0 (*Rocscience Inc. - Toronto, Canada*).

Sono state esaminate superfici di scorrimento circolari, in presenza di sollecitazioni sismiche. Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, nella coltre di frana la superficie piezometrica è stata assunta come prossima al piano campagna, mentre per il substrato argillitico – arenaceo sono state stimate condizioni drenate.

I calcoli sono stati eseguiti su oltre 4800 superfici circolari, distribuite sull'intera sezione considerata. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati sia con aree di diverso colore all'interno della superficie quadrata che racchiude i centri dei cerchi di scorrimento (il colore corrisponde al fattore di sicurezza minimo della serie di cerchi con tale centro di scorrimento), sia con cerchi di diverso colore in funzione delle varie classi di valore del coefficiente di sicurezza.

La superficie riprodotta nella figura (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025) rappresenta il fattore di sicurezza minimo calcolato con il metodo di Bishop.

#### Risultati

Le superfici di scorrimento con i coefficienti di sicurezza più bassi passanti nell'intorno della galleria hanno valori intorno a 2,6, largamente superiori ai limiti di legge di 1,1.

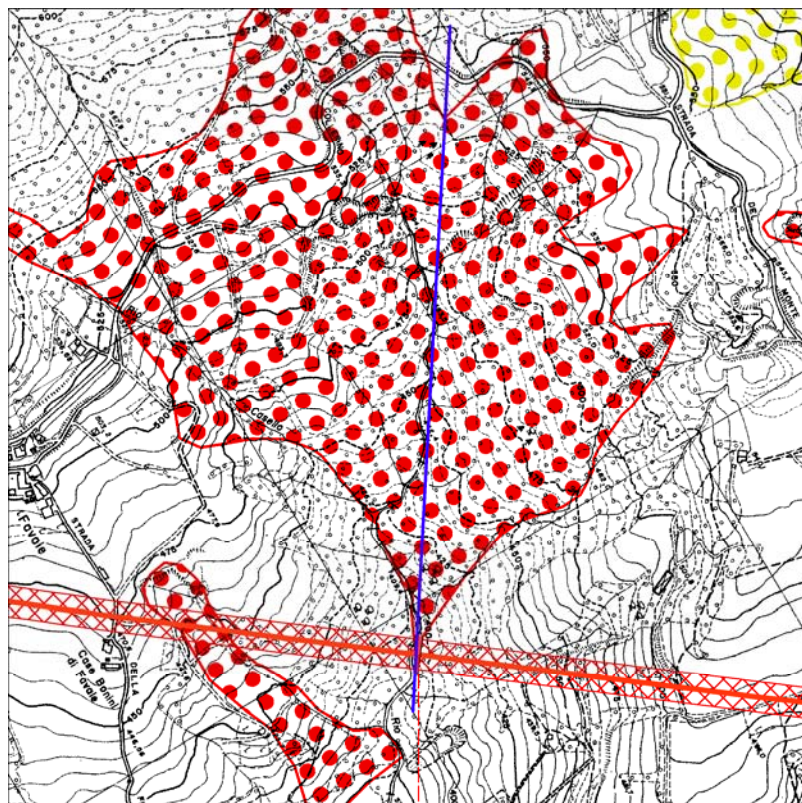
#### **Area 33bis**

L'area classificata come frana attiva è ubicata ad ovest dell'invaso artificiale di Mignano, nel comune di Morfasso (vedi fig. 2.11/M).

La zona franosa attraversata è estremamente ridotta e marginale rispetto all'estensione complessiva dell'accumulo. Si prevede di attraversare l'area a quote inferiori (copertura di circa 30 m), al di sotto della superficie interessata dal dissesto.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 161 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 2.11/M: Area 33bis - stralcio planimetrico in scala 1:10.000. In colore blu la traccia della sezione utilizzata per le verifiche di stabilità**

#### Indagini svolte

Il sondaggio a carotaggio continuo, eseguito lungo l'asse di scavo della galleria, non attraversa il substrato lapideo della frana (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025). Lungo un profilo di misura longitudinale all'asse del tracciato è stata svolta una campagna di sismica a riflessione. Nelle Argille varicolori di Cassio, che formano il substrato dell'area, sono stati eseguiti rilievi geomeccanici lungo stendimenti.

#### Litostratigrafia

La zona franosa ha una lunghezza massima di circa 900 m ed una larghezza di circa 800 e si è sviluppata lungo un versante con pendenze medie di 25% circa.

La successione sedimentaria affiorante nell'area è riconducibile all'unità tettonica Cassio, costituita da una sequenza stratigrafica continua che comprende le Arenarie di Scabiazza, le Argille varicolori di Cassio, il Flysch di M. Cassio. Il substrato lapideo della frana è riferibile alle Formazioni delle Arenarie di Scabiazza e in misura più limitata alle Argille varicolori di Cassio. Le Arenarie di Scabiazza sono costituite da litoareniti micacee fini, grigio nocciola, e peliti siltoso-marnose grigio scure, in strati da molto sottili a medi. Localmente sono osservabili strati molto spessi, fino a banchi, di marne calcaree grigie a base arenitica, conglomerati e calciliti in strati spessi con sottili intercalazioni di argilliti rossastre. Le Argille varicolori di Cassio sono formate da argilliti varicolori, più o meno siltose e solo raramente marnose, con intercalazioni di arenarie torbiditiche fini. All'interno della formazione delle Argille varicolori di Cassio è

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 162 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

stato distinto un membro arenaceo-conglomeratico, in strati da medi a molto spessi e da litoareniti medio-grossolane chiare. I conglomerati dei Salti del Diavolo sono intercalati stratigraficamente nella parte alta delle Argille varicolori di Cassio.

#### Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito si possono definire due differenti unità litotecniche: l'accumulo di frana attiva, ed il substrato lapideo, rappresentato dalle Arenarie di Scabiazza e dalla facies arenaceo - conglomeratica delle Argille varicolori di Cassio. Lo spessore della coltre della frana attiva in prossimità della galleria è stato stimato in circa 5 m .

#### Accumulo di frana

L'accumulo di frana è un deposito sostanzialmente incoerente, poco addensato, con subordinato scheletro lapideo immerso in abbondante matrice limoso - argillosa. Alla coltre di frana sono stati attribuiti i parametri geotecnici derivati dalle analisi di laboratorio eseguite per coltri di analoghe caratteristiche (vedi tab. 2.11/AE).

**Tab. 2.11/AE: Parametri caratteristici della coltre di frana**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	20	gradi

#### Substrato lapideo

Per la valutazione dei parametri geotecnici delle Arenarie di Scabiazza e delle Argille varicolori di Cassio sono stati utilizzati i risultati del rilievo geomeccanico eseguito in 3 stazioni situate in prossimità dell'area.

I valori stimati di RMR base, di poco superiori a 60 per entrambe le formazioni, consentono di considerare il substrato lapideo come una sola unità litotecnica. Tenuto conto che tale *rating* si situa al limite tra II e III classe, si possono cautelativamente assumere i parametri medi della III classe, indicati in tabella (vedi tab. 2.11/AF).

**Tab. 2.11/AF: Parametri caratteristici del substrato arenaceo-argillitico**

Peso di volume	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	250	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	30	gradi

#### Caratterizzazione sismica

##### Classificazione

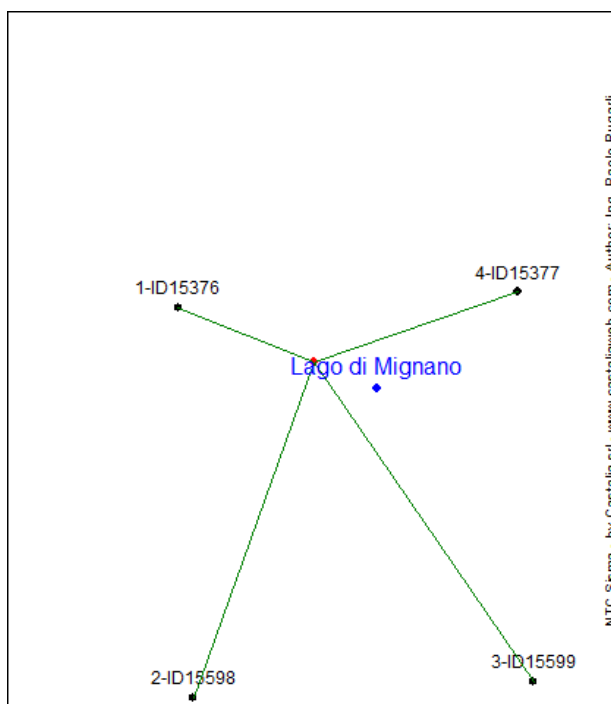
La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).

Le coordinate geografiche decimali del punto centrale del sito nel sistema WGS94 sono le seguenti:

lat: 44.772525; long: 9.790425

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 163 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I risultati ottenuti sono riportati in fig. 2.11/N e nella tabella 2.11/AG. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto cautelativamente di una Vita Nominale di 50 anni (opera ordinaria) e di una Classe d'uso I, per costruzioni con presenza occasionale di persone. E' stata assunta di conseguenza un periodo di riferimento,  $V_r$ , uguale a 35 anni (D.M. 14/01/2008, § 2.4.3).



**Fig. 2.11/N:** Localizzazione del sito (in rosso) e dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento entro la quale si trova il sito.

**Tab. 2.11/AG:** Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV)

Stati limite	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento nel $V_r$	<b>0,81</b>	<b>0,63</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>
$T_r$	35 anni	35 anni	332 anni	682 anni
$a_g$	0,0462 g	0,0496 g	0,1241 g	0,1586 g
$F_o$	2,4529	2,4610	2,4885	2,5246
$T_c$	0,2300 sec	0,2361 sec	0,2781 sec	0,2870 sec

(\*)  $V_r$  periodo di riferimento,  $T_r$  tempo di ritorno,  $a_g$  accelerazione massima di riferimento,  $F_o$  fattore di amplificazione spettrale,  $T_c$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 164 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Categorie di suolo e condizioni topografiche

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso è assimilabile ai sottosuoli compresi nella categoria A, per la quale il parametro di amplificazione stratigrafica SS vale 1 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).

Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del sito rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20.

#### Azione sismica

Poiché mancano analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{\max} = S_s ST a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i seguenti valori di  $a_{\max}$ :

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_{\max}$	0,0554	0,0595	0,1489	0,1903

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$k_v = 0,5 k_h$$

in cui  $k_h$  è il coefficiente della componente orizzontale della forza,  $k_v$  il coefficiente della componente verticale e  $\beta_s$  il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle Norme Tecniche SLC per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0.20 per SLO e SLD e 0.27 per SLV e SLC. I valori ottenuti sono i seguenti:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0,0110	0,0119	0,0298	0,0381
$k_v$	0,0055	0,0060	0,0149	0,0191

#### Parametri di progetto

Sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I) – (vedi tab. 2.11/AH e 2.11/AI).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 165 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab 2.11/AH: Parametri di progetto della coltre di frana//**

Peso di volume	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	16	gradi

**Tab. 2.11/AI: Parametri geotecnici di progetto del substrato arenaceo - argillitico**

Peso di volume	$\gamma$	21	kN/m <sup>3</sup>
Coesione intercetta	$c'$	200	kN/m <sup>2</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	25	gradi

Metodi e condizioni delle verifiche

La posizione del profilo passante per la frana e per il microtunnel in progetto è rappresentata nello stralcio planimetrico. Il microtunnel attraversa l'area di frana ad una profondità di circa 30 m dal piano campagna e di circa 20 m dal piano di scorrimento.

E' stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV. I calcoli di stabilità sono stati eseguiti applicando il metodo dell'equilibrio limite nella versione di Bishop con il programma Slide 5.0 (Rocscience Inc. - Toronto, Canada).

Sono state esaminate superfici di scorrimento circolari, in presenza di sollecitazioni sismiche. Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, nella coltre di frana la superficie piezometrica è stata assunta come prossima al piano campagna, mentre per il substrato argillitico sono state stimate condizioni drenate.

I calcoli sono stati eseguiti su oltre 4800 superfici circolari, distribuite sull'intera sezione considerata. I valori dei fattori di sicurezza sono rappresentati sia con aree di diverso colore all'interno della superficie quadrata che racchiude i centri dei cerchi di scorrimento (il colore corrisponde al fattore di sicurezza minimo della serie di cerchi con tale centro di scorrimento), sia con cerchi di diverso colore in funzione delle varie classi di valore del coefficiente di sicurezza.

La superficie riprodotta nella figura (vedi Annesso C - SPC. LA-E-83025) rappresenta il fattore di sicurezza minimo calcolato con il metodo di Bishop.

Risultati

Le superfici di scorrimento con i coefficienti di sicurezza più bassi passanti nell'intorno della galleria hanno valori intorno a 3, largamente superiori ai limiti di legge di 1,1.

2.11.2 Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 750 (30") in dismissione

Le frane attive che, secondo la classificazione del PAI del Bacino del Po, interferiscono con la linea in dismissione sono riportate nella tabella seguente (vedi tab. 2.11/AJ).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 166 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.11/AJ: Frane attive intersecate dal Metanodotto Pontremoli – Cortemaggiore DN 750 (30”) in dismissione**

Area	Da (km)	A (km)	Perc. (km)	Comune	Attività del dissesto
<b>Metanodotto "Pontremoli - Cortemaggiore DN 750 (30")" in dismissione</b>					
	<b>18,775</b>			<b>Borgo Val di Taro</b>	
44	20,660	20,940	0,280		Frane attive
	<b>23,495</b>			<b>Albareto</b>	
47	35,670	35,740	0,070		Frane attive
48	36,215	36,325	0,110		
50	36,700	36,785	0,085		
51	37,610	38,025	0,415		
	<b>41,440</b>			<b>Bardi</b>	
57	47,130	47,255	0,125		Frane attive
62	51,580	51,660	0,080		
63	51,820	52,110	0,290		
65	53,030	53,230	0,200		
	<b>54,200</b>	<b>61,730</b>		<b>Tratto in esercizio nei comuni di Bardi e di Morfasso</b>	
	<b>61,730</b>			<b>Morfasso</b>	
69	64,780	65,060	0,280		Frane attive
	<b>66,820</b>			<b>Lugagnano Val d'Arda</b>	
	<b>67,760</b>			<b>Morfasso</b>	
	<b>68,185</b>			<b>Lugagnano Val d'Arda</b>	
73	71,000	71,010	0,010		Frane attive
	<b>77,405</b>			<b>Carpaneto Piacentino</b>	
	<b>96,170</b>			<b>Cortemaggiore</b>	

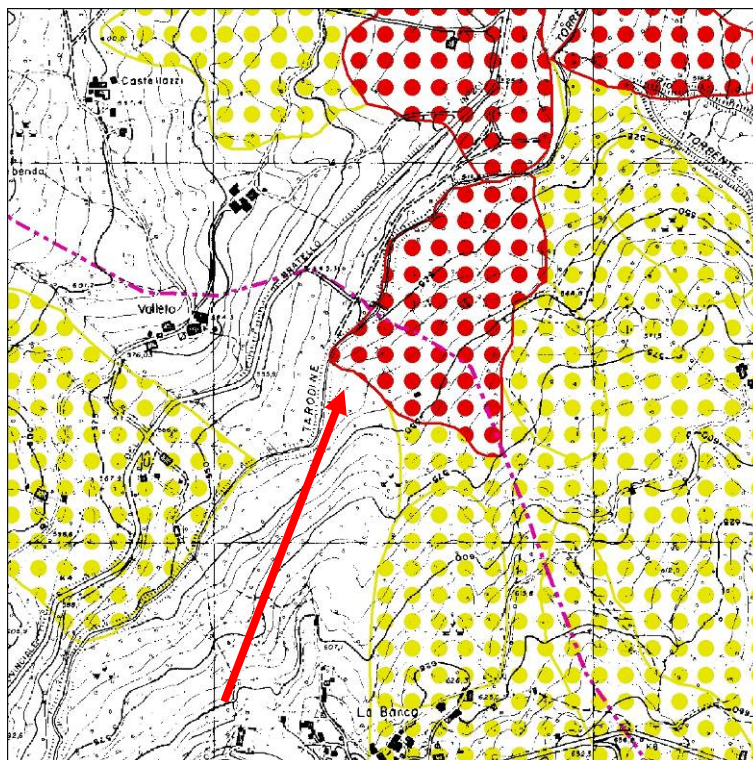
#### **Area 44**

Indicata dal PAI come frana attiva, l'area è situata verso la base del versante che poco a valle di L'Arzola scende verso il T. Tarodine (vedi fig. 2.11/O).

L'accumulo ha una forma grosso modo triangolare, con lunghezza massima di circa 250 m e larghezza massima di 300 m. Il tracciato lo attraversa per una lunghezza di circa 280 m, con andamento in gran parte parallelo rispetto alla direzione di massima pendenza del versante. La morfologia è ondulata, con significative variazioni di pendenza a piccola scala. L'acclività media si aggira intorno al 20-25%. Nell'area non sono presenti abitazioni o strade importanti.

Le misure inclinometriche più recenti (nell'area sono installati due inclinometri) indicano che la superficie di scivolamento è situata ad una profondità di circa una decina di metri dal piano campagna nella parte sommitale e di circa una ventina di metri verso il piede dell'accumulo, e che la velocità di movimento è molto lenta (intorno a 1 cm/anno).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna		<b>SPC. LA-E-83016</b>
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore		Fg. 167 di 267



**Fig. 2.11/O: Area 44 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

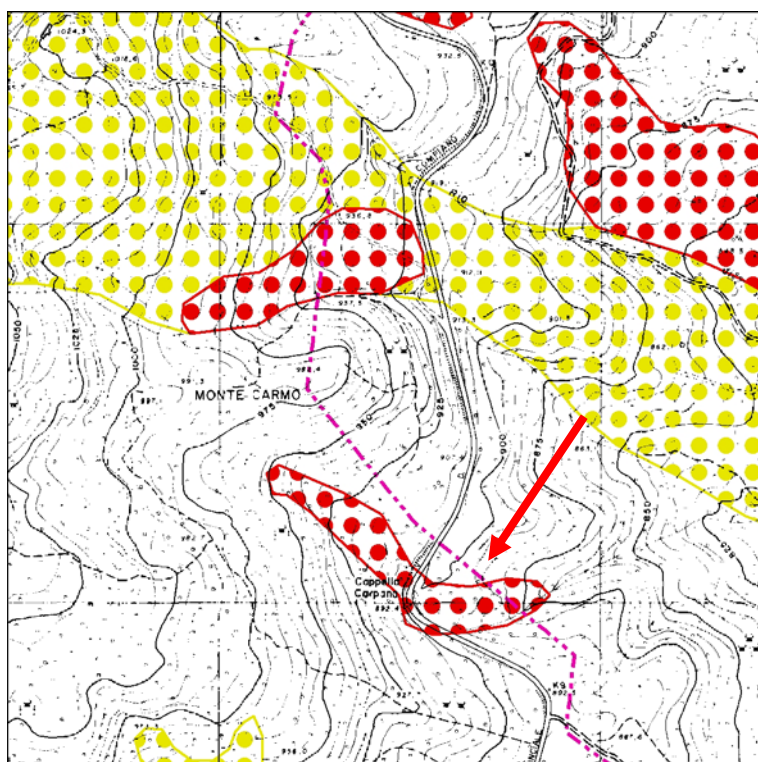
Poiché la linea in dismissione attraversa l'accumulo circa parallelamente alla direzione di massima pendenza del versante, non verranno create, a causa dello scavo, variazioni significative dell'equilibrio del corpo di frana. Inoltre, poiché l'intervento di dismissione interesserà solo lo strato superficiale dell'accumulo, per una profondità di circa 2,5 m dal p.c., in un corpo di frana di notevole estensione, la cui superficie di scivolamento è situata a profondità comprese tra 10 e 20 m dal p.c., i volumi di scavo sono trascurabili in rapporto al volume complessivo dell'accumulo in condizioni di equilibrio instabile (con velocità di movimento molto bassa). Per tali ragioni si esclude che l'intervento possa avere un impatto significativo sulle condizioni di stabilità del corpo di frana.

Al termine dei lavori di dismissione si ritiene necessario ripristinare le opere di difesa spondale presenti su entrambe le sponde del T. Tarodine, costituite da scogliere in massi, e le opere di regimazione delle acque esistenti, sia superficiali (canalette metalliche) che profonde (trincee drenanti).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 168 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Area 47

Si tratta di una frana classificata come attiva, situata in una piccola valle che delimita verso sud la dorsale del M. Carmo (vedi fig. 2.11/P). Il corpo di frana ha forma allungata, con lunghezza massima di circa 400 m e larghezza massima di 70-80 m. Il tracciato lo attraversa in modo normale rispetto alla direzione di massima pendenza del versante.



**Fig. 2.11/P: Area 47 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

L'accumulo di frana, formato da ghiaia con un'abbondante matrice sabbioso – limoso – argillosa, è esposto, a monte della SP di Compiano, lungo le sponde del rio Cappellina da una profonda incisione erosiva. A valle della SP la morfologia diviene marcatamente ondulata. Non sono stati rilevati indizi morfologici di movimenti recenti, nemmeno a carico della sede stradale.

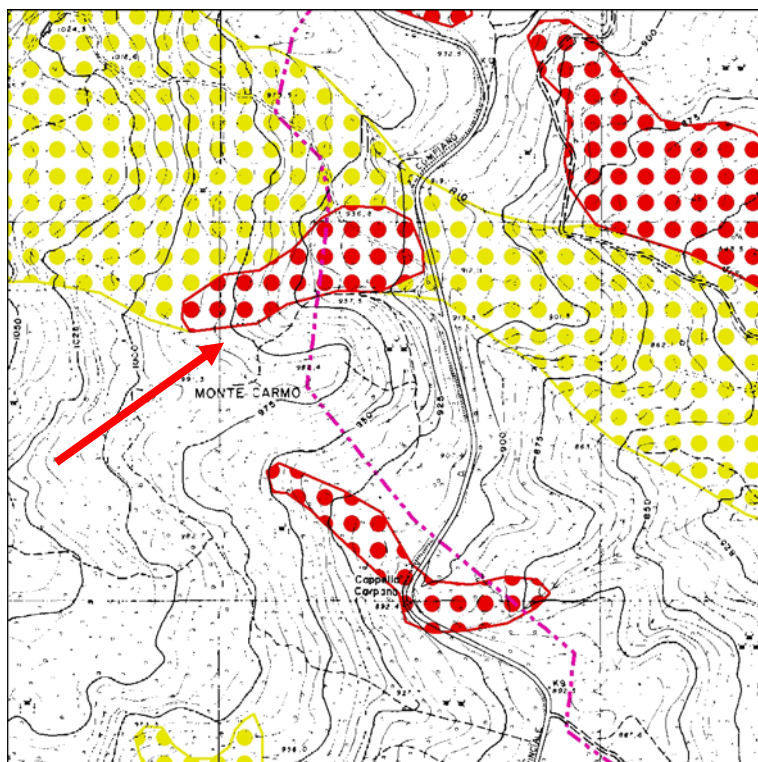
Il tracciato in dismissione attraversa il piede del corpo di frana, caratterizzato da una morfologia di accumulo, ondulata e a bassa pendenza, e sostanzialmente stabilizzato rispetto al settore sommitale a maggiore acclività in cui si è verificato il distacco. Inoltre la sede stradale che attraversa la parte mediana della frana a monte dell'attraversamento non appare interessata da indizi di deformazione. Si può stimare pertanto trascurabile il rischio associato all'intervento di scavo durante la fase di dismissione, e non si ritiene necessaria la realizzazione di opere complementari oltre ai normali interventi di ripristino di linea.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 169 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Area 48

Si tratta di una frana definita come attiva nella cartografia del PAI. Il dissesto è situato lungo la valletta che delimita verso nord la dorsale del M. Carmo. Il corpo di frana ha forma allungata, con lunghezza massima di circa 350 m e larghezza massima di 120 m. Il tracciato lo attraversa per una lunghezza di circa 120 m, con andamento in gran parte normale rispetto alla direzione di massima pendenza del versante (vedi fig. 2.11/Q).



**Fig. 2.11/Q: Area 48 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

La morfologia è caratterizzata da acclività medio bassa, con pendenze che variano dal 20 al 25%. Il terreno risulta piuttosto imbibito. Il substrato lapideo è verosimilmente formato dalle argilliti a palombini, affioranti sui versanti del M. Carmo.

Lungo il tratto di condotta che attraversa l'accumulo è stata recentemente eseguita la riprofilatura del pendio e un intervento di regimazione delle acque (canalette in terra).

Nell'area non sono presenti abitazioni o strade importanti, la strada provinciale per Compiano passa immediatamente a valle dell'accumulo.

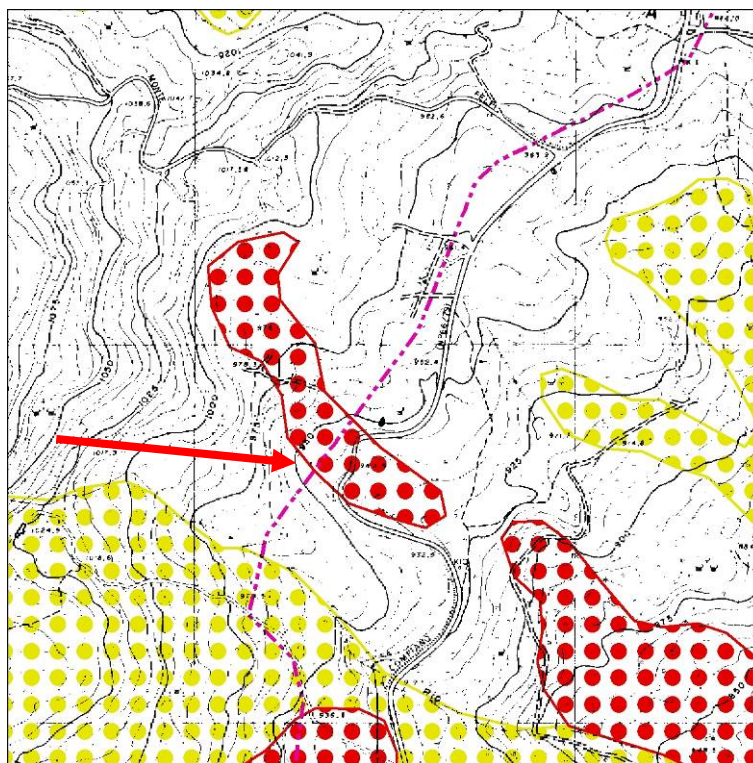
L'attraversamento del corpo di frana avviene in un settore a pendenza molto bassa, in cui l'intervento di scavo non può causare un'instabilizzazione significativa del pendio, tenuto conto anche del breve periodo di apertura della trincea.

Per garantire la stabilità dell'area dopo la dismissione si ritiene necessario ristabilire un'adeguata regimazione delle acque superficiali con il ripristino delle canalette di drenaggio esistenti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 170 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Area 50


Il dissesto, classificato come frana attiva, è situato lungo una piccola valle che solca i versanti orientali del M. Felpi. Il tracciato attraversa la porzione mediana - basale dell'accumulo, con andamento circa normale alla direzione di massima pendenza del versante (vedi fig. 2.11/R).



**Fig. 2.11/R: Area 50 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

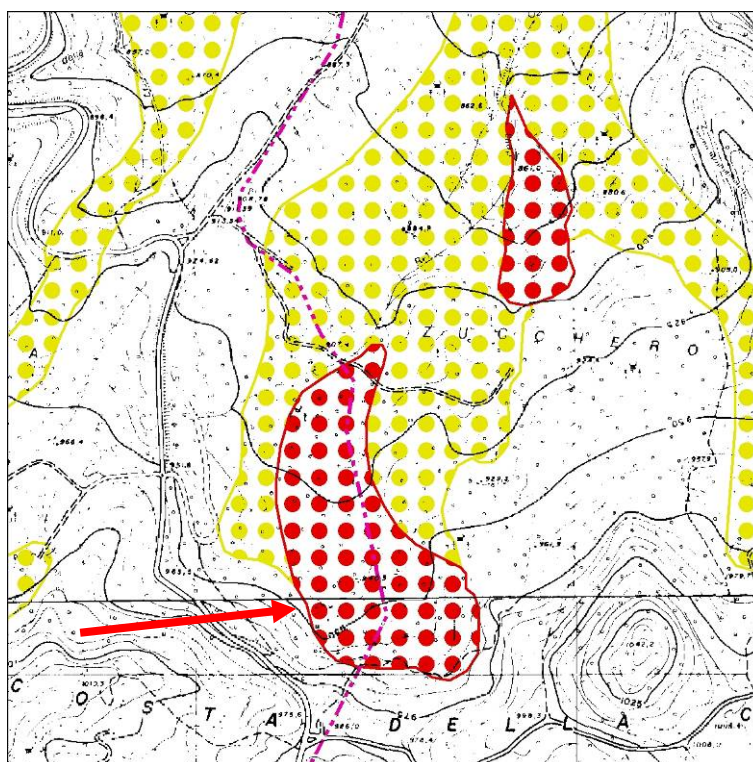
Il corpo di frana ha forma allungata, con una lunghezza massima di 450 m ed una larghezza massima di circa un centinaio di metri. Nel settore di attraversamento l'acclività è bassa, aggirandosi intorno al 5-10%. L'accumulo è caratterizzato da significativa circolazione idrica, come documenta il deflusso presente anche in stagione estiva nel rio e nei dreni prossimi alla SP. Lungo la linea in corrispondenza della frana è stato realizzato un dreno sottocondotta, che pare aver stabilizzato il pendio. A valle del metanodotto, alla distanza di poco più di una decina di metri, passa la SP di Compiano, che non presenta indizi di movimenti recenti.

L'attraversamento avviene in una zona caratterizzata da modesta acclività, senza indizi di movimenti in atto o recenti. Per tale ragione lo scavo, anche se trasversale al pendio, non dovrebbe causare compromissione dell'equilibrio dell'accumulo. Per garantire la stabilità dell'area successivamente alla dismissione, si ritiene necessario il ripristino delle trincee drenanti realizzate a monte delle SP di Compiano in corrispondenza dei due impluvi che la attraversano.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 171 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Area 51

Si tratta di una frana di natura complessa classificata come attiva nella cartografia del PAI, situata sul versante settentrionale del Passo della Colla, in prossimità del crinale. Il corpo di frana ha forma irregolare allungata, con una lunghezza massima di 350 m ed una larghezza massima di circa 250 m. Il tracciato lo attraversa con andamento circa parallelo alla direzione di massima pendenza del versante (vedi fig. 2.11/S).



**Fig. 2.11/S: Area 51 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

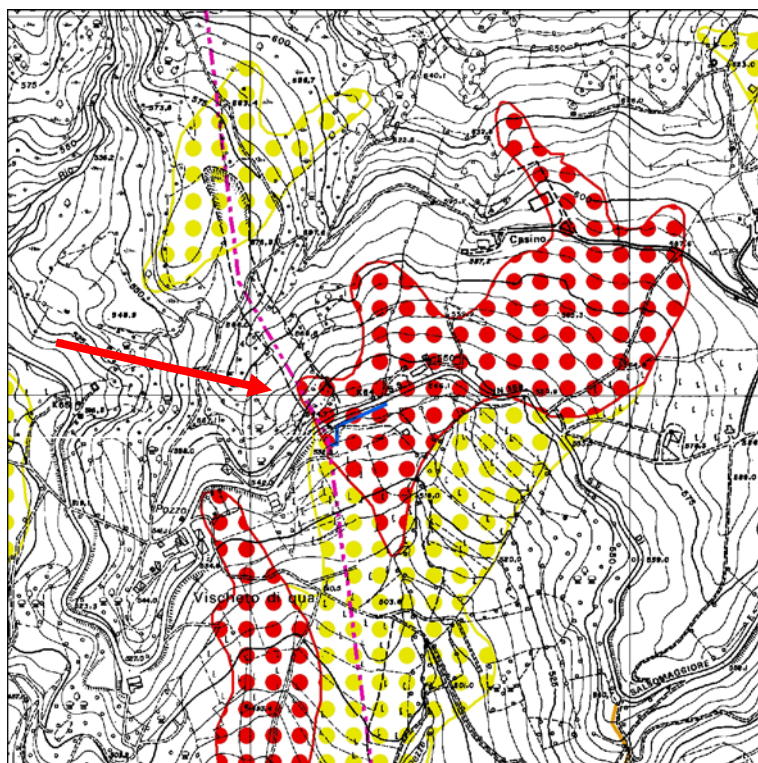
L'acclività, relativamente elevata nel settore della nicchia di distacco, diviene molto blanda nella parte inferiore, con pendenze dell'ordine del 20%. Canali erosivi attraversano l'accumulo detritico esponendo in affioramento un deposito formato da ghiaia eterometrica ad abbondante matrice sabbioso – limoso – argillosa grigia. Non si osservano indizi morfologici di movimenti recenti.

Data la situazione di sostanziale stabilità del corpo di frana, e considerato che la linea in dismissione attraversa l'accumulo circa parallelamente alla direzione di massima pendenza del versante, si ritiene che non verranno create, a causa dello scavo, variazioni significative delle condizioni di equilibrio del corpo di frana.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 172 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Area 57

Si tratta di una frana attiva, situata nella parte superiore del versante compreso tra Carpana e Vischeto di Qua (vedi fig. 2.11/T).



**Fig. 2.11/T: Area 57 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

Il tracciato attraversa marginalmente il corpo di frana, con andamento circa parallelo alla direzione di massima pendenza del versante per una lunghezza di 95 m.

Il substrato lapideo è rappresentato da marne calcaree del Flysch di Bettola, affioranti sul crinale soprastante la frana.

Il settore della frana attraversato dal metanodotto è stato sede negli ultimi anni (anteriore al 2002) di movimenti gravitativi, che hanno interessato anche la SP 359. A valle della strada la forma di accumulo, a bassa acclività, appare attualmente poco riconoscibile perché rimodellata, mentre a monte della strada si riconosce ancora la nicchia di distacco, scarsamente vegetata.

La strumentazione geotecnica installata sia a monte che a valle della SP 359 (estensimetri, inclinometri, piezometri) indica, sulla base di un periodo di osservazione decennale, movimenti molto lenti, intorno ad 1 cm/anno, con profondità della superficie di scivolamento comprese tra 5 e 7 m dal piano campagna. Non sono stati rilevati indizi morfologici indicativi di una ripresa importante dei movimenti.

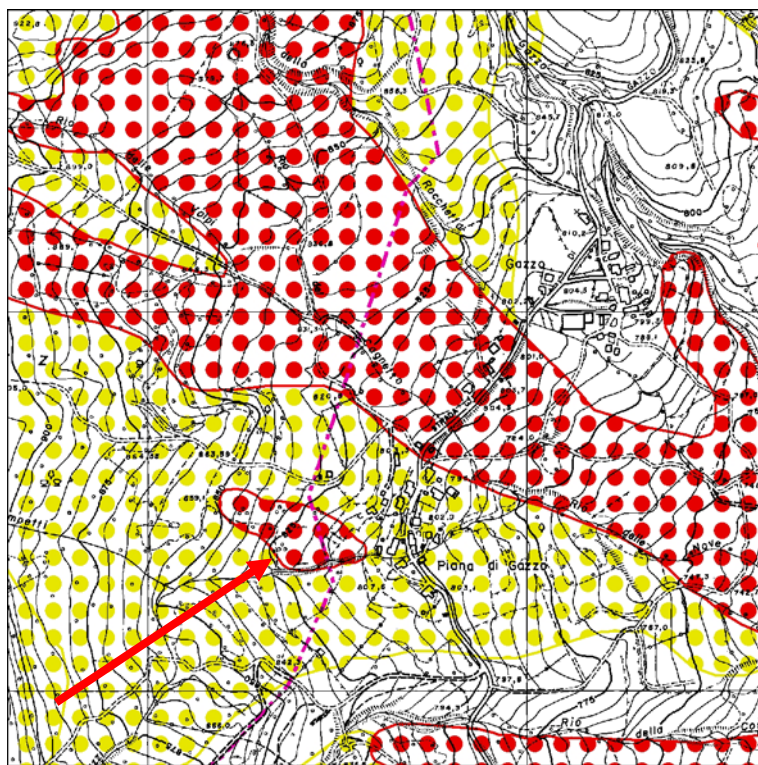
Poiché la linea in dismissione attraversa l'accumulo circa parallelamente alla direzione di massima pendenza del versante, in un settore marginale del corpo di frana, la modificazione delle condizioni di equilibrio dell'accumulo causata dall'intervento di scavo può considerarsi limitata e ne consente l'esecuzione.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 173 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per garantire la stabilità dell'area in tempi successivi alla dismissione, si ritiene necessario il ripristino del muro in gabbioni costruito sulla scarpata di monte della SP 359 ed il mantenimento in funzione dei dreni fuori e sotto condotta esistenti immediatamente a monte ad a valle della strada.

### Area 62

Frana attiva situata a monte dell'abitato di Piana di Gazzo. Il corpo di frana ha forma romboidale, con lunghezza massima di circa 200 m e larghezza massima di una sessantina di metri. Il tracciato la attraversa con andamento trasversale rispetto alla direzione di massima pendenza del versante (vedi fig. 2.11/U).



**Fig. 2.11/U: Area 62 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

Si riesce a riconoscere la nicchia di distacco che risulta costituita da una scarpata di 2-3 m di altezza; la morfologia dell'accumulo è tipicamente ondulata a scala decametrica. I dati inclinometrici (un inclinometro posto in prossimità del tracciato) indicano spostamenti molto limitati (1-2 mm/anno nell'arco di quasi 6 anni). Alcuni edifici dell'abitato di Piana di Gazzo sono situate ad una distanza di circa 40 – 50 m a valle della linea.

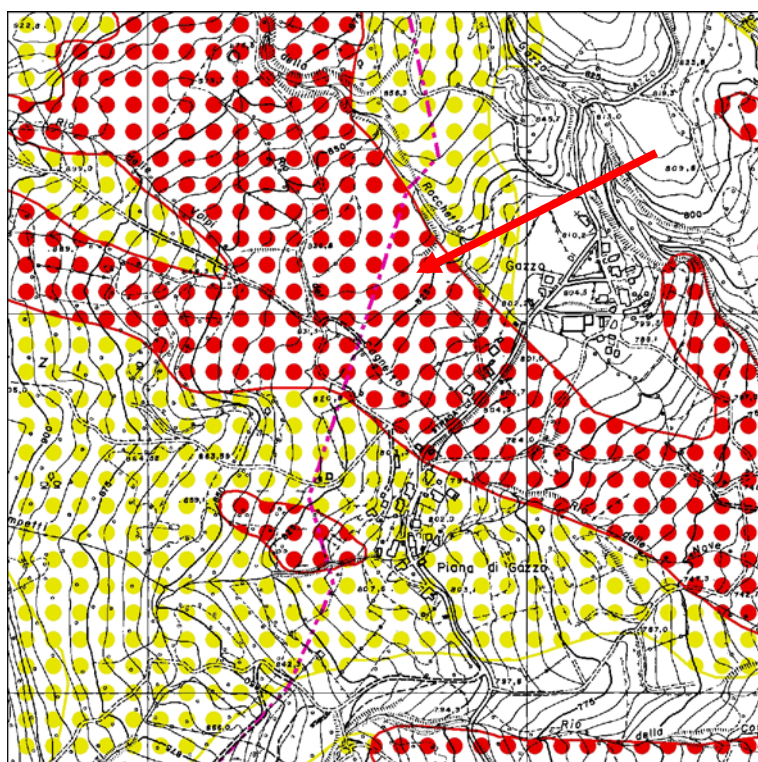
La rimozione della condotta, considerata la velocità molto bassa di spostamento e i tempi rapidi d'esecuzione dello scavo, può essere eseguita senza alterare in modo espressivo le condizioni di equilibrio dell'accumulo.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 174 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per assicurare la stabilità del versante a dismissione avvenuta, si ritiene necessario il ripristino della trincea drenante esistente lungo il tracciato della condotta con scarico nel rio delle Nove Sorti.

### Area 63

Frana di origine complessa di grande estensione, classificata come attiva nella cartografia del PAI. E' situata sul versante orientale della dorsale Le Rocche, tra gli abitati di Piana di Gazzo e Gazzo (vedi fig. 2.11/V).



**Fig. 2.11/V: Area 63 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

La forma, lobata nella parte superiore, con più nicchie di distacco, è stretta e allungata nella parte centrale e verso il piede dell'accumulo. La lunghezza massima è di quasi due chilometri; la larghezza varia da 600 m alle quote superiori a 200 m alle quote inferiori. Il tracciato la attraversa con andamento circa normale alla direzione di massima pendenza del versante. L'attraversamento del dissesto avviene attualmente quasi completamente fuori - terra, con la condotta posta su cavalletti, tranne che per un breve tratto di poche decine di metri prima dell'attraversamento del rio della Rocchetta.

La morfologia della parte centrale percorsa dal metanodotto è marcatamente ondulata, e caratterizzata da depressioni e contropendenze a scala da decametrica ad ettometrica. L'acclività media si aggira intorno al 15-20%.

La strumentazione geotecnica installata nel settore dell'area di frana attraversato dal metanodotto (estensimetri, inclinometri, piezometri) ha documentato, nei circa 12 anni di monitoraggio, l'esistenza di superfici di scivolamento multiple, poste a profondità

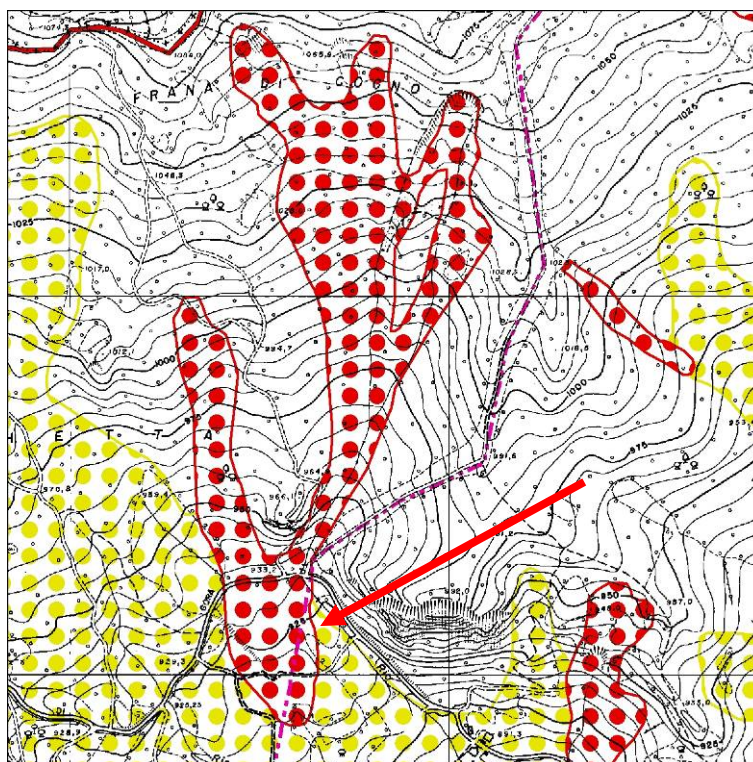
 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 175 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

comprese tra 10 e 30 m dal piano campagna. Nel corso del tempo si sono registrate numerose rotture dei tubi inclinometrici. La velocità media di spostamento risulta pari a circa 1 mm/mese. I piezometri indicano una profondità della superficie piezometrica tra 1 e 3 m dal piano campagna.

Tenuto conto del fatto che la condotta è posta fuori terra, la dismissione non comporterà rischi legati agli interventi di scavo e permetterà di evitare la demolizione o il danneggiamento delle opere complementari costruite nell'area, che potranno essere mantenute senza sostanziali interventi di ripristino.

### Area 65

Si tratta di una frana attiva situata sul versante meridionale della Costa di Pelizzone, in località Frana di Cagno. Il corpo di frana ha forma complessa, lobata, con lunghezza massima intorno ad un chilometro e larghezza massima di 150–200 metri. Il tracciato la attraversa con andamento leggermente obliquo rispetto alla direzione di massima pendenza del versante (vedi fig. 2.11/W).



**Fig. 2.11/W: Area 65 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

La morfologia della zona di frana attraversata dal metanodotto in dismissione presenta ondulazioni decametriche e zone sub - pianeggianti di ristagno idrico. L'acclività è mediamente compresa tra il 10 e il 15%. La litologia è prevalentemente argillosa, caratterizzata da argille grigio scure inglobanti litotipi calcarei ed arenacei.

La strumentazione geotecnica installata nel settore dell'area di frana attraversato dal metanodotto (due inclinometri) ha documentato, nel corso di circa due anni di

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna		<b>SPC. LA-E-83016</b>
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore		Fg. 176 di 267

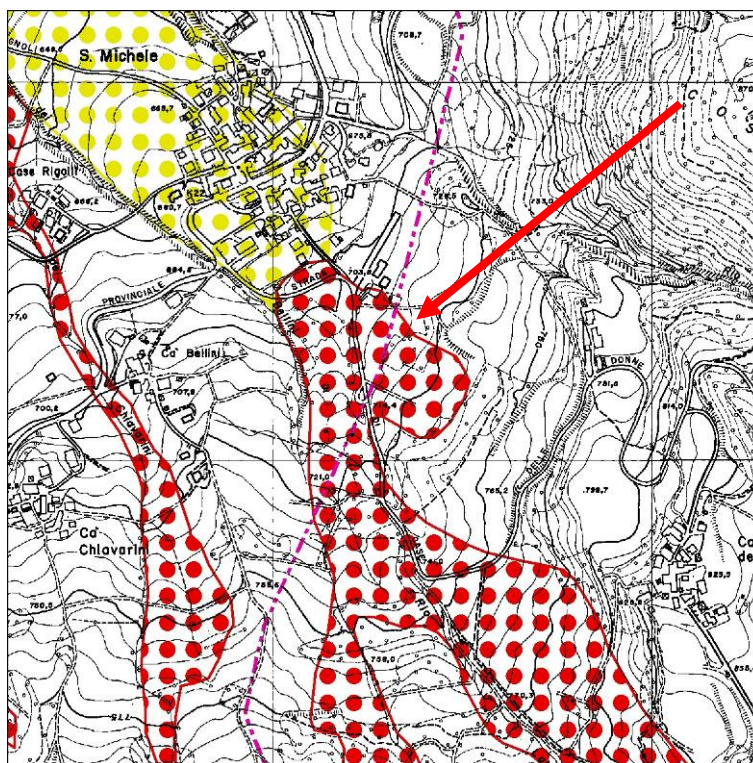
monitoraggio, l'esistenza di una superficie di scivolamento posta a profondità di 25 - 30 m dal piano campagna. La velocità di spostamento è dell'ordine di 1 cm/anno. Il tracciato del metanodotto sottopassa la strada per il Groppo di Gora che percorre l'area di frana.

Tenuto conto che l'attraversamento avviene in direzione circa parallela alla massima pendenza del versante, caratterizzato da morfologia localmente sub - pianeggiante, e che la profondità della superficie di scivolamento è molto profonda (ciò implicando che lo scavo interesserà volumi modesti rispetto al volume complessivo del corpo di frana), si ritiene che non vengano create, a causa dello scavo, modificazioni significative dell'equilibrio del corpo di frana.

A dismissione completata si ritiene necessario il ripristino della spina drenante presente a lato della condotta che, intersecando il tracciato, scarica i deflussi nel rio Della Ca' di Con.

#### Area 69

Frana classificata come attiva, situata sul versante settentrionale della dorsale Croce Lasa - Croce dei Segni, a monte dell'abitato di S. Michele (vedi fig. 2.11/X).



**Fig. 2.11/X: Area 69 - stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

Il corpo di frana ha forma complessa, allungata e bilobata, con una lunghezza massima di 1,4 km ed una larghezza compresa tra 100 e 200 m. Il tracciato la attraversa con andamento trasversale rispetto alla direzione di massima pendenza del versante per una lunghezza di 305 m.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 177 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

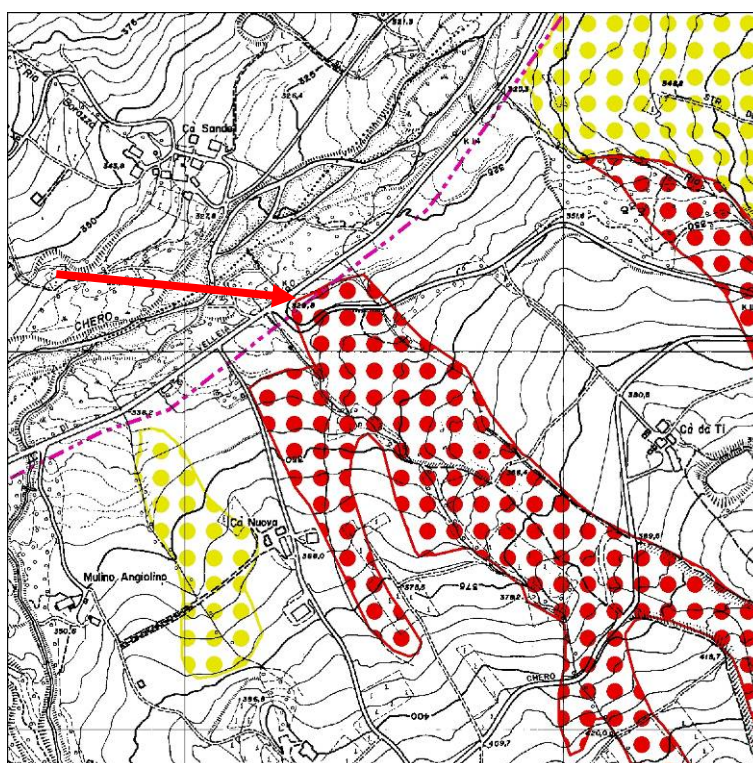
La morfologia del settore attraversato dal metanodotto è ondulata a scala decametrica. L'acclività media è compresa tra il 10 e il 20%. Sono presenti corsi d'acqua di modeste dimensioni, con deflusso permanente. In passato si sono verificati modesti dissesti (soliflussi) in asse condotta, legati alla saturazione dei terreni a dominante argillosa. Il substrato è rappresentato dai Flysch di Bettola e M. Cassio e dalla Formazione di Val Luretta. Il metanodotto transita in prossimità di un nucleo abitato, situato all'estremità settentrionale del corpo di frana (lateralmente), ad una distanza minima di 10 m.

Si ritiene che la rimozione della condotta, considerato che i movimenti gravitativi registrati in passato nel settore attraversato dal tracciato sono limitati a fenomeni superficiali di soliflusso, possa essere effettuata senza compromettere le condizioni di stabilità complessive del versante.

Al fine di garantire la stabilità dell'area a dismissione eseguita, si ritiene necessaria la conservazione dell'efficienza dei dreni fuori e sottocondotta condotta presenti lungo il tracciato nei pressi del nucleo abitato.

### Area 73

Frana classificata come attiva, situata nel versante destro della Val Chero, a valle dell'abitato di Fornari. Di forma allungata e lobata, ha dimensioni massime di circa 1 km di lunghezza e 250 m di larghezza (vedi fig. 2.11/Y).



**Fig. 2.11/Y: Area 73- stralcio planimetrico in scala 1:10.000**

Frana classificata come attiva, situata nel versante destro della Val Chero, a valle dell'abitato di Fornari. Di forma allungata e lobata, ha dimensioni massime di circa 1 km di lunghezza e 250 m di larghezza.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 178 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il tracciato attraversa il corpo di frana con andamento normale rispetto alla direzione di massima pendenza del versante, per una lunghezza di 50 m nel settore basale dell'accumulo. La morfologia del piede dell'accumulo attraversato dal metanodotto è blandamente ondulata, con acclività media intorno al 10-15%. Nell'area non esistono abitazioni; il tracciato fiancheggia la SP della val Chero.

Tenuto conto delle condizioni morfologiche di acclività molto bassa dell'attraversamento, e del fatto che lo scavo interesserà il piede dell'accumulo per una lunghezza minima rispetto alle dimensioni trasversali del corpo di frana, l'intervento appare fattibile senza alterazione significativa delle condizioni di stabilità, né si ritiene necessaria la realizzazione di opere complementari per la stabilizzazione del versante a dismissione eseguita. Questa sarà assicurata dai normali lavori di ripristino di linea.

## 2.12 Efficienza delle opere di drenaggio (punto 18)

*"Chiarire l'efficienza dei sistemi di drenaggio posti in atto per il consolidamento dei versanti in frana anche in relazione ad eventi atmosferici intensi e prolungati"*

La realizzazione delle opere di drenaggio è volta unicamente a garantire la stabilità dei versanti interessati dalla realizzazione dell'opera, evitando l'instaurarsi di condizioni che possano favorire il ristagno delle acque nel materiale di rinterro della trincea e nelle adiacenti coltri detritiche ed eluvio-colluviali.

Detti interventi non derivano assolutamente dalla necessità di abbattere la superficie piezometrica della falda freatica, infatti sono ubicati sempre in situazioni di pendio ed in condizioni nelle quali, pur non sussistendo una falda permanente, sono possibili fenomeni di saturazione delle coltri o di flusso delle acque d'infiltrazione superficiale lungo la trincea di scavo, in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi o prolungati.

Questa seconda condizione risulta maggiormente critica nel periodo immediatamente successivo la realizzazione dei lavori, quando i materiali di rinterro sono all'inizio del naturale processo di riconsolidazione, ed è possibile che eventuali fenomeni di filtrazione accelerata provochino l'asportazione dei materiali granulometricamente più fini all'interno della trincea.

Per quanto attiene l'efficienza degli interventi, le valutazioni già formulate uin merito alla capacità di smaltimento (vedi par. 1.1) mantengono la loro validità anche in concomitanza di eventi meteorici intensi e prolungati.

In tali condizioni è ragionevolmente ipotizzabile che il contributo di portata fornito dalle opere di drenaggio sia temporalmente sfasato rispetto al verificarsi della piena massima nel reticolo di drenaggio naturale, alimentata in un primo tempo soprattutto dai fenomeni di ruscellamento. Si può assumere cioè che l'aumento di portata dovuto all'apporto delle opere di drenaggio si verifichi quando il colmo della portata è già calato, influenzando così in misura attenuata sulle capacità di smaltimento dei collettori in cui le acque vengono recapitate.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 179 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.13 Scelta del tracciato della nuova condotta (punto 19)

*"Venga valutata e confermata la scelta del nuovo tracciato sulla base di considerazioni relative al rapporto tra il rischio idrogeologico, azioni di contrasto e necessità o esigenze di realizzazione di altro tipo"*

In riferimento allo scopo dell'opera descritto al cap. 1, Vol 1 dello Studio di Impatto Ambientale (ediz. Aprile 2009), basato sulla sostituzione di una condotta esistente e delle linee di distribuzione derivate dalla stessa, il tracciato di progetto è stato definito seguendo il criterio di percorrere, per quanto possibile, l'esistente corridoio tecnologico degli esistenti gasdotti in dismissione e privilegiando, dove possibile, il parallelismo con essi.

Il tracciato della nuova condotta principale attraversa, quindi, da sud verso nord la catena appenninica tosco-emiliana, caratterizzata da un assetto geologico di particolare complessità.

L'attuale conformazione orografica della catena appenninica in questo settore è, infatti, il risultato dell'articolata storia deformativa che ha portato alla sovrapposizione tettonica di formazioni rocciose diverse per struttura, caratteristiche litologiche e origine paleogeografica.

Il rilievo presenta tutti gli aspetti caratteristici di una catena montuosa geologicamente giovane non molto elevata, in cui, nel corso del tempo, i processi morfo-dinamici hanno agito su un substrato litologicamente eterogeneo e strutturalmente complesso, soggetto a un lento sollevamento che tenta di ripristinare i dislivelli che i vari agenti esogeni tendono ad attenuare.

Nel territorio considerato, l'andamento dello spartiacque e la particolare distribuzione del reticolo idrografico presentano un controllo strutturale, mentre i lineamenti morfologici più marcati derivano dalla risposta selettiva del substrato all'azione degli atmosferici.

Le forme di modellamento attuale sono, quindi, da ascrivere essenzialmente all'azione erosiva e dilavante delle acque e ai processi gravitativi di versante, dovuti alla diffusa presenza di vasti affioramenti di natura argillosa.

Lungo il versante tirrenico, ove affiorano in prevalenza i litotipi generalmente più resistenti della serie toscana, la morfologia è caratterizzata da crinali elevati, con fianchi ripidi, che delimitano valli impostate lungo direttrici ad orientamento appenninico (NO-SE), individuate dalla tettonica distensiva. Al contrario, lungo il versante emiliano, ove predominano i terreni delle formazioni alloctone e il neoautoctono, i crinali tendono a divenire meno elevati degradando verso la pianura padana, mentre le valli dei principali corsi d'acqua presentano un andamento antiappenninico (NE-SO) trasversale all'orientamento della catena e versanti a volte dolci, a volte molto ripidi, in accordo alle caratteristiche meccaniche delle rocce affioranti.

Sempre nella zona emiliana, la diffusa presenza di rocce argillose e marnose unitamente all'intenso grado di tettonizzazione di tutte le formazioni affioranti determina varie forme di degradazione dei versanti, anche in presenza di litotipi relativamente resistenti. Nella fascia delle basse colline e in quella della media montagna, ove affiorano argille a struttura caotica, argille siltose e marne argillose, il dilavamento e l'infiltrazione delle acque meteoriche determinano la formazione di vaste

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 180 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

aree denudate che possono evolvere in calanchi e dar luogo a movimenti di massa, più o meno profondi, come colate di fango, soliflussi e veri e propri fenomeni franosi.

In questo contesto, la scelta del tracciato di progetto è stata, in prima istanza, dettata dalla conformazione geologica della catena appenninica, che come evidenziato, risulta caratterizzata dalla giustapposizione di litotipi con caratteristiche meccaniche assai diverse e da un netto contrasto tra il versante tirrenico e quello padano. Il primo si presenta breve e piuttosto ripido, con valli incise ed impervie pareti, mentre il secondo, molto più esteso e dalla morfologia meno aspra, è caratterizzato da più diffusi ed estesi fenomeni di instabilità.

L'andamento del tracciato di progetto, fortemente condizionato da questo assetto, può essere così suddiviso:

- un primo tratto di percorrenza nel fondovalle del F. Magra sino all'abitato di Pontremoli (6 km circa);
- la risalita, del versante tirrenico, superando la dorsale del Monte Cucco, per raggiungere lo spartiacque appenninico, in corrispondenza del Passo del Bratello (13 km circa);
- l'attraversamento della catena appenninica dallo spartiacque all'incisione del T. Chiavenna (66 km circa)
- il tratto finale, che dopo aver percorso il fondovalle del T. Chiavenna, attraversa l'alta pianura a sud-est di Piacenza (24 km circa).

La definizione del tracciato di progetto, così come rappresentato sulle allegate planimetrie in scala 1:10.000, ha tenuto essenzialmente conto dell'aspetto urbanistico nei tratti iniziale (percorrenza del fondovalle del Fiume Magra) e finale (bassa valle del T. Chiavenna e alta pianura piacentina) ove la presenza di centri urbani con le rispettive aree di espansione costituisce il principale vincolo alla realizzazione dell'opera.

Nell'attraversamento della catena montuosa, gli aspetti più marcatamente ingegneristici legati alla natura e stabilità dei terreni attraversati e quindi alla sicurezza dell'opera hanno assunto un ruolo determinante nella definizione del tracciato.

Così, mentre gli scostamenti tra gli assi della nuova condotta e della tubazione in dismissione, sono da imputare, nei tratti iniziale e finale del tracciato, alla ricerca dei corridoi di passaggio tra le zone di urbanizzazione e sviluppo, nel rispetto delle distanze fissate dalle normative vigenti e della minimizzazione dei vincoli alla proprietà dei fondi, i lunghi tratti di scostamento che si registrano nel tratto montano derivano tutti dalla diffusione dei fenomeni di instabilità dei versanti.

Detta situazione risulta evidente dall'analisi della rappresentazione cartografica redatta per illustrare le diverse alternative analizzate nel corso dello studio di fattibilità dell'opera nel tratto compreso tra Bardi e Castell'Arquato, che presentando le maggiori criticità, porta il tracciato ad attraversare l'areale del Sito di Interesse Comunitario "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora" (vedi Vol. 1B, All. 1 - Dis. LB-A-83230).

La rappresentazione cartografica dei fenomeni franosi quiescenti e in atto censiti dall'Autorità di Bacino del F. Po e dai competenti uffici regionali rende esplicita la motivazione che ha portato alla scelta del tracciato effettuata.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 181 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il tracciato della nuova condotta, nell'intero tratto di attraversamento del settore montano, alterna risalite e discese di versanti in massima pendenza a lunghe percorrenze in cresta o in alveo in quanto tali soluzioni risultano essere le uniche percorribili dal punto di vista tecnico ed ambientale, seppure con l'ausilio di interventi di stabilizzazione dei versanti, in corrispondenza delle creste più strette, di opere di drenaggio, lungo i versanti in cui si manifestano condizioni favorevoli all'istaurarsi di ristagni idrici, e di tratti di percorrenza in sotterraneo, laddove la caratteristiche morfologiche lo impongano (es. Groppo di Gora) ovvero nei casi di inevitabili attraversamenti di locali fenomeni di instabilità in atto, come lungo la valle del T. Arda.

Le indagini in sito, sia di natura diretta (sondaggi), sia indirette (geofisica), condotte per lo sviluppo del progetto di dettaglio dell'opera hanno confermato la validità della soluzione di tracciato individuata come testimoniato dalle verifiche di stabilità dei pendii a più alto grado di pericolosità effettuate nell'ambito della presente integrazione (vedi par. 2.11 e Vol. 3A, SPC LA-E-83019 - par. 9.10).

#### **2.14 Sezioni geologiche in corrispondenza dei microtunnel (punto 20)**

*“Predisporre approfondimenti di dettaglio relativi a sezioni e profili geologici in corrispondenza delle aree interessate da microtunnel e gallerie”*

Lungo il tracciato della condotta principale, il progetto prevede l'esecuzione di 24 tratti di percorrenza in sotterraneo, che comprendono microtunnel, realizzati con l'ausilio di una fresa rotante a sezione piena, pozzi inclinati, eseguiti con l'impiego di *raise borer*, gallerie realizzate con l'impiego di frese rotanti a sezione piena e gallerie perforate con le tradizionali metodologie ed attrezzature di scavo in roccia (vedi Tab. 2.14/A).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 182 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.14/A: Opere in sotterraneo**

Denominazione	Prog. chilometrica		Lunghezza (km)	Tipologia
	Da	A		
Autostrada A15 Parma-La Spezia 1° attraversamento	1,360	1,505	0,145	microtunnel
Autostrada A15 Parma-La Spezia 2° attraversamento	5,250	5,580	0,330	microtunnel
Ratti	7,990	8,215	0,225	microtunnel
La Serra	9,250	9,515	0,265	raise bohrer
Grondola	12,985	13,545	0,560	microtunnel
Palazzo	24,665	25,195	0,530	microtunnel

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 183 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.14/A: Opere in sotterraneo (seguito)**

Denominazione	Prog. chilometrica		Lunghezza (km)	Tipologia
	Da	A		
Fiume Taro	29,010	29,310	0,300	microtunnel
Ponte Ingegna	32,505	32,825	0,320	microtunnel
Dugara	42,765	42,910	0,145	microtunnel
Cà Scappini	44,315	44,765	0,450	microtunnel
Monte Crodolo	54,970	55,365	0,395	microtunnel
Gropo di Gora	58,140	59,330	1,190	galleria
Monte Cornale	68,575	69,205	0,630	microtunnel
Monte Costaccia	70,620	71,270	0,650	microtunnel
Cà Sarzin	75,285	75,520	0,235	raise bohrer
Case Fattori	76,590	77,360	0,770	microtunnel
Mignano	77,560	80,145	2,585	galleria
Case dell'Arda	81,150	81,410	0,260	microtunnel
Mocomero	81,620	82,040	0,420	microtunnel
Nuovo Cà Vincini	83,720	84,510	0,790	microtunnel
Lugagnano	84,680	85,460	0,780	microtunnel
Autostrada A1 Milano-Napoli	105,450	105,550	0,100	microtunnel
Ferrovia Alta Velocità Milano-Bologna	105,690	105,795	0,105	microtunnel
Raccordo Autostradale A1-A21	107,945	108,160	0,215	microtunnel

I paragrafi seguenti descrivono le caratteristiche litostratigrafiche, l'assetto strutturale e le condizioni idrogeologiche delle aree interessate dai microtunnel e dalle gallerie; i relativi elaborati grafici (carta e sezione geologica) sono raccolte in uno specifico documento annesso alla presente relazione (vedi Annesso B, SPC 00-LA-E83024).

#### 2.14.1 Microtunnel "Autostrada A15 – 1° attraversamento"

##### Litostratigrafia

Il microtunnel sarà realizzato nel fondovalle della piana del Magra, in sponda destra, interamente all'interno dei depositi terrazzati (bn).

I depositi alluvionali, recenti e antichi, sospesi circa una decina di metri sull'alveo attuale, sono costituiti da materiale prevalentemente ghiaioso- sabbioso e sabbioso-limoso. Nell'alveo del Magra e nella fascia limitrofa affiorano i depositi alluvionali attuali, formati da ghiaie, sabbie e subordinati limi argillosi.

##### Condizioni idrogeologiche

I depositi che caratterizzano l'area hanno elevata permeabilità per porosità e costituiscono acquiferi con portate elevate. La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata dall'interscambio tra acque superficiali e acque di subalveo. Le fluttuazioni della superficie piezometrica sono strettamente collegate al regime del corso d'acqua.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 184 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.14.2 Microtunnel “Autostrada A15 – 2° attraversamento”

### Litostratigrafia

Nell’area affiorano depositi alluvionali terrazzati pleistocenici, notevolmente sospesi sull’alveo attuale del F. Magra, che poggiano su unità del Dominio Ligure (Flysch di Ottone, del Cretaceo Superiore).

I depositi alluvionali terrazzati (bn), appartengono alla formazione dei Conglomerati di Olivola, di età pleistocenica, e sono costituiti da sedimenti poligenici prevalentemente ghiaiosi, in matrice sabbiosa, localmente cementati, e da sabbie e limi. In prossimità dei due imbocchi, le indagini geognostiche eseguite per la progettazione del metanodotto hanno messo in luce che la sequenza alluvionale ha una composizione prevalentemente limoso – argillosa. Il Flysch di Ottone (OTO) è formato da torbiditi calcareo-marnose grigio-scure, in strati da medi a molto spessi, con base talora calcarenitica, costituiti da calcari marnosi e marne calcaree a cui si intercalano marne siltose, argilliti e argilliti calcaree, arenarie fini e siltiti.

### Assetto strutturale

Il limite tra i depositi alluvionali pleistocenici ed il flysch di Ottone ha un andamento circa sub – orizzontale. Si può quindi prevedere che il microtunnel attraverserà nel settore degli imbocchi i depositi limoso - argillosi per scendere poi all’interno dell’unità marnoso - calcarea.

### Condizioni idrogeologiche

Il grado di permeabilità delle litologie attraversate, seppur mediamente basso, può variare significativamente in funzione dell’eterogeneità granulometrica.

In ogni caso la circolazione idrica sotterranea risulta relativamente scarsa e strettamente collegata all’eventuale presenza di falde sospese, impostatesi nei terreni a frazione più grossolana.

La trivellazione interesserà nei settori degli imbocchi, terreni limoso - argillosi e nella parte mediana, calcari e marne fratturate.

## 2.14.3 Microtunnel “Ratti”

### Litostratigrafia

I depositi alluvionali quaternari (bn), di notevole spessore e sospesi di diverse decine di metri sull’alveo attuale del F. Magra, poggiano in discordanza su unità del Dominio sub-ligure (Argille e Calcari di Canetolo, ACC).

La Formazione delle Argille e Calcari di Canetolo è costituita prevalentemente da alternanze di strati di argilliti e calcari marnosi, con intercalazioni di calcareniti e arenarie. L’unità si presenta fortemente tettonizzata, con evidenze di diffusa fratturazione a scala sia metrica, che decimetrica. Le caratteristiche geomeccaniche risultano mediamente scadenti.

I depositi quaternari sono rappresentati dalla formazione dei Conglomerati di Olivola, costituiti da sedimenti poligenici prevalentemente ghiaiosi, in matrice sabbiosa, localmente cementati, e da sabbie e limi. Nell’area dell’imbocco Ovest i sedimenti sono rappresentati da limi argillosi con ghiaia.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 185 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Assetto strutturale

Il limite tra i depositi alluvionali pleistocenici e le Argille e Calcari di Canetolo è una superficie immergente verosimilmente verso S - SE, con bassa inclinazione. I risultati della prospezione sismica eseguita nel settore ovest del tracciato indicano che il microtunnel attraverserà prevalentemente l'unità marnoso - argillitica sottostante.

#### Condizioni idrogeologiche

L'unità argillitico - marnosa può considerarsi nel complesso scarsamente permeabile, tenuto conto della prevalenza di litotipi a componente argillosa importante. Un minimo deflusso può essere presente, in circuiti strettamente condizionati dal grado di fratturazione della roccia.

#### 2.14.4 Raise boring "La Serra"

##### Litostratigrafia

L'opera in sotterraneo si svilupperà pressoché interamente nella Formazione del Macigno (MAC), appartenente al Dominio Toscano. Si tratta di una potente successione terrigena, costituita da arenarie silicoclastiche a granulometria variabile da fine a molto grossolana, alternate a siltiti, ed argilliti, in strati da molto spessi a sottili. Nel complesso, le arenarie del Macigno presentano una composizione piuttosto omogenea (grovacche) e risultano poco tettonizzate.

Le coperture quaternarie, presenti alla base del versante, sono rappresentate da depositi di versante e depositi eluvio-colluviali (aa), caratterizzati da una granulometria prevalentemente limo-argillosa e dai depositi alluvionali, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, del Torrente Verde.

##### Assetto strutturale

I risultati delle indagini geofisiche indicano un modello piuttosto uniforme e lineare di sottosuolo, costituito da un livello superficiale di depositi eluvio colluviali dello spessore massimo di 4-5 m, che poggia sul substrato arenaceo, suddivisibile in due orizzonti, il superiore maggiormente alterato e fratturato, l'inferiore in condizioni di elevata compattezza. Lo spessore complessivo dei primi due strati di scadenti caratteristiche geotecniche arriva ad un massimo di 20-25 m.

Pertanto nelle aree di imbocco i primi 20-25 m circa del foro attraverseranno litotipi caratterizzati da scarse condizioni geotecniche (depositi di materiale detritico e substrato alterato), mentre successivamente il foro incontrerà l'ammasso roccioso del Macigno, di buone caratteristiche geomeccaniche.

##### Condizioni idrogeologiche

Il grado di permeabilità del Macigno varia da medio a basso, in relazione alla presenza di livelli fini siltitico - argillitici ed al grado di fratturazione.

In generale, questa formazione è considerata sostanzialmente un acquitardo. Pertanto la circolazione idrica sotterranea risulta relativamente scarsa, e per lo più collegata alla presenza di eventuali falde sospese, impostatesi nelle zone dell'ammasso roccioso con maggior grado di fratturazione.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 186 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 2.14.5 Microtunnel "Grondola"

##### Litostratigrafia

Il rilievo attraversato dal microtunnel è costituito dalla sequenza torbidityca di ambiente marino profondo della Formazione delle Arenarie del Gottero (GOT) appartenente al Dominio Ligure. Si tratta di arenarie, con alternanze di argilliti e siltiti in strati medi e spessi. Nell'area sono frequenti intercalazioni lenticolari di argilliti marnose e marne, contenenti talvolta breccie monogeniche a matrice argillitica, e soprattutto bancate calcarenitiche e calcareo-marnose, di origine torbidityca. La sequenza è fortemente tettonizzata, con grado di fratturazione da decimetrico a metrico; le caratteristiche geomeccaniche risultano mediamente scadenti.

Lungo il versante la successione torbidityca è ricoperta da coltri eluvio-colluviali e depositi detritici di versante.

##### Assetto strutturale

Dall'analisi dei risultati ottenuti lungo i profili e dalle elaborazioni tomografiche è emerso un modello lito-stratigrafico interpretativo del rilievo costituito da un'alternanza di differenti unità:

- litofacies prevalentemente di tipo arenaceo e argilloso, evidente in particolar modo nel lato sud-orientale del rilievo, con spessori medi generalmente inferiori ai 20 m circa;
- un'unità, che caratterizza la quasi totalità dell'asse di scavo, costituita prevalentemente da litofacies calcaree e calcareo-marnose, con ampie zone a fratturazione diffusa.

La sezione geologica interpretativa lungo l'asse di scavo mostra condizioni litologiche variabili, da litofacies argillitiche e arenacee, riscontrabili nei primi 100 m circa di scavo, a litofacies calcaree e calcareo-marnose, a tratti fortemente fratturate, nel seguito del tracciato.

Verso il centro del profilo si osserva un contesto a bassa velocità intercalato tra livelli a velocità più elevata, che sembra collocarsi al passaggio tra un orizzonte prevalentemente calcareo ed uno calcareo-marnoso sottostante. L'assetto litostratigrafico nella prima porzione del profilo del microtunnel è relativamente buono. Lo scavo dovrebbe interessare terreni di buone caratteristiche meccaniche, in litofacies arenacee ed argillitiche, parzialmente allentati solo per circa una trentina di metri dall'imbocco. Nella porzione finale del profilo di scavo, invece, lo sviluppo dei terreni di copertura allentati sembra maggiore (pari a circa un centinaio di metri), e il grado di fratturazione ed alterazione è verosimilmente maggiore..

##### Condizioni idrogeologiche

L'assetto idrogeologico dell'area è fortemente eterogeneo in ragione della variabilità litologica che caratterizza la Formazione delle Arenarie del Gottero. In particolare, nei terreni a facies marnoso-argillosa, la permeabilità risulta medio-bassa. Al contrario, dove sono presenti litologie arenacee, calcaree e calcareo-marnose, la permeabilità risulta decisamente superiore, con deflusso strettamente condizionato dal grado di fratturazione della roccia. In generale quest'ultimo contesto è caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea potenzialmente elevata.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 187 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 2.14.6 Microtunnel "Palazzo"

##### Litostratigrafia

Il microtunnel attraversa le Formazioni delle Argilliti di San Siro (SSI) e delle Argille a palombini (APA), appartenenti alla successione cretacea del Dominio Ligure.

Le Argilliti di San Siro sono formate da argilliti rosso-violacee o variegate, con straterelli discontinui di calcilutiti, siltiti ed areniti grigi e grigio-verdastri ad alterazione color ocra, ed intercalazioni di areniti torbiditiche e calcareniti in livelli medio-sottili e sottili. Si tratta di depositi di *debris flow* a matrice argillitica e clasti poligenici.

Le Argille a Palombini sono costituite da argilliti siltose, fissili, con intercalazioni di calcilutiti silicizzate. Sono presenti intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini in letti molto sottili e sottili e di calcareniti medio-grossolane in strati da medi a spessi; localmente si intercalano argilliti marnose grigie in strati spessi, marne grigio-verdastre in stati medi e arenarie fini laminate in strati sottili. Gli strati calcilutitici sono spesso boudinatis, a luoghi silicizzati, fratturati e caratterizzati da una fitta rete di vene di calcite. L'ambiente di sedimentazione è pelagico, caratterizzato da risedimentazione di fanghi carbonatici. La sequenza è fortemente tettonizzata e deformata; le caratteristiche geomeccaniche risultano mediamente scadenti.

Lungo il versante il substrato argillitico è spesso ricoperto da coltri eluvio-colluviali e depositi di frana, caratterizzati da una granulometria prevalentemente limo-argillosa.

##### Assetto strutturale

L'assetto strutturale è stato derivato principalmente da indagini sismiche. Lungo l'asse del microtunnel si evidenzia la presenza di terreni detritici di copertura, con spessori massimi intorno a 5 metri, in particolare nel settore Ovest.

I litotipi argilloso-marnosi classificabili come degradati e fratturati si sviluppano con un andamento sostanzialmente parallelo al profilo topografico per spessori che variano da 4 m sino ad un massimo di 15 m.

Inferiormente si individuano le argilliti con elementi calcareo-marnosi compatti, dotati di buone caratteristiche meccaniche. Si osserva una discontinuità nella parte centrale del profilo, che potrebbe essere correlata con un elemento tettonico.

##### Condizioni idrogeologiche

I terreni argillitici delle due Formazioni Liguridi hanno premeabilità estremamente bassa, con limitate variazioni locali condizionate da fattori di natura litostratigrafica.

Nelle zone in cui sono presenti intercalazioni di strati arenacei o calcarei, la circolazione idrica sotterranea ha maggiore sviluppo, ma con carattere tuttavia esclusivamente circoscritto e locale.

#### 2.14.7 Microtunnel "Fiume Taro"

##### Litostratigrafia

Il tracciato del microtunnel attraversa un rilievo, che delimita in sponda sinistra l'alveo del Taro, formato interamente da litologie appartenenti alla Formazione delle Arenarie del Gottero (GOT). Si tratta prevalentemente di arenarie, con alternanze di argilliti e siltiti in strati medi e spessi. Nel profilo, i tipi litologici più diffusi sono tuttavia marne, contenenti talvolta breccie monogeniche a matrice argillitica, e bancate calcarenitiche e calcareo-marnose.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 188 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La formazione si presenta parzialmente tettonizzata, con evidenze di fratturazione sia a scala metrica che decimetrica; le caratteristiche geomeccaniche di queste litologie risultano mediamente discrete.

Lungo il versante le litologie della Formazione del Gottero sono spesso ricoperte da coltri eluvio-colluviali e depositi detritici di versante. Nel fondovalle del Taro sono abbondanti le coperture quaternarie, rappresentate da depositi alluvionali, caratterizzati da una granulometria prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa.

#### Assetto strutturale

Il modello lito-stratigrafico interpretativo è basato sostanzialmente sull'analisi delle elaborazioni tomografiche delle indagini sismiche e geoelettriche.

In prossimità del pozzo di spinta (imbocco Est), è stato messo in evidenza uno strato rappresentato da depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi, con spessori medi generalmente inferiori ai 10 m.

Per quanto riguarda il substrato roccioso lapideo, che caratterizza gran parte dell'asse di scavo, esso è costituito prevalentemente da un'alternanza di litofacies marnose, argillitiche e calcaree.

Si osserva una prevalenza della litologia argillitica nel settore centrale, mentre nel tratto iniziale e in quello finale dello scavo, sono presenti principalmente facies marnose. Per quanto riguarda le caratteristiche geomeccaniche si possono prevedere condizioni di allentamento dei terreni nei primi 30 m circa, a partire dal pozzo di spinta e negli ultimi 70-80 m circa del tracciato di scavo.

#### Condizioni idrogeologiche

Nei terreni alluvionali di natura ghiaiosa-sabbiosa la permeabilità risulta particolarmente elevata. La circolazione idrica sotterranea e gli interscambi tra acque superficiali e acque di subalveo sono molto intensi.

Nel settore in cui sono presenti le litologie marnoso-argillose la permeabilità risulta decisamente inferiore, e strettamente condizionata dal grado di fratturazione della roccia. In generale la circolazione idrica sotterranea sarà relativamente bassa, e per lo più collegata alla presenza di circuiti locali, impostati prevalentemente nei litotipi competenti più o meno fratturati.

### 2.14.8 Microtunnel "Ponte Ingegna"

#### Litostratigrafia

Il rilievo attraversato dal tracciato del microtunnel è costituito dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB), torbiditi di ambiente marino profondo appartenenti al Dominio Ligure. Si tratta prevalentemente di sequenze marnoso - siltose in strati molto spessi a base arenitica e conglomeratica, con intercalazioni di sottili strati di arenarie.

Nell'area il substrato torbiditico è frequentemente ricoperto da coltri eluvio-colluviali e depositi di frana, caratterizzati da una granulometria prevalentemente limoso-argillosa.

#### Assetto strutturale

Dall'analisi dei risultati ottenuti lungo i profili sismici è emerso un modello lito-stratigrafico costituito da tre principali unità sismostratigrafiche: un primo strato rappresentato da litotipi di natura prevalentemente eluvio-colluviale, con spessori medi generalmente inferiori ai 10 m, un secondo strato costituito da un substrato marnoso mediamente alterato/fratturato, con spessori dell'ordine di 10-20 m e morfologia

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 189 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

piuttosto irregolare, un terzo strato rappresentato da un substrato a litologia marnosa più competente, con piano di immersione generalmente sub-orizzontale, e localmente immergente verso Sud. Il tracciato del tunnel interesserà quindi terreni eluvio – colluviali nei settori degli imbocchi, per lunghezze intorno a 20 m nell’imbocco Sud e circa 40 m nell’imbocco Nord, mentre nella parte centrale attraverserà il substrato marnoso mediamente alterato e fratturato.

#### Condizioni idrogeologiche

Nel settore costituito prevalentemente da terreni di natura marnoso-argillosa, che formano la quasi totalità dell’asse di scavo, la permeabilità risulta nel complesso bassa, con variazioni locali condizionate da fattori lito-stratigrafici.

Le intercalazioni arenacee hanno una permeabilità superiore, con deflusso idrico condizionato dal grado di fratturazione della roccia.

In un tale contesto la circolazione idrica sotterranea risulta relativamente bassa, circoscritta prevalentemente negli strati/banchi arenacei più fratturati.

La superficie piezometrica è stata rilevata nel corso delle indagini dirette a circa 4,60 metri di profondità dal piano campagna (sondaggio S26), in corrispondenza dello strato di limo sabbioso, debolmente ghiaioso, di copertura. I terreni detritici di copertura sono sede di una falda idrica superficiale, con livelli della piezometrica fortemente condizionati dagli apporti di acque meteoriche.

#### 2.14.9 Microtunnel “Dugara”

##### Litostratigrafia

Il rilievo attraversato dal tracciato del microtunnel è formato dalle Arenarie di Scabiazza (SCB), costituite da torbiditi arenaceo-pelitiche di ambiente marino profondo appartenenti al Dominio Ligure. Si tratta prevalentemente di arenarie litiche grigio-nocciola o grigioverdastre, a granulometria fine e media, in strati sottili e medi, regolarmente alternate a peliti grigio-verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigio chiare a base arenacea fine, conglomerati e calcilutiti in strati spessi.

Nel tratto in esterno poco prima dell’imbocco Sud, è cartografato un deposito di frana quiescente, che lambisce il tracciato per circa 80-90 m. Dal punto di vista morfologico l’area è la testa di un piccolo impluvio (Rio dei Cappelli), e non mostra evidenze superficiali di movimenti gravitativi. L’attraversamento del bordo di quest’area sarà comunque realizzato con un’opera di contenimento (paratia di pali L=60-70 m), parallela al tracciato nel lato a valle, ad ulteriore garanzia della stabilità della fascia di versante interessata dai lavori.

##### Assetto strutturale

Le Arenarie di Scabiazza sono intensamente deformate da strutture plicative osservabili a tutte le scale. La caratterizzazione geomeccanica ha evidenziato forti variazioni laterali di competenza, legate all’alternanza di litotipi a facies marnoso-arenacea e facies argillitica. Nel complesso si possono attribuire all’ammasso roccioso discrete proprietà geomeccaniche (classe III di Bieniawski). Tuttavia le facies fratturate e cataclastiche possono degradare anche nella IV classe di scavo.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 190 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Condizioni idrogeologiche

L'assetto idrogeologico dell'area in esame risulta eterogeneo e fortemente influenzato dalle variazioni litologiche che caratterizzano la Formazione delle Arenarie di Scabiazza. In particolare, nei litotipi a facies siltoso-argillitica, la permeabilità risulta medio-bassa. Le litologie arenacee e calcareo - marnose hanno permeabilità superiore, con deflusso condizionato dal grado di fratturazione della roccia.

Il tracciato di scavo del microtunnel è impostato in terreni con alternanze di litofacies prevalentemente marnoso-arenacee e argillose, caratterizzate da una condizione di medio-bassa permeabilità e relativamente bassa circolazione idrica sotterranea, sebbene l'elevato indice di fratturazione possa determinare una permeabilità secondaria nelle frazioni più litoidi con formazione di falde sospese transitorie.

#### 2.14.10 Microtunnel "Cà Scappini"

##### Litostratigrafia

Il rilievo attraversato dal tracciato del microtunnel è costituito dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB), torbiditi di ambiente marino profondo appartenenti al Dominio Ligure. Si tratta prevalentemente di arenarie litiche grigio-nocciola o grigioverdastre, a granulometria fine e media, in strati sottili e medi, regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigio chiare a base arenacea fine, conglomerati e calcilutiti in strati spessi. Le arenarie di Scabiazza sono intensamente tettonizzate, con pieghe a tutte le scale. Nelle strutture plicative di maggiore scala si osservano sia sequenze rovesciate che normali. Le caratteristiche geomeccaniche risultano mediamente scadenti.

Lungo i versanti le arenarie sono ricoperte da estese e continue coltri eluvio-colluviali e depositi di frana, caratterizzati da una granulometria prevalentemente ghiaiosa e/o limo-argillosa. Nel fondovalle del Toncina e lungo i terrazzi fluviali sono abbondanti i depositi alluvionali costituiti prevalentemente da ciottoli, ghiaie, sabbie e in parte da limi argillosi frammisti con detrito di versante disposto caoticamente, comprendente clasti eterometrici in matrice limoso-argillosa.

##### Assetto strutturale

Le indagini geofisiche sono state eseguite nei settori centrale e meridionale del tracciato. Dall'analisi dei risultati ottenuti è emerso un modello costituito da tre principali unità sismostratigrafiche: un primo strato rappresentato da depositi incoerenti (accumuli di frana o di versante), con spessori generalmente inferiori ai 5-8 m dal p.c.; un secondo strato costituito da un substrato marnoso-arenaceo intensamente alterato e fratturato, con spessori variabili nell'ordine 10-15 m e una morfologia piuttosto regolare; un terzo strato rappresentato da un substrato a litologia marnosa/arenacea più compatta e omogenea, con morfologia del tetto piuttosto irregolare.

Pertanto lungo l'asse del tunnel, a partire dall'imbocco meridionale saranno attraversate per un centinaio di metri le facies alterate e fratturate, per poi entrare nell'ammasso roccioso più competente per almeno 250 metri. Nel settore settentrionale del profilo il microtunnel attraverserà verosimilmente le facies meno competenti dell'ammasso roccioso, anche se per mancanza di dati sismici è difficile dare una valutazione adeguata delle caratteristiche meccaniche.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 191 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Condizioni idrogeologiche

Il tipo e il grado di permeabilità delle litologie attraversate variano notevolmente in funzione dei litotipi che caratterizzano i depositi alluvionali e la Formazione delle Arenarie di Scabiazza.

In particolare, nei tratti costituiti dai terreni alluvionali di natura ghiaiosa-sabbiosa la permeabilità risulta particolarmente elevata. La circolazione idrica sotterranea e gli interscambi tra acque superficiali e acque di subalveo sono molto intensi, di conseguenza le fluttuazioni della superficie piezometrica nella piana alluvionale sono strettamente collegate al regime del corso d'acqua principale.

Nelle aree in cui sono presenti le litologie arenacee o marnoso-argillose la permeabilità risulta inferiore e variabile in relazione all'abbondanza dei livelli a granulometria fine intercalati ai livelli arenacei; solo in corrispondenza delle zone più fessurate si ha un aumento locale della permeabilità dell'ammasso roccioso con possibilità di deflusso idrico sotterraneo. In generale, in quest'ultimo contesto, lungo il versante la circolazione idrica sotterranea risulta mediamente bassa e per lo più collegata alla presenza di falde sospese impostatesi nei litotipi arenacei più o meno fratturati, mentre nel fondovalle, a quote inferiori a quelle dell'alveo, nelle stesse litologie non si esclude la presenza di una circolazione idrica sotterranea.

I livelli di falda e le portate in questi acquiferi sono strettamente connessi agli apporti pluviometrici del bacino di alimentazione nella porzione sommitale dei versanti, oppure al regime idraulico del Torrente Toncina nella fascia pedemontana lungo il fondovalle.

## 2.14.11 Microtunnel "Monte Crodolo"

### Litostratigrafia

Nell'area del rilievo di Monte Crodolo affiorano terreni appartenenti all'Unità tettonica di Groppallo, ricoperta dalla Unità Cassio e sovrascorsa sull'Unità Bettola.

L'Unità Groppallo è costituita dal Complesso di Pietra Parcellara, formato da breccie argillose (argille grigio scure a struttura caotica, inglobanti blocchi subarrotondati di dimensioni molto variabili di calcari e calcilutiti, areniti, argilliti e/o più rare rocce ofiolitiche), con matrice argillitica predominante sui blocchi.

All'interno del complesso sono distinguibili due litofacies principali, che non hanno un ordine stratigrafico riconosciuto. Si tratta delle Arenarie Ofiolitiche, costituite da areniti medio-fini, a composizione ofiolitica prevalente e argille siltose debolmente marnose in strati sottili e medi di colore grigio-verde e delle Breccie Poligeniche, costituite da breccie grano-sostenute e subordinatamente matrice-sostenute, ad elementi eterometrici di composizione ofiolitica (serpentini, basalti, oficalciti), sedimentaria (calcari marnosi, calcilutiti, calcareniti e areniti) e intrusiva (rocce granitoidi). La matrice è argillitica o arenitico-pelitica.

Inoltre, nel complesso di pietra Parcellara sono associati olistoliti costituiti da Argille a palombini, da Calcari a Calpionelle, e dai diversi termini della serie ofiolitica.

### Assetto strutturale

La parte sommitale del Monte Crodolo è costituita dalla successione rovesciata Diaspri-Calcari a Calpionelle che formano un grande olistolite contenuto all'interno del Complesso di Pietra della Parcellara. Le giaciture immergono sia verso il quadrante N che verso il quadrante S, con pendenze di 20°-30°. I limiti dell'olistolite con le arenarie ofiolitiche del Complesso di Pietra della Parcellara sono rappresentati sia a NE che a

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 192 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

SW da superfici immergenti ad alto angolo. Tali contatti possono essere associati a strutture tettoniche trascorrenti ad andamento NW-SE, come evidenziato in altri settori dell'Appennino Emiliano. Dall'indagine geofisica, che ha interessato l'intero profilo di scavo del microtunnel, è emersa la presenza di marcate variazioni litologiche. In particolare a partire dall'imbocco meridionale per oltre 100 m si attraversano brecce pelitiche. Il passaggio ai calcari a Calpionelle, discretamente compatti, è netto. Nella seconda metà del profilo sono presenti diaspri, probabilmente fino alle profondità di scavo. Nel tratto finale di scavo si attraversano nuovamente le brecce pelitiche fino in corrispondenza dell'imbocco settentrionale.

Da un punto di vista geomeccanico la sezione interpretativa evidenzia lungo l'asse di scavo condizioni litologiche estremamente variabili, per il passaggio da litofacies pelitiche/argilloso-marnose, non particolarmente compatte (classe III-IV di Bieniawski), nei primi 100-110 m e negli ultimi 50 m di scavo, a calcari/diaspri a basso grado di fratturazione (classe II-III), da 200 m a 400 m circa lungo il profilo di scavo.

#### Condizioni idrogeologiche

L'assetto idrogeologico dell'area risulta eterogeneo e fortemente influenzato dalle varietà litologiche che caratterizzano il Complesso di Pietra della Parcellara. In particolare, nei terreni a facies/matrice argillosa, la permeabilità risulta medio-bassa e localmente condizionata da fattori di natura lito-stratigrafica.

Al contrario, nei tratti in cui sono presenti calcari e diaspri, la permeabilità risulta superiore, con deflusso strettamente condizionato dal grado di fratturazione della roccia. In generale, quest'ultimo contesto è caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea potenzialmente elevata, sede di acquiferi minori, circoscritti prevalentemente alle zone più fratturate, con livelli della piezometrica, tuttavia, fortemente condizionati dagli apporti di acque meteoriche.

## 2.14.12 Galleria "Gropo di Gora"

### Litostratigrafia

Nel rilievo del Gropo di Gora affiorano terreni appartenenti all'Unità tettonica di Groppallo (Dominio Ligure). Dell'Unità di Groppallo affiora in massima parte il Complesso di Casanova (CCV), rappresentato da brecce monogeniche e poligeniche argillose, a struttura caotica, e da arenarie torbiditiche a componente dominante ofiolitica. Olistoliti di grandi dimensioni, rappresentate prevalentemente da rocce di natura ofiolitica sono interposte nei sedimenti marini. Le ofioliti affiorano in corpi (Colle Il Castellaccio e Gropo di Gora) che si estendono per centinaia di metri, con spessori elevati (stimati sui 150-200 metri). I contatti tra ofioliti e sedimenti associati sono di natura sedimentaria. Le ofioliti sono prevalentemente rappresentate da ultramafiti serpentizzate e in misura minore da basalti.

### Assetto strutturale

L'interpretazione del rilievo sismico ha evidenziato alcune zone superficiali con assetto caotico o poco riflettente, di cui è stata tracciata la discontinuità che ne marca la base (vedi sezione geologica). Si ritiene che queste zone siano associate ad unità tettoniche disarticolate e scollate dalle sequenze principali. La successione del complesso di Casanova appare complessivamente dislocata da numerose faglie, generalmente dirette, caratterizzate da rigetti non elevati.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 193 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

L'elaborazione dei dati con tecnica di sismica a rifrazione tomografica ha permesso di elaborare il modello di velocità delle onde P caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle curve di isovelocità, che evidenzia la complessità tettonica dell'area.

I terreni caratterizzati da basse velocità sismiche sono presenti esclusivamente nella porzione superficiale del profilo, nella sella ad Est del colle "Il Castellaccio". Fino a profondità di 10-15 metri sono presenti terreni caratterizzati da velocità intermedie; al di sotto di tale profondità si nota un aumento delle velocità con un gradiente più o meno costante fino a raggiungere 4.000 m/s intorno a 50 metri di profondità.

In prima approssimazione si può stimare che il tracciato di progetto attraversi litotipi serpentinitici nei settori prossimi agli imbocchi per diverse centinaia di metri, mentre nel settore centrale, che prevalgono le sequenze argillitico – arenacee.

#### Condizioni idrogeologiche

In generale, le litofacies a dominante argillosa e arenaceo - argillosa del Complesso di Casanova sono considerate sostanzialmente acquicludi o, localmente, acquitardi, in ragione di un basso grado di permeabilità secondaria. Solo localmente, in presenza di intercalazioni di livelli arenacei o marnosi e/o in corrispondenza delle zone più fessurate si ha un aumento locale della permeabilità dell'ammasso roccioso con possibilità di limitato deflusso idrico sotterraneo.

Nei tratti in cui sono presenti litofacies ofiolitiche, la permeabilità risulta medio-alta, con deflusso idrico sotterraneo condizionato dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso. Data l'intensa tettonizzazione che caratterizza gli ammassi ofiolitici e che ha prodotto un elevato grado di fratturazione, gli ammassi rocciosi ofiolitici posseggono una elevata capacità di immagazzinamento. La circolazione idrica sotterranea attesa risulta pertanto significativamente sviluppata.

La superficie piezometrica non è stata rilevata in fase di esecuzione dei sondaggi geognostici eseguiti in asse scavo e in corrispondenza degli imbocchi. Il profilo di scavo della galleria si sviluppa nella porzione più superficiale dell'ammasso roccioso, non attraversando la porzione più profonda del corpo ofiolitico, che dovrebbe costituire il nucleo sostanzialmente saturo dell'acquifero. Si ritiene quindi che le venute d'acqua attese sul fronte di scavo dovrebbero essere a carattere discontinuo, con portate limitate, in quanto relative a settori superficiali di ricarica o a settori secondari dell'acquifero principale.

#### 2.14.13 Microtunnel "Monte Cornale"

##### Litostratigrafia

Nell'area interessata dalla trivellazione affiora una sequenza formata da diverse Unità Liguridi. In ordine di sovrapposizione geometrica, da Ovest verso Est, affiorano il Flysch di Monte Cassio, le Arenarie di Scabiazza, il Complesso di Casanova, le Argille a palombini. Il Flysch di Monte Cassio (MCS) è costituito da marne e marne calcaree grigio-nocciola, a base calcarenitica fine, passanti a marne argillose scagliose, in strati da spessi a banchi. A questi sono intercalati set di strati medi e sottili di arenarie medio-fini ed argille siltoso-marnose grigio scure. Delle Arenarie di Scabiazza (SCB) affiora la litofacies argillitica costituite da siltiti nerastre passanti ad argille siltose rosso vinato e localmente lenti di breccie. Si presentano sempre intensamente tettonizzate, con pieghe a tutte le scale. In superficie le caratteristiche geomeccaniche di questa unità risultano mediamente scadenti. Il Complesso di Casanova (CCV) è costituito dalla litofacies a breccie mono e poligeniche, in strati molto spessi, con abbondante

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 194 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

matrice pelitica grigio scura e clasti eterometrici di calcilutiti. La formazione si presenta molto deformata. Le Argille a palombini (APA) sono rappresentate da argilliti o argilliti siltose grigio scure, fissili, con sottili intercalazioni di siltiti ed arenarie fini di colore grigio scuro o di calcareniti medio-grossolane in strati medi. Localmente si intercalano argilliti marnose grigie in strati spessi, marne grigio-verdastre in strati medi e arenarie fini laminate in strati sottili. Le Argille apalombini sono caratterizzate da una fitta rete di vene di calcite.

Lungo il versante meridionale del M. Cornale affiorano frequenti colate detritiche che si innescano a carico delle formazioni prevalentemente argillose. Il più esteso movimento gravitativo risulta allo stato attuale attivo, con evidenze morfologiche in superficie rappresentate da: nicchie di distacco, brusche rotture di pendenza con scarpate dell'ordine di 1-2 metri, terrazzi in contropendenza.

#### Assetto strutturale

L'assetto strutturale è stato valutato sulla base delle indagini sismiche. Al di sotto dei sedimenti incoerenti che formano lo strato superficiale, si individuano terreni maggiormente consistenti, associabili ad argilliti marnose. Per la quasi totalità del profilo esse presentano uno spessore compreso tra i 10 e i 15 metri, tranne che nel settore centrale in cui raggiungono localmente spessori di una ventina di metri. A profondità generalmente maggiori di 15 metri dal p.c. il substrato è formato da argilliti marnose compatte. Ad Est del M. Cornale il profilo sismico mette in evidenza una possibile lineazione tettonica a direzione prevalente NO-SE.

#### Condizioni idrogeologiche

Nei settori costituiti prevalentemente dai terreni a litofacies dominante argillosa (Arenarie di Scabiazza, Argille a Palombini), la permeabilità risulta bassa, e solo localmente in presenza, di intercalazioni di livelli arenacei o marnosi e/o in corrispondenza della zone più fessurate si ha un aumento locale della permeabilità dell'ammasso roccioso con possibilità di un limitato deflusso idrico sotterraneo. In generale, queste formazioni sono considerate sostanzialmente acquicludi, e solo localmente acquitardi.

Nei tratti in cui sono presenti le litofacies marnoso-argillose, marnoso calcaree (Flysch di M. Cassio) e/o breccie (Complesso di Casanova) la permeabilità risulta medio-bassa, con deflusso idrico sotterraneo strettamente condizionato dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso. In generale, in quest'ultimo contesto, la circolazione idrica sotterranea è caratterizzata dalla presenza di falde sospese, impostatesi prevalentemente negli strati litoidi più o meno fratturati.

Il livello della superficie piezometrica non è stato rilevato fino alle massime profondità raggiunte nei sondaggi geognostici effettuati, ad esclusione del sondaggio S24 nel quale sono state osservate modeste venute d'acqua in corrispondenza dell'attraversamento di intercalazioni marnoso-arenacee fratturate a circa 40 m dal p.c. Tuttavia, in corrispondenza di tale sito, la quota del tracciato del microtunnel è superiore (circa 6-7 m) rispetto a livello di falda riscontrato.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 195 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.14.14 Microtunnel “Monte Costaccia”

### Litostratigrafia

Nell'area del rilievo di M. Costaccia affiora una successione sedimentaria appartenente all'Unità tettonica Cassio, sovrascorsa sulle unità ofiolitifere liguridi di Groppallo e Grotta.

Lungo il profilo del microtunnel affiora solamente il Flysch di M. Cassio. Tale formazione è costituita da marne e marne calcaree grigio-nocciola, a base calcarenitica fine, passanti a marne argillose scagliose, in strati da spessi a banchi. A questi sono intercalati set di strati medi e sottili di arenarie medio-fini ed argille siltoso-marnose grigio scure. Lungo il versante la sequenza del Flysch di Monte Cassio è spesso ricoperta da coltri eluvio-colluviali e depositi detritici di versante.

### Assetto strutturale

Il rilevamento geologico di dettaglio ha permesso di caratterizzare con buona precisione l'assetto geologico-strutturale del Flysch di M. Cassio all'interno del quale verrà realizzato il microtunnel. Il tratto attraversato mostra con regolarità giaciture rovesciate con generale immersione verso Nord e con valori di pendenza che oscillano tra 20° e 60°. Tuttavia, sulla base dei dati di letteratura e sulla base di rilevamenti effettuati in aree limitrofe, che evidenziano uno stile deformativo caratterizzato da fasi deformative, non si esclude la possibilità di incontrare, in fase di avanzamento dello scavo, strutture plicative a tutte le scale.

Sulla base dei risultati del rilievo sismico, lungo l'asse di scavo si può prevedere di attraversare litofacies calcareo - marnose ed argillo marnose, non particolarmente compatte, stratificate ed intensamente fratturate e degradate (classe III-IV di Bieniawski) nei primi 150 m circa a partire dall'imbocco SO e nella porzione centrale e finale dello scavo. Nella prima metà del profilo di scavo è presente un settore con litologie calcareo-marnose mediamente più tenaci, attribuibili complessivamente ad una terza classe di scavo.

### Condizioni idrogeologiche

L'assetto idrogeologico dell'area risulta eterogeneo e fortemente influenzato dalle varietà litologiche che caratterizzano la Formazione del Flysch di Monte Cassio. In particolare, nei terreni a facies argille marnose o marne argillose, la permeabilità risulta medio-bassa e localmente condizionata da fattori di natura lito-stratigrafica.

Al contrario, nei tratti in cui sono presenti litologie arenacee, calcaree e calcareo-marnose, la permeabilità risulta superiore, con deflusso condizionato dal grado di fratturazione della roccia. In generale, quest'ultimo contesto è caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea potenzialmente elevata, sede di acquiferi minori, ma circoscritti, con livelli della superficie piezometrica fortemente condizionati dagli apporti di acque meteoriche.

## 2.14.15 Raise boring “Cà Sarzin”

### Litostratigrafia

Il rilievo attraversato dalla galleria e dal *raise boring* è costituito da terreni dell'Unità tettonica Cassio. Questa unità occupa la posizione più elevata nell'edificio strutturale formato dalle unità del Dominio Ligure di Groppallo e di Grotta.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 196 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il tracciato del *raise boring* interessa solo i termini appartenenti al Flysch di M. Cassio. Il Flysch di M. Cassio è costituito da marne e marne calcaree grigio-nocciola, giallastre all'alterazione, a base calcarenitica fine, passanti a marne argillose scagliose, in strati da spessi a banchi. A questi sono intercalati set di strati medi e sottili di arenarie medio-fini ed argille siltoso-marnose grigio scure.

#### Assetto strutturale

La successione del M. Cassio è in generale intensamente deformata da pieghe serrate, a tutte le scale. Lungo il versante in sponda destra dell' Arda, la sequenza torbiditica è piegata secondo una stretta sinclinale coricata ad asse orientato circa 10°/120° e piano assiale debolmente inclinato (20°/090°).

I risultati ottenuti dal rilievo sismico indicano un modello di velocità delle onde P piuttosto uniforme, con valori massimi delle onde sismiche, ed incrementi regolari di velocità, coerenti con i valori attesi per litotipi del Flysch di M. Cassio con caratteristiche geomeccaniche comprese tra una III e una IV classe di scavo. Sul substrato marnoso più competente poggia uno strato allentato e alterato avente spessori medi di circa 20-25 m e caratteristiche geomeccaniche scadenti (classe IV-V). La zona della scarpata mostra un vistoso *trend* sub-verticale, che può essere indicativo di una zona di maggiore fratturazione associata ad una frattura, pressoché coincidente con l'evidenza geomorfologica di una rottura di pendenza presente a circa metà del versante. La fascia di allentamento e/o fratturazione potrebbe essere sviluppata verso il basso fino a interferire con la quota del pozzo.

#### Condizioni idrogeologiche

Mediamente la permeabilità del flysch di Monte Cassio è stimabile da media a bassa, in relazione all'abbondanza di livelli fini siltitici e argillitici intercalati ai livelli torbiditici calcarei o arenacei; solo in corrispondenza della zone più fratturate si ha un aumento locale della permeabilità dell'ammasso roccioso con possibilità di acquiferi minori con relativo deflusso idrico sotterraneo.

In tale contesto, la circolazione idrica sotterranea risulta relativamente bassa, e per lo più collegata alla presenza di eventuali falde sospese, impostatesi nelle zone dell'ammasso roccioso con maggior grado di fratturazione. I livelli di falda e le portate in questi acquiferi sono strettamente connessi agli apporti pluviometrici del bacino di alimentazione.

### 2.14.16 Microtunnel "Case Fattori"

#### Litostratigrafia

Nel versante attraversato dall'opera affiora il Complesso di Casanova (CCV), appartenente al dominio Ligure. Il Complesso di Casanova (CCV) è rappresentato da diverse litofacies: brecce mono e poligeniche a matrice pelitica, brecce poligeniche a matrice arenitica, serpentiniti e peridotiti serpentinate; brecce serpentinitiche, arenarie ofiolitiche, oficalciti, basalti, gabbri, brecce a elementi calcarei prevalenti.

Tutte le litofacies sono intensamente tettonizzate e deformate. Le caratteristiche geomeccaniche risultano mediamente scadenti.

La morfologia di buona parte del versante è ondulata, marcata da rotture di pendenza dell'ordine del metro, ed interessata da dissesti gravitativi per tutta la sua estensione. In particolare, si individuano due dissesti classificati come frane complesse: il primo, nel settore settentrionale, è quiescente; il secondo, che coinvolge la porzione

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 197 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

meridionale del versante, mostra chiare evidenze in superficie di ripresa dell'attività. Il deposito di frana si sviluppa sino alle quote più basse, coinvolgendo anche l'alveo del torrente che risulta ormai parzialmente deviato nel suo corso. Le indagini svolte in questo settore del versante hanno indicato superfici di distacco stimate sino a profondità dell'ordine dei 30-40 metri dal piano campagna.

#### Assetto strutturale

Le indagini sismiche indicano che lungo quasi tutto il profilo si evidenzia, nei primi 8 – 10 metri di profondità, la presenza di terreni degradati caratterizzati da basse velocità sismiche. Nel settore nord-orientale tale livello tende ad assottigliarsi notevolmente fino a sparire completamente.

A profondità superiori ai 10 m circa dal piano campagna il substrato lapideo ha velocità crescente con gradiente abbastanza costante su tutta la lunghezza del profilo, fino a profondità di circa 20 metri dal p.c.; tale livello può essere associato ad argilliti mediamente degradate. Al di sotto del secondo sismostrato l'ammasso roccioso è formato da argilliti compatte e competenti. Al suo interno tuttavia si evidenzia un andamento meno regolare delle curve di velocità lungo tutto il profilo, che può far ipotizzare la presenza di elementi tettonici. Nel complesso il microtunnel si sviluppa in massima parte all'interno delle argilliti compatte, tranne che in due brevi tratti in corrispondenza degli imbocchi.

#### Condizioni idrogeologiche

Nei terreni di facies argillosa la permeabilità risulta bassa con variazioni locali condizionate da fattori di natura lito-stratigrafica. Dove sono presenti intercalazioni di natura arenacea e/o conglomeratica, la permeabilità risulta di tipo secondario, in funzione del livello di fratturazione della roccia.

### 2.14.17 Galleria "Mignano"

#### Litostratigrafia

Il rilevamento geologico realizzato lungo la sponda in sinistra idrografica del Lago di Mignano ha evidenziato la presenza di successioni sedimentarie riconducibili a due distinte Unità tettoniche, appartenenti al Dominio Ligure:

- Unità tettonica Cassio (Arenarie di Scabiazza, Argille varicolori di Cassio, Flysch di M. Cassio);
- Unità tettonica Gropallo (Complesso di Pietra Parcellara).

Le successioni dell'Unità tettonica Cassio affiorano nella porzione settentrionale dell'area di studio. In prossimità dell'abitato di Favale, l'unità Cassio sovrascorre sulle sequenze del complesso di Pietra Parcellara, che caratterizzano il settore meridionale dell'area di studio.

Le Arenarie di Scabiazza (SCB) sono costituite da litoareniti micacee fini grigio nocciola e peliti siltoso-marnose grigio scure, in strati da molto sottili a medi. Sono osservabili localmente alcuni strati molto spessi, fino a banchi, di marne calcaree grigie a base arenitica come anche conglomerati e calcclutiti in strati spessi e sottili intercalazioni di argilliti rossastre. Si presentano sempre intensamente tettonizzate, con pieghe a tutte le scale.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 198 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Le Arenarie di Scabiazza passano stratigraficamente alla formazione delle Argille varicolori di Cassio. L'originario contatto stratigrafico risulta molto spesso disturbato tettonicamente e in più punti non è più riconoscibile come tale. La presenza costante, alla base delle Argille varicolori di Cassio, delle Arenarie di Scabiazza, la stretta parentela riconoscibile tra queste ultime e le arenarie intercalate localmente nella formazione argillosa, il ritrovamento di argille rosse intercalate nelle Arenarie di Scabiazza e lo stile deformativo delle due formazioni, estremamente simile, conferma l'interpretazione stratigrafica del contatto tra le Arenarie di Scabiazza e le Argille varicolori di Cassio. Lo spessore, difficilmente valutabile data l'intensa deformazione della formazione, è comunque stimabile tra i 100 e i 250 m circa. Le caratteristiche geomeccaniche in superficie di queste litologie mediamente risultano scadenti.

Le Argille Varicolori di Cassio (AVV) sono costituite da argille e argilliti varicolori, più o meno siltose e solo raramente marnose. Sono presenti intercalazioni di arenarie torbiditiche fini grigio scure, con patine ferro-manganesifere, in livelli molto sottili. La formazione si presenta sempre intensamente tettonizzata, con pieghe a tutte le scale, rese ben evidenti dall'alternanza delle bande di diverso colore. All'interno della formazione delle Argille varicolori di Cassio è stato distinto un membro arenaceo-conglomeratico costituito dai conglomerati dei Salti del Diavolo (AVV1). Esso è costituito da lenti di conglomerati e conglomerati arenacei ad elementi sedimentari, metamorfici e granitoidi, in strati da medi a molto spessi; i clasti, di taglia media e grossolana, sono sempre ben arrotondati. Localmente i conglomerati passano a litoareniti medio-grossolane chiare, in alcuni casi questa litofacies diventa preponderante se non esclusiva del membro. I conglomerati dei Salti del Diavolo sono intercalati stratigraficamente nella parte alta delle Argille varicolori di Cassio, localmente con passaggio graduale per alternanze. Lo spessore del membro risulta variabile, fino ad un massimo di 100 m circa.

Le Argille varicolori di Cassio passano stratigraficamente al Flysch di M. Cassio. Il contatto sul terreno si presenta spesso tettonizzato, ma in alcune località è ancora osservabile il passaggio per alternanze tra le due formazioni, che si realizza in pochi metri di successione. Lo spessore della formazione è difficilmente valutabile a causa dell'estrema tettonizzazione, tuttavia è stimabile intorno ad un massimo di 350 m circa. Il Flysch di M. Cassio (MCS) è costituito da marne e marne calcaree grigio-nocciola, giallastre all'alterazione, a base calcarenitica fine, passanti a marne argillose scagliose, in strati spessi o banchi. A questi sono intercalati set di strati medi e sottili di arenarie medio-fini ed argille siltoso-marnose grigio scure. Lo spessore massimo misurato del Flysch di M. Cassio raggiunge i 1300 m.

L'unità tettonica Groppallo è costituita prevalentemente dal Complesso di Pietra Parcellara (CPP), caratterizzato da brecce argillose costituite da argille grigio scure a struttura caotica, inglobanti blocchi subarrotondati di dimensioni molto variabili, rappresentati da calcari e calcilutiti chiare, areniti bruno-verdastre e argilliti scure e più rare rocce ofiolitiche, la matrice argillitica è sempre decisamente preponderante sui blocchi. All'interno del complesso sono state distinte due litofacies intercalate senza un ordine stratigrafico riconoscibile: Arenarie ofiolitiche (CPPa) e Brecce poligeniche (CPPb). Le Arenarie ofiolitiche sono costituite da areniti medio-fini, a composizione ofiolitica prevalente e argille siltose debolmente marnose in strati sottili e medi di colore grigio-verde, sono presenti locali intercalazioni di marne siltose grigio chiare in livelli sottili. Le Brecce poligeniche sono costituite da brecce grano-sostenute e subordinatamente matrice-sostenute, ad elementi eterometrici di composizione

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 199 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

ofiolitica (serpentiniti, basalti, oficalciti), sedimentaria (calcari marnosi e calcilutiti chiare, calcareniti e areniti brune, argilliti scure e diaspri) e intrusiva (rocce granitoidi); la matrice è argillitica o arenitico-pelitica scura. Inoltre, al Complesso di Pietra Parcellara sono associati olistoliti costituiti da Argille a palombini, Calcari a Calpionelle, serpentiniti, basalti, e graniti.

#### Assetto strutturale

Le successioni appartenenti all'Unità Cassio sono deformate secondo un'ampia sinclinale coricata a vergenza meridionale, mentre in profondità, a causa dell'intenso piegamento e della presenza di una serie di faglie transpressive, il loro assetto giaciturale risulta di maggiore complessità. Il fianco rovescio della sinclinale affiora con spessori esigui ed è conservato, in prevalenza, nell'area di Favale dove interessa le Arenarie di Scabiazza. Le faglie transpressive, pervasive e particolarmente evidenti in sezione sismica, sembrano produrre dislocamenti di limitata entità (poche decine di metri al massimo) che ne limitano, fino a impedirlo, il riconoscimento sul terreno. Il piano di sovrascorrimento dell'Unità Cassio sulle successioni dell'Unità Groppallo immerge ad alto angolo (circa 45°) verso i quadranti settentrionali. Le successioni dell'Unità tettonica Cassio affiorano nella porzione settentrionale dell'area di studio, dove presentano giaciture da subverticali (diga del Lago di Mignano) a rovesciate, immergenti prevalentemente verso i quadranti meridionali (località Favale). Gli affioramenti del complesso di Pietra Parcellara, rari e di limitata estensione areale, suggeriscono la presenza di un intenso piegamento alla mesoscala dell'unità.

#### Condizioni idrogeologiche

I terreni a litofacies dominante argillosa (Arenarie di Scabiazza, SCB; Argille varicolori di M. Cassio, AVV), in cui la permeabilità risulta complessivamente bassa, possono essere considerate acquicludi. Solo localmente in presenza di intercalazioni di livelli arenacei o marnosi e/o in corrispondenza della zone più fratturate si ha un aumento locale della permeabilità dell'ammasso roccioso con possibilità di un limitato deflusso idrico sotterraneo (comportamento da acquitardi).

Le formazioni caratterizzate da litofacies marnoso-argillose, marnoso calcaree (Flysch di M. Cassio), arenacee e/o brecce grano-sostenute, e subordinatamente matrice-sostenute (Complesso di Pietra Parcellara, CPP) la permeabilità risulta medio-bassa, con deflusso idrico sotterraneo condizionato dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso.

In conclusione, nell'area di studio non sono stati rilevati condizioni idrogeologiche tali da interferenze tra la circolazione sotterranea e le operazioni di scavo della galleria.

### 2.14.18 Microtunnel "Casa dell'Arda"

#### Litostratigrafia

Il rilievo collinare attraversato dal tracciato del tunnel è formato dal Flysch di Monte Cassio (MCS). La formazione è costituita da marne e marne calcaree grigio-nocciola, a base calcarenitica fine, passanti a marne argillose scagliose, in strati da spessi a banchi. A questi sono intercalati set di strati medi e sottili di arenarie medio-fini ed argille siltoso-marnose grigio scure. La formazione è in generale intensamente deformata da pieghe a scala da metrica a ettometrica. Le caratteristiche geomeccaniche risultano mediamente discrete.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 200 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Lungo il versante il substrato calcareo – marnoso è ricoperto da coltri eluvio-colluviali e depositi di frana, caratterizzati da una granulometria prevalentemente limoso-argillosa. Nel fondovalle dell'Arda e lungo i terrazzi fluviali sono abbondanti le coperture quaternarie, rappresentate da depositi alluvionali, a granulometria prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa. I depositi alluvionali interessano le aree nelle quali saranno impostate le postazioni di spinta e di recupero della testa di scavo.

#### Assetto strutturale

Le indagini indirette svolte nel sito del vicino microtunnel di "Mocomero", situato circa 150 m a Nord dell'area in esame, hanno messo in luce per la successione prevalentemente calcareo - marnosa del Flysch di Monte Cassio discrete proprietà geomeccaniche (classe III di Bieniawski), che in presenza di acqua o fanghi di perforazione, possono scendere anche nella IV classe.

Inoltre, il profilo di scavo si sviluppa per il primo tratto a quote prossime alle quote d'alveo di magra del principale corso d'acqua presente nell'area, con possibili interazioni con le falde di sub-alveo, in particolare nell'area di installazione della postazione di spinta.

#### Condizioni idrogeologiche

Nel fondovalle, costituito prevalentemente dai terreni alluvionali di natura ghiaiosa-sabbiosa la permeabilità risulta particolarmente elevata. La circolazione idrica sotterranea e gli interscambi tra acque superficiali e acque di subalveo sono molto intensi, di conseguenza le fluttuazioni della superficie piezometrica sono strettamente collegate al regime idraulico del corso d'acqua principale.

Nei tratti in cui sono presenti litologie arenacee e calcareo-marnose (Flysch Monte Cassio), la permeabilità risulta mediamente inferiore rispetto ai depositi alluvionali precedentemente descritti, con deflusso idrico sotterraneo condizionato dal grado di fratturazione della roccia. In generale, nelle zone più fratturate la circolazione idrica sotterranea è potenzialmente elevata, con livelli della piezometrica, tuttavia, fortemente condizionati dagli apporti di acque meteoriche, nella porzione più elevata del versante, e dal regime idraulico del corso d'acqua principale e delle falde di sub-alveo lungo la porzione basale del versante.

### 2.14.19 Microtunnel "Mocomero"

#### Litostratigrafia

Nell'area interessata dalla trivellazione affiorano litologie appartenenti alla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) e al Complesso di Casanova (CCV). Il Flysch di Monte Cassio è costituito da marne e marne calcaree grigio-nocciola, a base calcarenitica fine, passanti a marne argillose scagliose, in strati spessi o banchi. A questi sono intercalati set di strati medi e sottili di arenarie medio-fini ed argille siltoso-marnose grigio scure. Il Complesso di Casanova è rappresentato da diverse litofacies: brecce mono e poligeniche a matrice pelitica, brecce poligeniche a matrice arenitica, serpentiniti e peridotiti serpentinite; brecce serpentinitiche, arenarie ofiolitiche, oficalciti, basalti, gabbri, brecce a elementi calcarei prevalenti.

Entrambe le formazioni sono intensamente tettonizzate e deformate. Le caratteristiche geomeccaniche risultano mediamente scadenti.

Lungo il versante il substrato è frequentemente ricoperto da coltri eluvio-colluviali e depositi di frana, caratterizzati da granulometria prevalentemente limo-argillosa.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 201 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il fondovalle dell'Arda è ricoperto da depositi alluvionali quaternari, caratterizzati da una granulometria prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa. I depositi alluvionali interessano le aree nelle quali saranno impostati le postazioni di spinta e di recupero della testa di scavo.

#### Assetto strutturale

La stratificazione di entrambe le unità litologiche immerge verso Nord, con inclinazioni variabili tra 15° e 35°. Per ragioni logistiche i profili sismici sono stati realizzati solo nel tratto centrale del tracciato del tunnel, non in perfetta corrispondenza con il suo asse. Per tale motivo i risultati ottenuti riguardanti il substrato non sono stati riprodotti nella sezione geologica. In ogni caso è emerso un modello lito-stratigrafico costituito da tre principali unità sismostratigrafiche: un primo strato rappresentato da un'alternanza eterogenea di litotipi prevalentemente di natura eluvio-colluviale altamente alterati, con spessore medi generalmente inferiori ai 10 m dal p.c ad esclusione del settore NE, nel quale si osserva un ispessimento di questo strato fino a massimo 8-10 m dal p.c.; un secondo strato costituito da un substrato marnoso/arenaceo alterato/fratturato con spessori variabili nell'ordine 20-25 m e una morfologia piuttosto irregolare, con immersione prevalentemente parallela ai versanti; un terzo strato, il cui tetto è situato a 25-30 m di profondità dal p.c., rappresentato da un substrato roccioso più compatto a natura marnosa e/o arenaceo/calcarenitico con morfologia del tetto molto irregolare lungo i profili.

#### Condizioni idrogeologiche

Nei terreni alluvionali di natura ghiaiosa-sabbiosa la permeabilità risulta particolarmente elevata, con locali variazioni condizionate principalmente dalla composizione granulometrica. La circolazione idrica sotterranea e gli interscambi tra acque superficiali e acque di subalveo sono strettamente collegati al regime idraulico del corso d'acqua.

Nelle litologie arenacee e calcareo-marnose del Flysch di Monte Cassio, la permeabilità risulta mediamente inferiore rispetto ai depositi alluvionali precedentemente descritti, con deflusso idrico sotterraneo condizionato dal grado di fratturazione della roccia. Nei terreni a facies argillose o argilloso-marnose predominanti (complesso di Casanova) la permeabilità è medio-bassa, con variazioni locali condizionate da fattori di natura lito-stratigrafica.

### 2.14.20 Microtunnel "Nuovo Cà Vincini"

#### Litostratigrafia

Nei rilievi collinari attraversati dall'opera affiora una sequenza appartenente alla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB), torbiditi di ambiente marino profondo appartenenti al Dominio Ligure. La formazione è costituita prevalentemente da arenarie litiche, a granulometria fine e media, in strati sottili e medi, regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigio chiare a base arenacea fine, conglomerati e calcilutiti in strati spessi. Il versante è caratterizzato da morfologia marcatamente ondulata ed è interessato da diversi movimenti gravitativi, che lo coinvolgono per gran parte della sua estensione. Il tracciato in progetto attraversa in sotterraneo il settore basale del pendio. Il fenomeno franoso è classificato di tipo complesso e allo stato attuale risulta attivo.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 202 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Assetto strutturale

Tranne due brevi tratti in corrispondenza degli imbocchi, che interesseranno i depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi, il profilo di scavo attraversa esclusivamente le Arenarie di Scabiazza, caratterizzate da scadenti caratteristiche geomeccaniche.

#### Condizioni idrogeologiche

Nei terreni alluvionali di natura ghiaiosa-sabbiosa la permeabilità risulta elevata, con locali variazioni condizionate principalmente dalla composizione granulometrica. La circolazione idrica sotterranea e gli interscambi tra acque superficiali e acque di subalveo sono strettamente collegati al regime del corso d'acqua principale.

Per contro, nelle aree in cui sono presenti le litologie arenacee o marnoso-argillose la permeabilità è bassa, con deflusso condizionato dal grado di fratturazione della roccia. In generale, la circolazione idrica sotterranea risulta legata alla presenza di falde sospese impostatesi nei litotipi arenacei più o meno fratturati, mentre nel fondovalle, a quote inferiori a quelle dell'alveo, nelle stesse litologie non si esclude la presenza di una diffusa circolazione sotterranea.

Poiché l'intero tracciato di scavo del microtunnel si sviluppa nel fondovalle del Torrente Arda, a quote inferiori rispetto alla quota dell'alveo di magra del torrente, lo scavo si svilupperà in terreni sottofalda saturi.

#### 2.14.21 Microtunnel "Lugagnano"

##### Litostratigrafia

Nella dorsale collinare attraversata dal tracciato di progetto, che rappresenta lo spartiacque tra i bacini dell'Arda e del Chiavenna, affiora una successione costituita dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) e dal Complesso di Case Boscaini (CCB), entrambe appartenenti al Dominio Ligure. La prima formazione è costituita da litoareniti micacee fini grigio nocciola e peliti siltoso-marnose grigio scure, in strati da molto sottili a medi, localmente spessi. Sono osservabili localmente alcuni strati (fino a banchi) di marne calcaree grigie a base arenitica come anche conglomerati e calcilutiti. Il Complesso di Case Boscaini (CCB) è rappresentato prevalentemente da brecce matrice-sostenute con clasti calcilutitici ben arrotondati, in matrice argillosa o siltosa.

##### Assetto strutturale

Le arenarie formano affioramenti poco continui, con giaciture sia rovesciate che normali, a causa delle deformazioni plicative a varie scale. Le caratteristiche geomeccaniche possono stimarsi da discrete a scadenti.

Dai risultati ottenuti lungo i profili sismici è emerso un modello lito-stratigrafico costituito da tre principali unità sismostratigrafiche: un primo strato rappresentato da litotipi di natura prevalentemente eluvio-colluviale, con spessori medi generalmente inferiori ai 10 m, ad esclusione del versante Nord-Ovest, nel quale si osserva un ispessimento fino a 20 m; un secondo strato costituito da un substrato argillo-marnoso mediamente alterato e fratturato con spessori variabili nell'ordine di 20-25 m e una morfologia piuttosto regolare, con giacitura del tetto circa parallela ai versanti; un terzo strato rappresentato da un substrato a litologia argillo-marnosa più compatta e omogenea, con morfologia del tetto molto irregolare.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 203 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### Condizioni idrogeologiche

Nei terreni alluvionali di natura ghiaiosa-sabbiosa la permeabilità risulta particolarmente elevata, con locali variazioni condizionate principalmente dalla composizione granulometrica. La circolazione idrica sotterranea e gli interscambi tra acque superficiali e acque di subalveo sono strettamente collegati al regime idraulico dei corsi d'acqua.

Nei tratti in cui sono presenti le litologie arenacee o marnoso-argillose la permeabilità risulta inferiore, con deflusso condizionato dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso. In generale, in quest'ultimo contesto, la circolazione idrica sotterranea risulta medio-bassa, e per lo più caratterizzata dalla presenza di falde sospese, impostatesi prevalentemente nei litotipi arenacei più o meno fratturati.

Le litologie caratterizzate da brecce con struttura matrice-sostenuta, a matrice argillosa, presentano una permeabilità molto bassa, con variazioni locali condizionate da fattori di natura lito-stratigrafica, quali: banchi arenaceo-marnosi, eterogeneità granulometriche, grado di addensamento e/o consistenza. Nel complesso, la circolazione idrica sotterranea in questo tipo di contesto litologico risulta scarsa.

#### 2.14.22 Microtunnel "Autostrada A1 Milano - Napoli"

##### Litostratigrafia

Il microtunnel, situato in un'area a morfologia interamente pianeggiante, attraversa depositi alluvionali terrazzati. In particolare, lo scavo si sviluppa in sedimenti a granulometria prevalentemente limoso-argillosa, con intercalazioni sabbiose.

##### Condizioni idrogeologiche

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, i depositi alluvionali limo-argillosi, debolmente sabbiosi, sono caratterizzati da permeabilità medio - bassa per porosità. La superficie piezometrica (rilevata nel corso delle indagini geognostiche) è caratterizzata da bassa soggiacenza (circa 1,5 metri di profondità dal piano campagna all'epoca del rilievo).

#### 2.14.23 Microtunnel "Ferrovia Alta Velocità Milano - Bologna"

##### Litostratigrafia

Il microtunnel, situato in un'area a morfologia interamente pianeggiante, attraversa depositi alluvionali terrazzati. In particolare, lo scavo si sviluppa in sedimenti a granulometria prevalentemente limoso-argillosa, con minore frazione sabbiosa.

##### Condizioni idrogeologiche

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, i depositi alluvionali limo-argillosi, debolmente sabbiosi, sono caratterizzati da permeabilità medio - bassa per porosità. La superficie piezometrica (rilevata nel corso delle indagini geognostiche) è caratterizzata da bassa soggiacenza (circa 1,5 metri di profondità dal piano campagna all'epoca del rilievo).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 204 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 2.14.24 Microtunnel "Raccordo autostradale A1 - A21"

##### Litostratigrafia

Il microtunnel, situato in un'area a morfologia interamente pianeggiante, attraversa depositi alluvionali terrazzati. In particolare, lo scavo si sviluppa in sedimenti a granulometria prevalentemente limoso-argillosa, con modesta frazione sabbiosa.

##### Condizioni idrogeologiche

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, i depositi alluvionali limo-argillosi, debolmente sabbiosi, sono caratterizzati da permeabilità medio - bassa per porosità. La superficie piezometrica (rilevata nel corso delle indagini geognostiche) è caratterizzata da bassa soggiacenza (circa 1,3 metri di profondità dal piano campagna all'epoca del rilievo).

#### 2.15 **Tracciato della condotta in corrispondenza dei Siti di Importanza Comunitaria (punto 21)**

*"In merito all'attraversamento delle aree SIC venga prodotto un approfondimento progettuale riguardante le alternative analizzate e valutate; venga fatta un'analisi delle stesse anche al fine di evitare o ridurre le interferenze con gli Habitat naturali presenti"*

Il tracciato del "Metanodotto Pontremoli - Parma DN 900 (36)" in progetto viene a interessare l'areale del Sito di Importanza Comunitaria (SIC) "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora" a nord-ovest dell'abitato di Bardi divergendo sensibilmente dall'andamento della tubazione esistente DN 750 (30") in dismissione che, ugualmente, interessa lo stesso areale attraversandolo a est della nuova condotta.

Lo scostamento tra gli assi delle due tubazioni (in progetto e in dismissione) è dovuto alla presenza di una vasta area, posta in corrispondenza dello spartiacque tra le valli del F. Taro e del T. Chero, caratterizzata dalla presenza di diffusi fenomeni franosi profondi attivi che, nel periodo trascorso dalla realizzazione dell'esistente gasdotto, hanno imposto ripetuti e importanti interventi di manutenzione straordinaria dell'opera concretizzati nella messa a giorno di un tratto di circa 0,320 km di tubazione, in periodici interventi di ricollocazione della stessa sulle selle di appoggio appositamente predisposte (vedi foto 2.15/A). Altri tratti della tubazione, monitorati per mezzo di estensimetri, sono periodicamente scoperti per mezzo di scavi nella trincea di posa allo scopo di diminuire le sovratensioni sulla condotta causate dalle spinte delle terre.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 205 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Foto 2.15/A: Tratto scoperto della tubazione DN 750 (30") in dismissione**

In riferimento alla diffusione dei fenomeni di instabilità, che interessano variamente ed estesamente buona parte dei versanti dell'areale del Sito, l'andamento della nuova condotta è stata definita ricercando un varco di passaggio in grado di garantire la sicurezza della condotta (vedi Vol. 1B, All. 1 - Dis. LB-A-83230). Il tracciato individuato, seppur prevedendo la realizzazione di opere di stabilizzazione dei versanti (paratie di pali trivellati e di micropali) in corrispondenza dei tratti più stretti della cresta, di interventi di drenaggio (letti di posa drenante e trincee drenate) lungo i versanti in cui si manifestano condizioni favorevoli all'istaurarsi di ristagni idrici, e tratti in sotterraneo, laddove le caratteristiche morfologiche lo impongano (M. Crodolo e Groppo di Gora) soddisfa la condizione privilegiando una lunga percorrenza lungo la cresta che separa l'incisione del T. Arda dalla valle del T. Ceno.

Il tracciato della nuova condotta entra nell'areale del Sito attraversando la strada comunale "Dorbora-Costa Gemignana", in località "Pietra Cervara" per risalire il versante meridionale e raggiungere la cima di Poggio Cadame. Dalla sommità del rilievo, la nuova condotta, deviando gradatamente verso nord-est, si sviluppa lungo la cresta che conduce al M. Spiaggi aggirando la frazione di Cogno di Grezzo, ove è prevista la realizzazione del PIDI n. 9, punto di stacco del "Rifacimento Allacciamento al Comune di Bardi, loc. Grezzo DN 100 (4)". Raggiunta la sommità di Monte Spiaggi, il tracciato piega verso nord e discende il fianco settentrionale del rilievo per poi superare con un tratto in sotterraneo (tunnel) la sommità di M. Crodolo.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 206 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Procedendo in direzione nord-ovest, il tracciato si sviluppa lungo l'articolato crinale tra il M. Crodolo e il M. Prarbera, intersecando le testate delle incisioni del Rio del Groppo di Rosa, del Rio della Basona e del Rio del Groppo per giungere in località "Castellaro". Da qui la nuova linea devia decisamente verso est per superare in sotterraneo (galleria) la dorsale Colle il Castellaccio - Groppo di Gora e proseguire verso est lungo il crinale di Costa di Pelizzone, percorrendo un tratto della strada comunale "Terruzzi - Bardi" e abbandonando l'areale del Sito in prossimità della strada comunale "Prato - Bertone" ove incrocia l'esistente condotta DN 750 (30") in dismissione.

Il "Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore DN 750 (30")" in dismissione interessa l'areale del sito varcandone il confine in corrispondenza della SP "di Boccolo" e dirigendosi verso NNE, risale il versante sud-orientale del M. Crodolo, transitando tra il M. Spiaggi e il M. Coloreti, oltrepassa il Bosco di Badino per iniziare la discesa delle pendici orientali del rilievo. Dopo aver aggirato a ovest le frazioni Piana di Gazzo e Gazzo e Cagno Gazzo, la tubazione esistente attraversa la strada comunale "Groppo di Gora" per svilupparsi lungo il confine nord-orientale del Sito sino a raggiungere località "Frana di Cagno", ove lo abbandona definitivamente.

Nell'ambito del processo progettuale che ha portato alla scelta del tracciato della nuova condotta, si è proceduto, in fase di studio di fattibilità, ad analizzare diverse soluzioni di percorrenza.

Detto studio, in relazione alle caratteristiche fisiche del territorio sopra delineate, è stata in primo luogo rivolto alla definizione degli aspetti fisici dello stesso più strettamente connessi alla sicurezza dell'opera e ha comportato:

- la raccolta e l'analisi dei dati bibliografici e cartografici tematici disponibili;
- l'esecuzioni di analisi idrologiche preliminari;
- l'individuazione di possibili direttrici di passaggio;
- l'esecuzione di sopralluoghi volti alla verifica di dette direttrici.

In questo ambito per il tratto in oggetto sono state prese in esame le seguenti soluzioni alternative (vedi Vol. 1B, All. 1 - Dis. LB-A-83230):

- percorrenza del crinale posto a ovest dell'abitato di Morfasso (soluzione A);
- percorrenza del fondovalle del T. Ceno e risalita versante meridionale di M. Carameto (soluzioni B1 e B2).

La prima soluzione, staccandosi dal tracciato di progetto in prossimità dell'imbocco meridionale della galleria del Groppo di Gora, si sarebbe sviluppava verso nord-ovest, percorrendo il crinale che unisce il Colle del Castellaccio al Monte Lama per raggiungere la Costa della Strinata e proseguire verso la Sermasa della Crocetta e il M. Menegosa.

Mantenendosi sempre lungo il crinale, la soluzione A avrebbe proseguito verso le cime di Colle Guttarello e M. la Morfassina per oltrepassare il passo di S. Franca e raggiungere l'omonimo monte. Da questo punto la soluzione A avrebbe continuato verso il M. Colombello, il M. Obolo e il M. Solio per raggiungere il M. Castellone e iniziare la discesa verso il fondovalle del T. Riglio che avrebbe raggiunto in prossimità dell'omonimo centro abitato. La soluzione A si sarebbe infine sviluppata nel fondovalle del corso d'acqua per raggiungere la pianura e ricongiungersi al tracciato della

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 207 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

condotta DN 750 (30") in dismissione, dopo aver attraversato il corso del T. Chero.

Detta ipotetica soluzione è stata scartata in quanto, lungo il suo sviluppo lineare presenta una serie di gravi criticità per lo più legate alla presenza di fenomeni franosi variamente estesi; le maggiori difficoltà che hanno portato a scartare questa soluzione si registrano in corrispondenza dei seguenti punti:

- del passaggio in prossimità della Chiesa di S. Franca, ove la risalita verso M. Colombello dovrebbe attraversare un pendio caratterizzato da un substrato argilloso interessato da imponenti fenomeni franosi in rapida evoluzione (punto a1);
- lungo il tratto tra M. Colombello e M. Obolo, in ragione del fatto che il passaggio sulla cresta è impedito dalla presenza degli edifici dell'abitato di Prato Barbieri che costringerebbero la condotta a un passaggio in mezza costa di circa 650 m su terreni instabili e/o interessati da fenomeni gravitativi di notevole dimensione la cui pericolosità è testimoniata anche da visibili lesioni sugli edifici più vicini; seguirebbe un passaggio lungo una cresta molto stretta (ampia pochi metri), i cui versanti sono interamente occupati da frane quiescenti e il cui culmine è caratterizzato da un'ampia scarpata morfologica che rappresenta la nicchia di distacco di una frana attiva in evoluzione (punto a2);
- lungo la discesa dal M. Castellone verso il fondovalle del T. Riglio, ove la condotta dovrebbe percorrere una cresta a ovest di Generesso, su cui sorgono alcuni edifici, compresa tra due versanti dei quali quello settentrionale è inciso da un profondo impluvio, e all'interno del quale sono presenti depositi di frana attiva per colamento lento, mentre il versante meridionale ha un aspetto più dolce ma con instabilità diffusa e depositi di frana sia attiva sia quiescente (punto a3).

Questa soluzione di tracciato, anche se fosse stata giudicata praticabile, non avrebbe comunque evitato la percorrenza all'interno dell'areale del Sito, ma al contrario avrebbe, seppur di poco, aumentato la lunghezza del tratto d'interferenza.

Per quanto attiene la seconda soluzione, incentrata su un primo tratto di percorrenza lungo il fondovalle del T. Ceno, si sono esaminate due soluzioni: la prima (alternativa B1) si sarebbe staccata dal tracciato di progetto in corrispondenza della confluenza del T. Toncina in località "Molino dei Belli" e, dirigendosi verso nord-est avrebbe dovuto percorrere l'alveo del T. Ceno sino all'altezza della frazione di Rugarlo per piegare verso nord, risalire il versante meridionale del M. Carameto a est di località "Fantoni", sino a raggiungere il crinale percorrendo la Costa di Pietrarasa, e ricongiungersi al tracciato di progetto in corrispondenza della sommità del monte Carameto.

La seconda (alternativa B2) si sarebbe staccata dalla precedente in corrispondenza del punto ove abbandona il fondovalle per proseguire lungo lo stesso sino a giungere all'altezza di "Segarati", piegare verso nord e risalire il versante transitando tra le frazioni di Pereto e Poggiolo; dopo aver raggiunto il crinale del M. Pratobello, l'alternativa avrebbe dovuto piegare verso ovest e ricongiungersi alla alternativa B1, percorrendo la cresta.

Entrambe le alternative sono state scartate in quanto presentano un'analogia criticità legata alla presenza di edifici in corrispondenza degli unici varchi esistenti tra le estese aree franose. Nel primo caso la frazione di Cornetti e alcuni fabbricati lungo la strada che congiunge Bardi a Bazzini (punto b1a) precludono di fatto ogni possibilità di

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 208 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

passaggio, lungo la seconda alternativa, la frazione di Segarati (punto b2a), prima, e quella di "la Costa"(punto b2b), poi, precludono l'eventuale passaggio della condotta.

Questa seconda soluzione analizzata avrebbe eliminato ogni interferenza con l'areale del Sito d'Importanza Comunitaria "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora", ma comporterebbe inevitabilmente l'attraversamento del settore settentrionale del SIC "Monte Barigazzo, Pizzo d'Oca" in corrispondenza del fondovalle del T. Ceno.

Oltre alle soluzioni sopra illustrate, ulteriori ipotetiche direttrici di tracciato a più ampio raggio in grado di eliminare l'interferenza con l'areale del Sito in oggetto risultano del tutto impercorribili.

In riferimento allo scopo dell'opera, l'abitato di Bardi, con l'esigenza di garantirne l'approvvigionamento di gas, costituisce, infatti, un punto nodale del progetto e come tale qualsivoglia ipotetica direttrice di tracciato deve comunque transitare in prossimità dello stesso.

Considerando la posizione dello stesso abitato, qualsivoglia soluzione che si sviluppi a est del tracciato di progetto (direttrice C) implicherebbe inevitabilmente l'interferenza con il SIC "Monte Barigazzo, Pizzo d'Oca" in una situazione morfodinamica sicuramente più gravosa, come testimoniato dalla diffusione dei fenomeni di instabilità individuati lungo il versante settentrionale del Pizzo d'Oca.

Un'ipotetica direttrice che si sviluppi a ovest del tracciato di progetto (direttrice D) porterebbe necessariamente la condotta, dopo la risalita del fondovalle del Ceno e del suo affluente T. Dorbora, ad attraversare l'incisione del T. Lavaiana a ovest dell'abitato di Boccolo della Noce, ove la presenza di estesi fenomeni franosi in atto, diffusi su entrambi i versanti, preclude di fatto ogni possibilità di passaggio.

## 2.16 Realizzazione dell'opera nell'ambito dei Siti della Rete Natura 2000 (punto 22)

*"Nei tratti in cui il tracciato interferisce i Siti della Rete Natura 2000, dovranno essere approfondite le attività di cantiere, le caratteristiche delle piste di accesso, le misure di mitigazione descrivendo altresì le modalità di ripristino geomorfologico e vegetazionale attraverso anche la predisposizione di mappe con la localizzazione degli habitat. Nei tratti in cui il tracciato dovesse necessariamente interferire con gli habitat tutelati dovranno essere predisposti approfondimenti con la redazione di progetti mirati alla tutela e al ripristino degli habitat"*

Nell'ambito del tratto di percorrenza nell'areale del SIC, lo sviluppo del progetto di dettaglio, al fine di contenere gli effetti indotti dalla messa in opera della nuova condotta, ha comportato l'elaborazione di uno specifico progetto pista volto alla minimizzazione delle aree di occupazione temporanea necessarie alla posa della nuova condotta.

In corrispondenza dei tratti a più elevato valore naturalistico, la larghezza dell'area di passaggio è stata ridotta a 14 m, rinunciando alla possibilità di transito con sorpasso dei mezzi operativi e allo spazio per lo sfilamento delle tubazioni. Il montaggio della



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 209 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

condotta avverrà attraverso: l'assemblaggio di segmenti costituiti da 2-3 barre, il successivo trasporto dei segmenti e la posa degli stessi nella trincea, il ritombamento della trincea e la saldatura di collegamento tra i singoli segmenti direttamente all'interno dello scavo, eliminando quindi la fase di sfilamento e saldatura delle barre lungo la linea.

E', comunque, da evidenziare come queste particolari modalità di montaggio, in relazione alla complessità operativa che impongono, anche in riferimento alle condizioni di sicurezza del cantiere, ed alla loro conseguente particolare onerosità, possano essere adottate unicamente in casi particolari e per tratti di lunghezza assai limitata.

Al fine di ridurre ulteriormente l'impatto indotto dalla realizzazione dell'opera nelle aree boscate comprese nel Siti d'Importanza Comunitaria, le paline, che segnalano la presenza del metanodotto, saranno collocate unicamente in corrispondenza dei punti in cui la tubazione cambia orientamento, riducendone il numero al minimo consentito, ottenendo, così una minimizzazione anche dell'impatto visivo dell'opera.

Al fine di accertare l'interferenza tra le aree di occupazione temporanea necessarie per la messa in opera della nuova condotta e la rimozione della tubazione esistente, si è prodotto un elaborato planimetrico su base catastale con l'indicazione delle aree di cantiere previste dal progetto. Per i dettagli delle interferenze rilevate e delle relative misure di ripristino si rimanda alla rielaborazione dello studio di incidenza (vedi Vol. 1B, Annesso D, SPC LA-E-83018) allegato alla presente relazione.

## **2.17 Interferenza dell'opera con gli habitat, le specie floristiche e faunistiche presenti nei Siti Natura 2000 (punto 23)**

*"In relazione allo studio d'incidenza prodotto vengano approfondite le interferenze dell'opera con gli habitat presenti nei siti natura 2000, con le specie floristiche e faunistiche di interesse comunitario, e con le aree di connessione ecologica considerando in particolare la sottrazione e/o frammentazione di habitat, l'alterazione della struttura e della composizione delle fitocenosi, e l'incidenza sulla fauna. Dovrà inoltre essere approfondito il grado di significatività dell'incidenza rispetto agli obiettivi di conservazione del sito al fine di assicurare la conservazione della sua integrità strutturale e funzionale. Si ritiene inoltre che la redazione dello studio di incidenza debba seguire il più possibile i riferimenti metodologici indicati a livello europeo e nazionale (guida metodologica alle disposizioni dell'articolo 6, paragrafi 3 e 4 della direttiva Habitat 93/43/CEE) e relativi alla valutazione progressiva articolata in quattro fasi"*

In ragione dell'articolazione della richiesta, si è ritenuto opportuno produrre nuovamente lo studio di incidenza per il SIC "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora", unico sito attraversato dalle tubazioni, a cui si rimanda per gli approfondimenti del caso (vedi Vol. 1B, Annesso D - SPC LA-E-83018).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 210 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.18 Caratteristiche paesaggistiche e naturali del territorio attraversato dall'opera (punto 24)

*“dato il valore paesaggistico e naturalistico del territorio attraversato si richiede un approfondimento:*

- *delle analisi della vegetazione esistente, nei tratti del tracciato dove si prevedono abbattimenti,*
- *delle modalità operative di cantiere e degli interventi di ripristino dello stato dei luoghi indicando le tipologie di impianto che saranno utilizzate per i diversi ambiti naturali interferiti dall'opera, la tempistica di attuazione, i piani di manutenzione in grado di controllare l'efficacia degli interventi nel tempo.*

*Dovranno essere inoltre indicate le modalità previste al fine di salvaguardare il patrimonio genetico delle specie vegetali, in particolare quelle rare o minacciate, se presenti nell'area. Si richiede tale approfondimento anche per il ripristino dei tratti del metanodotto oggetto di dismissione che interferiscono con ambiti boscati e naturali.”*

### 2.18.1 Vegetazione arborea esistente lungo il tracciato delle nuove condotte

L'approfondimento riguardante la vegetazione forestale presente ha portato alla realizzazione di un elaborato cartografico dei tipi forestali la cui definizione è stata differenziata su base regionale (Vedi Vol. 1B, All. 3 - Dis. 000-BI-D-94708 rev. 0). Per quel che riguarda la Regione Toscana, i tipi sono stati individuati in base alla pubblicazione “I tipi forestali – Boschi e macchie della Toscana, 1998. Regione Toscana – Giunta Regionale, 360 pp.”; per la parte della Regione Emilia-Romagna si è fatto riferimento a: “Classificazione di popolamenti forestali dell'Emilia-Romagna di supporto alla pianificazione forestale, 2006. Regione Emilia-Romagna – Direzione generale all'ambiente e difesa del suolo e della costa, pp. 95.”.

I tipi forestali identificati per la Toscana sono:

- Saliceto e pioppeto ripari
- Querceto mesofilo di Roverella e Cerro
- Castagneto mesofilo su arenaria
- Robinieto d'impianto
- Pineta eutrofica (acidofila) di Pino nero (anche nella variante con Abete bianco e Abete rosso)
- Faggeta appenninica mesotrofica a *Geranium nodosum* e *Luzula nivea*

I pioppeti sono stati riscontrati soprattutto lungo il F. Magra a sud di Pontremoli; lungo la stessa valle si trovano la gran parte dei robinieti che occupano i bassi pendii acidofili. Dove il robinieto non è presente si possono ancora trovare alcuni lembi di querceti a roverella e cerro. Salendo verso il passo del Brattello, circa oltre i 600 metri, cominciano i boschi dominati dal castagno. Questi boschi raggiungono circa i 900 metri e alle quote superiori vengono sostituiti dalla faggeta. Al passo, che segna il confine tra le due regioni, sono presenti vaste superfici di rimboschimenti a pino nero e abete rosso.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 211 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per quel che riguarda le tipologie forestali dell'Emilia-Romagna sono state individuate:

- Saliceto planiziale a *Salix alba*
- Pioppeto di Pioppo nero
- Castagneto acidofilo
- Cerreta mesoxerofila
- Faggeta oligotrofica (acidofila)
- Ostrieto mesofilo di forra
- Querceto mesoxerofilo di roverella
- Rimboschimenti montani
- Robinieto

La tipologia del castagneto si trova soprattutto sui versanti montuosi che da Borgo Val di Taro salgono verso il Passo del Brattello dai 600 fino ai 900 m circa. Alle quote più elevate è presente la faggeta spesso gestita a ceduo.

In generale, nei fondovalle più caldi si trovano i querceti a *Quercus pubescens*, spesso accompagnata da *Q. cerris* e *Fraxinus ornus*. Salendo di quota e nelle valli più fresche, la tipologia prevalente è quella del querceto misto a *Quercus cerris* e *Q. pubescens* accompagnati da *Ostrya carpinifolia* nelle situazioni più mesiche. Le quote superiori, dai 900 metri in poi, sono sempre occupate dalla faggeta. Lungo i principali fiumi montani (F. Taro, T. Ceno, T. Arda, T. Chero e T. Chiavenna) sono presenti estesi lembi di pioppeto ripariale a *Populus nigra*.

La zona collinare che si sviluppa verso la pianura, è caratterizzata da boschi termofili di roverella. Nella porzione planiziale non sono state rilevate formazioni boschive se non piccoli lembi di formazioni a salici e pioppo lungo i corsi d'acqua, o robinieti lungo le scoline.

Oltre a queste tipologie molto frequenti all'interno del territorio analizzato sono anche stati individuati due tipi molto localizzati: un'ostrieto mesofilo di forra (testata Torrente Toncina) ed un bosco palustre a *Salix alba* (all'immissione del Torrente Arda nel Lago di Mignano).

### Descrizione delle tipologie presenti

Di seguito vengono descritte in modo più dettagliato le tipologie cartografate anche con l'aiuto illustrativo di materiale fotografico. Laddove le tipologie forestali identificate dalle due regioni con nome e codice diverso combacino esattamente si propone un titolo che accomuna le due diciture accompagnato da un'unica descrizione. In caso contrario viene presentata una descrizione per ogni tipologia individuata.

### Saliceto e pioppeto ripari e Pioppeto di Pioppo nero

Le aree golenali interessate sono prevalentemente dominate da saliceti arbustivi con dominanza di *Salix purpurea* all'interno della fascia di greto attivo, sulle isole ed eventualmente in alcuni primi terrazzamenti di ridotte dimensione. Nella fascia più esterna invece sia su suoli ghiaiosi che su suoli sabbiosi si instaurano dei boschi nettamente dominati da pioppo nero, a cui si possono accompagnare il salice bianco e l'ontano nero. Spesso essi sono notevolmente infiltrati dalla robinia. A questa tipologia di bosco ripariale molto diffusa, anche se raramente ben strutturata ed in buono stato di conservazione, vi sono delle varianti che caratterizzano piccole fasce non sempre

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 212 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

cartografabili: nelle aree più fresche montane si riscontra l'ontano grigio e il carpino nero. In alcune porzioni ad elevata umidità e freschezza può dominare l'ontano nero. Nella fascia planiziale emiliana questi boschi vengono progressivamente sostituiti dalla tipologia successiva dei saliceti planiziali.

#### **Saliceto planiziale a *Salix alba***

Nell'area planiziale, dove la granulometria dei suoli si modifica sensibilmente verso granulometrie molto più fini, diventa dominante il saliceto a salice bianco che si sviluppa lungo i principali assi fluviali padani. Lungo i corsi d'acqua interessati questa tipologia è rara, frammentata, ridotta a piccole fasce discontinue e spesso ricca di robinia (vedi foto 2.18/A).

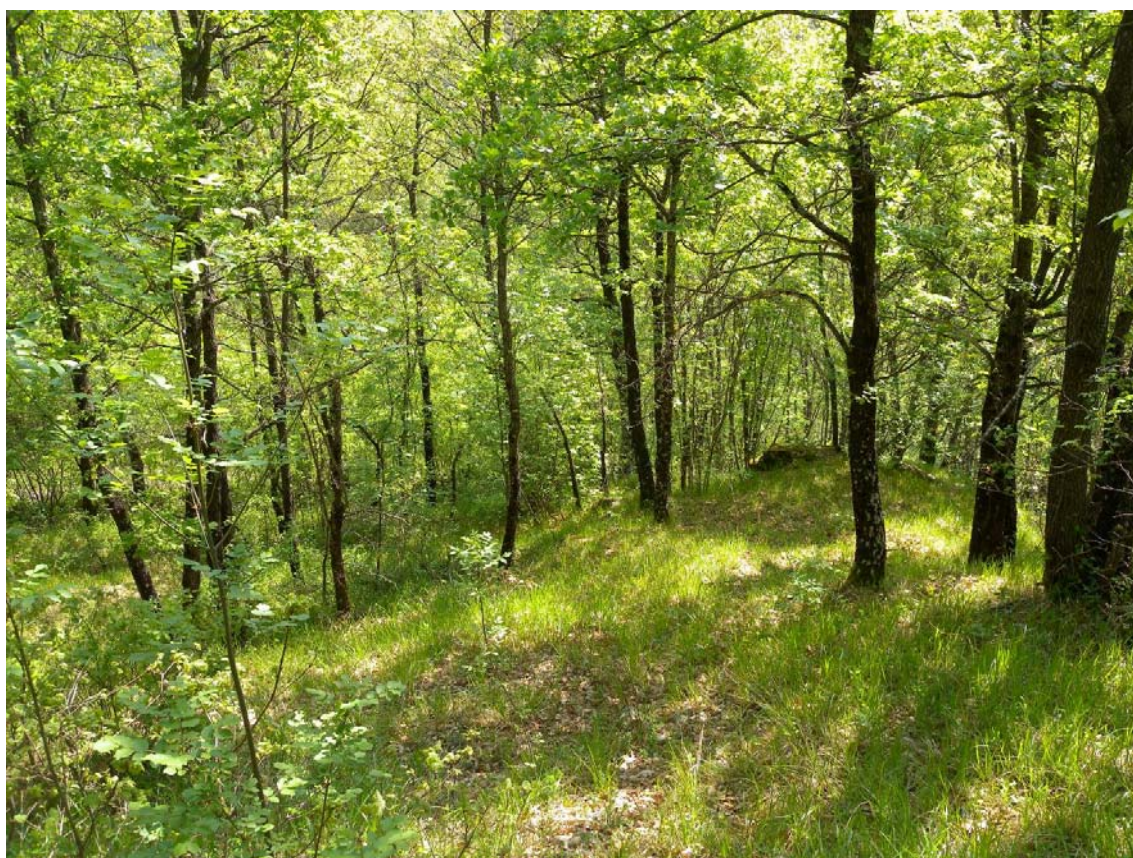


**Foto 2.18/A:** Saliceto a salice bianco a monte del Lago Di Mignano, alle sponde i rilievi collinari con diffusi impianti di pino nero frammisti a querceti misti di roverella.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 213 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### **Querceto mesofilo di Roverella e Cerro**

Si tratta di lembi di querceti dominati da roverella spesso mescolata al cerro. Gli aspetti più xerici sono situati a sud o nei pressi di Pontremoli, mentre salendo in quota aumenta la partecipazione del cerro (vedi foto 2.18/B). Va anche evidenziato che il cerro è sempre favorito dalla gestione selvicolturale dei querceti misti. Questi boschi sono rari perché spesso sono stati sostituiti da coltivi o si sono progressivamente trasformati in robinieti.



**Foto 2.18/B: Tipico aspetto di un querceto dominato da roverella con sottobosco ben sviluppato.**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 214 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Querceto mesoxerofilo di roverella

Nelle parti collinari più calde si sviluppano lembi di querceti misti, dominati dalla roverella (vedi foto 2.18/C). Essi spesso sono a contatto con cerrette o con boschi misti di cerro, roverella e carpino nero. Presentano un sottobosco ricco di specie piuttosto xeriche. Si tratta di lembi inseriti in un contesto territoriale dominato da aree agricole e robinieti.



**Foto 2.18/C:** Tipico paesaggio con prati stabili inframezzati da lembi di querceto misto nella Valle del Taro.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 215 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### **Cerreta mesoxerofila**

Sul versante emiliano viene individuata una cerreta che occupa la fascia altitudinale compresa tra la faggeta e i querceti misti con i quali vi sono spesso delle forme di transizione (vedi foto 2.18/D). Il cerro è facilitato anche dalla gestione selvicolturale. In alcuni casi questi boschi si arricchiscono anche di carpino nero. Nella porzione più fresca sono stati in parte trasformati in castagneti, in quella più calda vi sono infiltrazioni di robinia.



**Foto 2.18/D: Cerreta con gestione selvicolturale sulla sponda destra del torrente Ceno presso l'ansa dei graniti**

### **Castagneto mesofilo su arenaria e Castagneto acidofilo**

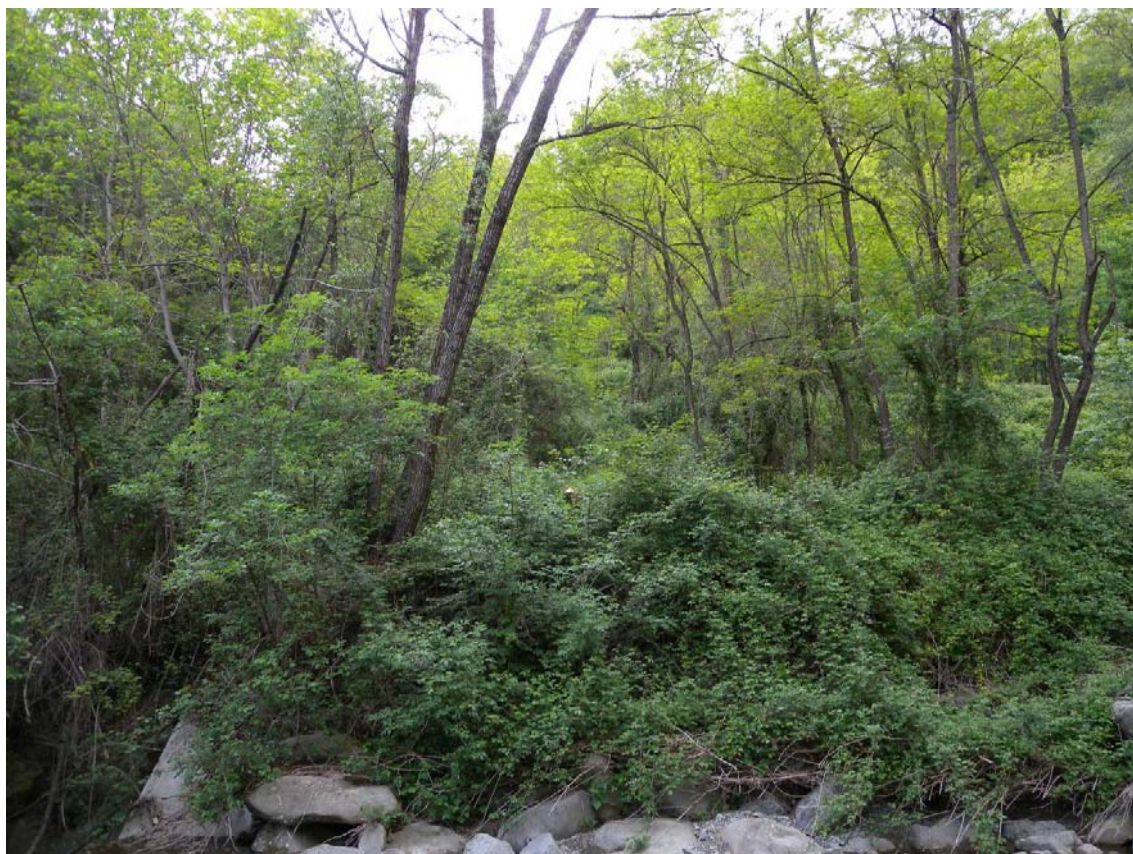
I castagneti che hanno due denominazioni differenti, poiché nelle tipologie toscane vi è una distinzione fra castagneti acidofili e quelli mesofili delle arenarie (che invece sono raggruppati in quelle emiliane), sono molto ben diffusi, ma limitati nell'area di confine fra le due regioni con massima presenza in Toscana. In questo caso si trovano superfici molto vaste e continue con presenza abbondante di cedui invecchiati. La flora del sottobosco non è particolarmente ricca. Il castagneto di chiara origine antropica si sostituisce in parte ai boschi di cerro in parte alle faggete più termofile su substrati da acidi a neutri. Nelle porzioni climaticamente più favorevoli esso ha spesso fenomeni di

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 216 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

interferenza con i boschi di robinia (fenomeno piuttosto evidente sul versante Toscano).

### **Robinieto d'impianto e Robinieto**

La robinia è molto diffusa nelle fasce planiziali, collinari e submontane dove è stata favorita direttamente o indirettamente dall'azione dell'uomo (vedi foto 2.18/E). Questa specie forma in molti casi popolamenti quasi puri, in cui la flora del sottobosco risente della forte eutrofia dipendente dalle caratteristiche simbiotiche delle leguminose. Essa trae vantaggio da qualsiasi azione di apertura del bosco e per questo è piuttosto invasiva anche lungo il tracciato in dismissione. Oltre ai veri robinieti va sottolineato che spesso vi è una quota significativa di partecipazione, fino alla fascia submontana, di questa specie in tutti i consorzi boschivi dei suoli non carbonatici.



**Foto 2.18/E: Aspetto fresco di robinieto nei pressi di Bratto sul torrente Verdesina**

### **Pineta eutrofica (acidofila) di Pino nero (anche nella variante con Abete bianco e Abete rosso) e Rimboschimenti montani**

In numerose aree sono ancor oggi presenti impianti di conifere legati ad azione di rimboschimenti e di protezione del suolo. Essi possono sostituire quasi tutte le tipologie considerate (escluso quelle ripariali) con massima concentrazione sulle faggete e sui querceti misti. La specie più utilizzata è il pino nero, grazie alla sua



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 217 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

frugalità edafica. Presso il passo del Brattello sono presenti anche impianti di abete rosso, spesso misti a pino nero. Questi boschi artificiali spesso hanno caratterizzato fortemente lo sviluppo della flora del sottobosco e nei casi estremi di alcune peccete esso è quasi nullo (vedi foto 2.18/F).



**Foto 2.18/F: Tipico impianto di pino nero con scarsissimo sottobosco presso la foresta del Brattello.**

**Faggeta appenninica mesotrofica a *Geranium nodosum* e *Luzula nivea* e Faggeta oligotrofica (acidofila)**

Le faggete su suoli non carbonatici interessate dai traccianti si sviluppano nella fascia dai 900 ai 1300 metri. In realtà si tratta di formazioni spesso gestite a ceduo, con sottobosco piuttosto variabile anche in base alla quota e all'esposizione. La fascia inferiore è stata in parte sostituita da castagneti (vedi foto 2.18/G e 2.18/H).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 218 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Foto 2.18/G: Valle del torrente Ceno, in primo piano faggete che degradano in cerrete e querceti misti. Sono visibili alcuni impianti di conifere.**

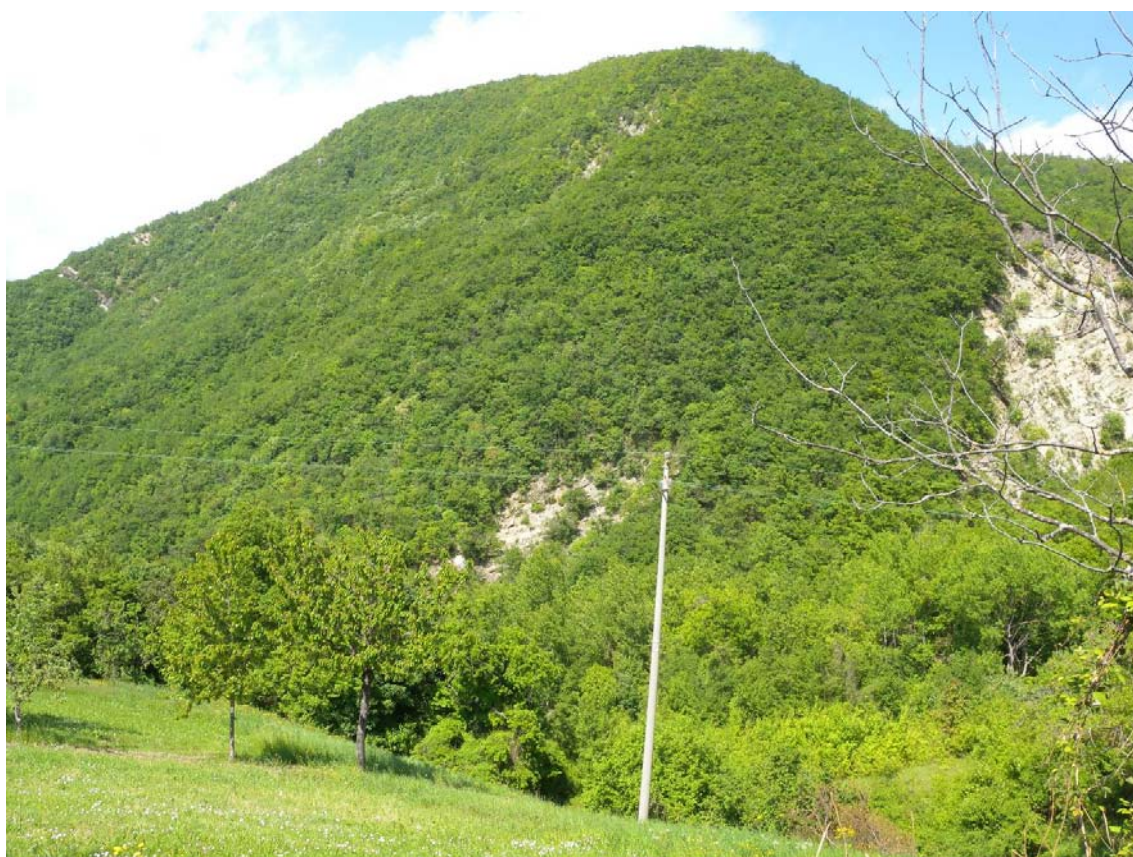


**Foto 2.18/H: Faggeta sul crinale del Monte Prarbera**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 219 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### **Ostrieto mesofilo di forra**

I boschi di carpino nero sono generalmente dipendenti da una certa freschezza climatica o da un buona umidità atmosferica. Si trovano sia su substrati carbonatici che su substrati non basici ma sempre in posizioni topograficamente favorevoli. Il carpino nero è in grado di svilupparsi anche all'interno di cerrete e querceti misti e spesso si osservano delle variazioni della dominanza di queste specie sulla base del cambio dei versanti o sulla presenza di piccoli avallamenti con ristagno di aria più fresca (vedi foto 2.18/I).



**Foto 2.18/A: Ostrieto su pendio lungo la valle dell'Arda**

### **Stima del numero delle piante da abbattere**

Per la stima degli alberi che verranno tagliati per la realizzazione del metanodotto si è proceduto associando i rilievi di campo ad analisi spaziali tramite software GIS.

Occorre ribadire che tale operazione è stata effettuata unicamente lungo il tracciato in progetto in quanto, lungo l'area di passaggio a suo tempo utilizzata per la posa dell'esistente condotta in dismissione, la vegetazione naturale non presenta dimensioni adeguate ai rilievi forestali.

dinamica naturale non ha ancora portato all'evoluzione nemorale della vegetazione.

Per ogni tipologia forestale cartografata ed interessata dalla presenza della pista di lavoro del metanodotto sono state eseguite delle aree di saggio in campo. Tali aree

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 220 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

sono state scelte a campione su una superficie di 10 x 10 metri per le tipologia ad alto fusto, di 6 x 4 m per i cedui. Sono stati effettuati circa due campionamenti per tipologia, a parte l'ostrieto di forra che è presente in un'unica zona circoscritta e quindi campionato un'unica volta.

Di seguito vengono riportati alcuni esempi di boschi campionati (vedi foto 2.18/J ÷ 2.18/O).



**Foto 2.18/J: Castagneto poco sopra loc. La Banca**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 221 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Foto 2.18/K: Impianto di pino nero presso il Passo del Battello**



**Foto 2.18/L: Cerreta tra Borgo Val di Taro e Bedonia**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 222 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

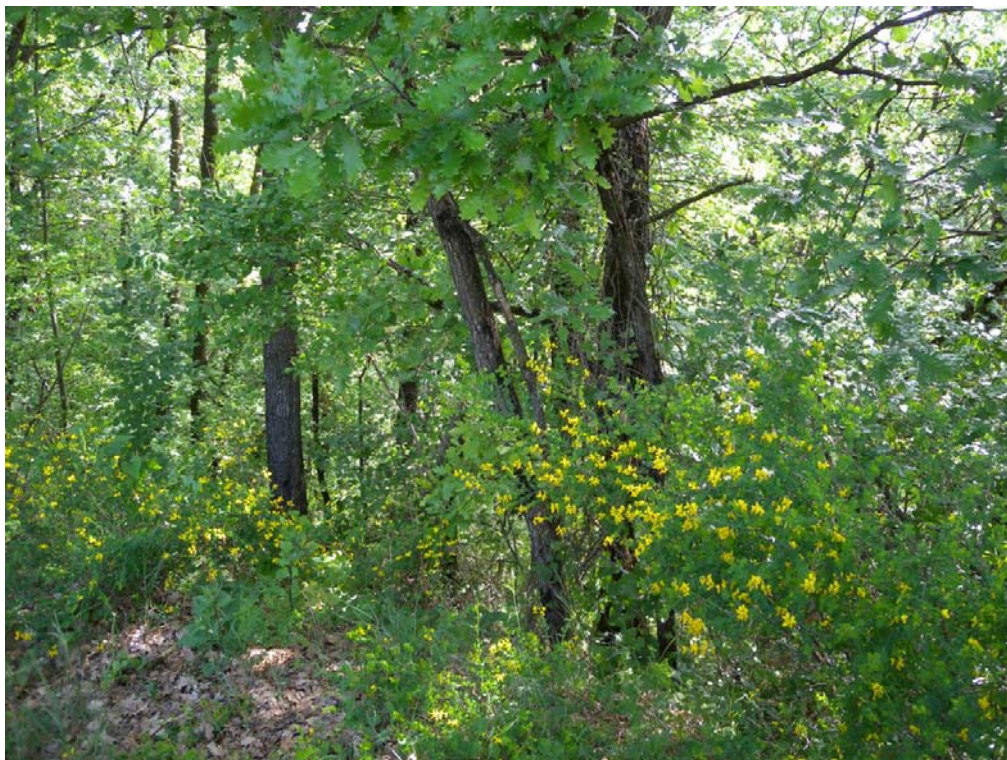


**Foto 2.18/M: Pioppeto golenale lungo il Torrente Taro.**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 223 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Foto 2.18/N: Faggeta presso Costa della Colla**






**Foto 2.18/O: Bosco di roverella presso Pierfrancesco (Valle del T. Chero)**

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 224 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La superficie su cui calcolare il numero di piante da abbattere è stata ricavata all'interno di un buffer di 26 m nel caso di parallelismo tra le due linee e di 22 m in caso di presenza della sola linea di progetto. Il buffer è stato in seguito intersecato con la carta dei tipi forestali per ricavare le superfici per ogni tipologia interessata. Il valore medio delle specie, rilevate in campo per metro quadrato, è stato quindi moltiplicato per le superfici ricavate dalle operazioni cartografiche. Nella tabella seguente vengono riportati i valori ottenuti (vedi tab. 2.18/A).



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 225 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab 2.18/A: Quadro riassuntivo delle tipologie forestali e numero di individui da abbattere**

Tipologia	Superficie complessiva (m <sup>2</sup> )	Superficie aree campione (m <sup>2</sup> )	Specie	n. individui	n. individui/m <sup>2</sup>	n. individui da tagliare
15.1 Robinieto di impianto BS30x Robinieto	99954	48	Robinia pseudoacacia	43	0,9	89542
9.1 Saliceto e pioppeto ripari SP40X Pioppeto di Pioppo nero	53341	200	Pioppo nero	22	0,11	5867
			Robinia pseudoacacia	1	0,005	267
CEX Cerreta mesoxerofila	150353	200	Fraxinus ornus	32	0,16	24056
			Fraxinus ornus	3	0,02	2255
14,1 Castagneto mesofilo su arenaria CA20X Castagneto acidofilo	129557	124	Casranea sativa	24	0,19	25076
22.2 Faggeta apenninica mesotrofica a Geranium nodosum e Luzula nivea FA10X Faggeta oligotrofica	416601	124	Fagus sylvatica	24	0,19	80632
OS40X9 Ostrieto mesofilo di forra	14387	100	Ostrya carpinifolia	9	0,09	1295
			Fraxinus ornus	5	0,05	719
			Fraxinus ornus	1	0,01	144
18.1 Pineta eutrofica (acidofila) di Pino nero var. ad Abete bianco e Abete rosso	8246	200	Picea abies	12	0,06	495
			Pinus nigra	11	0,06	454
			Casranea sativa	1	0,005	41
			Fagus sylvatica	7	0,04	289
			Sorbus aucuparia	4	0,02	165
			Ostrya carpinifolia	2	0,01	82
			Prunus avium	1	0,005	41
18.1 Pineta eutrofica (acidofila) di Pino nero RI30X Rimboschimenti montani	9819	100	Pinus nigra	22	0,22	2160
10,2 Querceto termofilo di Roverella e Cerro QU10X Querceto mesoxerofilo di roverella	110819	200	Quercus pubescens	25	0,13	13852
			Fraxinus ornus	6	0,03	3325

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 226 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.18.2 Modalità di realizzazione dell'opera e interventi di ripristino vegetazionale

Sulla base delle tipologie forestali individuate e descritte al paragrafo precedente, sono state approfondite le tipologie di ripristino vegetazionale previste lungo i tracciati delle condotte in progetto e in dismissione, producendo uno specifico elaborato cartografico (vedi Vol. 1B, All. 3 – Dis. 000-BI-D-94708).

### **Ripristini vegetazionali**

Come indicato nello Studio di Impatto Ambientale originariamente predisposto, gli interventi di ripristino dei soprassuoli forestali e agricoli verranno eseguiti, sia nelle aree interessate dalla realizzazione della nuova condotta DN 900 (36”), sia in quelle interessate dalla dismissione dell’esistente tubazione DN 750 (30”) e comprenderanno tutte le opere necessarie a ristabilire le originarie destinazioni d’uso.

In particolare gli interventi per il ripristino della componente forestale, come indicato nello Studio di Impatto Ambientale originariamente predisposto, si possono raggruppare nelle seguenti fasi:

- scotico ed accantonamento del terreno vegetale
- inerbimento
- messa a dimora di alberi ed arbusti
- cure colturali

### ***Scotico ed accantonamento del terreno vegetale***

La prima fase del ripristino della copertura vegetale naturale e seminaturale si colloca nella fase di apertura della fascia di lavoro e consiste nello scotico ed accantonamento dello strato superficiale di suolo, ricco di sostanza organica, più o meno mineralizzata, e di elementi nutritivi. L'operazione è necessaria soprattutto in presenza di spessori di suolo relativamente modesti.

L'asportazione dello strato superficiale di suolo, per una profondità approssimativamente coincidente con la zona interessata dalle radici erbacee, è importante per mantenere le potenzialità e le caratteristiche vegetazionali di un determinato ambito e, normalmente, è eseguita con l'ausilio di una pala meccanica. Il materiale risultante da questa operazione è accantonato a bordo pista e opportunamente protetto con teli traforati per evitarne l'erosione ed il dilavamento, utilizzando opportuni sistemi atti ad evitare disseccamenti o fenomeni di fermentazione che potrebbero compromettere il riutilizzo del materiale.

In fase di rinterro della condotta, lo strato di suolo accantonato verrà rimesso in posto cercando, se possibile, di mantenere lo stesso profilo e l'originaria stratificazione degli orizzonti.

Prima dell'inerbimento e della messa a dimora di alberi ed arbusti, qualora se ne ravvisi la necessità, si potrà provvedere anche ad una concimazione di fondo.

### ***Inerbimento***

In linea di principio, l'inerbimento si esegue in corrispondenza di tutte le aree forestali o che ospitano cenosi con vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea (pascoli) a carattere naturale o seminaturale, attraversate dal metanodotto.

Il ripristino della copertura erbacea viene eseguito allo scopo di:

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 227 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- ricostituire le condizioni pedo-climatiche e di fertilità preesistenti;
- apportare sostanza organica;
- ripristinare le valenze estetico paesaggistiche;
- proteggere il terreno dall'azione erosiva e battente delle piogge;
- consolidare il terreno mediante l'azione rassodante degli apparati radicali;
- proteggere le infrastrutture di sistemazione idraulico-forestale (fascinate, palizzate ecc.), dove presenti, ed integrazione della loro funzionalità.

I miscugli di semi da utilizzare sono individuati cercando di conciliare l'esigenza di conservazione delle caratteristiche di naturalità delle cenosi erbacee attraversate con la facilità di reperimento del materiale di propagazione sul mercato nazionale.

I risultati di monitoraggi sulla dinamica naturale della vegetazione erbacea, condotti su un rilevante campione di aree test rappresentative delle diverse tipologie di vegetazione presenti lungo i tracciati dei metanodotti già realizzati (in diversi contesti territoriali in tutta Italia), evidenziano come le specie autoctone si integrino prontamente al miscuglio delle specie commerciali seminato con l'inerbimento, per poi sostituirlo e diventare gradualmente dominanti nel corso degli anni.

In relazione alle caratteristiche pedologiche e climatiche del territorio attraversato ed ai rilievi botanici eseguiti per la definizione delle tipologie forestali, sono state formulate due ipotesi sul miscuglio (vedi tab. 2.18/A) da impiegare per l'inerbimento dell'area di passaggio. Insieme alle specie commerciali, il cui obiettivo primario è coprire con rapidità l'area manomessa dai lavori ed arricchirla di sostanza organica, compaiono anche alcune delle specie edificatrici delle cenosi naturali a cui si affida invece il compito di incrementare, nel tempo, il tasso di naturalità del ripristino della componente erbacea.

**Tab 2.18/A: Miscuglio di semi per inerimento.**

SPECIE	miscuglio A %	miscuglio B %
erba mazzolina ( <i>Dactylis glomerata</i> )	20	20
bromo inerme ( <i>Bromus inermis</i> )	5	
fienarola dei prati ( <i>Poa pratensis</i> )	10	15
coda di topo ( <i>Phleum pratense</i> )	5	10
loglio inglese ( <i>Lolium perenne</i> )	-	5
festuca arundinacea ( <i>Festuca arundinacea</i> )	5	-
trifoglio violetto ( <i>Trifolium pratensis</i> )	5	10
trifoglio bianco ( <i>Trifolium repens</i> )	5	5
ginestrino ( <i>Lotus corniculatus</i> )	5	5
forasacco eretto ( <i>Bromus erectus</i> )	-	15
avena altissima ( <i>Arrhenatherum elatius</i> )	15	-
paleo odoroso ( <i>Anthoxanthum odoratum</i> )	10	-
ginestra stellata ( <i>Genista radiata</i> )	-	10
ginestra spinosa ( <i>Genista germanica</i> )	5	5
ginestra minore ( <i>Genista tinctoria</i> )	5	-
barba di becco comune ( <i>Tragopogon pratensis</i> )	5	-
<b>TOTALE</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 228 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I due tipi di miscuglio previsti "A" e "B" si riferiscono a diversi tipi di terreno; il miscuglio "A" è adatto per terreni sciolti, anche con scheletro grossolano, mentre il miscuglio "B" si deve impiegare con terreni di medio impasto e fertili.

La quantità minima di miscuglio di semi necessaria per l'inerbimento è di 20 g/m<sup>2</sup> (che può essere aumentata a 30 g/m<sup>2</sup> nelle situazioni più impegnative). Per aumentare le probabilità di un buon esito del ripristino viene somministrata, insieme al miscuglio di semi, un'aliquota di fertilizzanti a lenta cessione tale da garantire la quantità necessaria di elementi nutritivi.

Tutti gli inerbimenti vengono eseguiti, ove possibile, con la tecnica dell'idrosemina, al fine di ottenere:

- uniformità della distribuzione dei diversi componenti;
- rapidità di esecuzione dei lavori;
- possibilità di un maggiore controllo delle varie quantità distribuite.

Gli inerbimenti a mano sono eseguiti solamente laddove è assolutamente impossibile intervenire con i mezzi meccanici (impraticabilità dell'area, strapiombi, distanza eccessiva da strade percorribili, ecc.).

A seconda delle caratteristiche dei terreni, l'inerbimento può essere fatto utilizzando le seguenti tipologie di semina idraulica:

**semina tipo A:** semina idraulica, comprendente la fornitura e la distribuzione di un miscuglio di sementi erbacee e concimi. Si esegue in zone pianeggianti o sub-pianeggianti;

**semina tipo B:** semina idraulica con le stesse caratteristiche del punto precedente con aggiunta di sostanze collanti a base di resine sintetiche in quantità sufficiente ad assicurare l'aderenza del seme e del concime al terreno. Si effettua in zone acclivi;

**semina tipo C:** semina idraulica come ai punti precedenti, con aggiunta di formulato di paglia e/o pasta di cellulosa e/o canapa, a protezione della semente. Si esegue nelle zone ove necessita una rapida germinazione del seme, facilitata dall'effetto serra della paglia, per contribuire alla rapida stabilizzazione di terreni particolarmente soggetti ad erosione superficiale (terreni molto acclivi);

**semina tipo D:** semina idrobituminosa da impiegare in terreni a forte percentuale di roccia e non, con qualsiasi pendenza, al fine di ottenere un rapido mascheramento visivo ed uno sviluppo immediato del cotico erboso. Questa tipologia comprende la distribuzione di miscuglio di semi, di concime, di paglia di cereali autunno-vernini e di emulsione bituminosa, secondo le seguenti fasi operative:

- distribuzione di miscuglio di seme e concime come al punto "A";
- distribuzione di paglia ed emulsione bituminosa mediante una macchina impaglia-bitumatrice.

La tecnica di copertura e protezione del terreno con resine o altre sostanze accelera il processo di applicazione, in quanto in un'unica volta vengono distribuiti contemporaneamente sementi, concimi e resina, quest'ultima con funzioni di collante.

Le caratteristiche che si richiedono a queste resine sono:

- non tossicità;
- capacità di ritenuta e consolidante graduabile a diversi dosaggi;

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 229 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- capacità di permettere il normale scambio idrico e gassoso fra atmosfera ed il terreno;
- capacità di resistenza all'azione erosiva delle acque da ruscellamento;
- biodegradabilità 100%.

In base alle caratteristiche morfologiche, pedologiche e vegetazionali interessate dal tracciato e descritte nei capitoli precedenti le tipologie di semina da utilizzare per inerbire la pista di lavoro sono la tipologia "C" e "D".

Tutte le attività di semina sono, di norma, eseguite in condizioni climatiche opportune (assenza di vento o pioggia). La stagione più indicata per effettuare la semina è l'autunno (si intende l'autunno successivo alla fine dei lavori di posa della condotta), perché consente lo sviluppo di un apparato radicale tale da permettere alle piante di poter affrontare un ipotetico periodo di stress idrico nella successiva estate.

In casi particolari, come ad esempio l'attraversamento di habitat prioritari all'interno di Siti di Interesse Comunitario, il ripristino della componente erbacea può essere fatto attraverso l'impiego di metodologie particolari come ad esempio la **zollatura** o l'integrazione di **fiorume di specie autoctone** al miscuglio commerciale.

La zollatura consiste nel taglio e nel trapianto di piote erbose e si svolge attraverso le seguenti fasi di lavoro:

- sfalcio della vegetazione erbacea (eventuale);
- taglio delle piote;
- asportazione, accantonamento e conservazione delle piote;
- ricollocamento delle piote.

Il prelievo delle piote, preceduto dal taglio della vegetazione erbacea (h di taglio 2 - 3 cm), viene fatto con l'ausilio di una lama o di un disco montato posteriormente ad una trattoria, con il terreno in tempera e preferibilmente durante il riposo vegetativo. Le dimensioni delle zolle variano in funzione della consistenza del terreno (possono arrivare anche ad 1 x 1 m) con uno spessore minimo di 10 - 20 cm, per preservare l'integrità dell'apparato radicale.

Una volta tagliate le piote sono asportate ed accumulate su bancali di legno in aree predisposte al di fuori della pista di lavoro, in cataste di altezza non superiore a 80 cm; tra una catasta e l'altra si lascia lo spazio sufficiente per permettere l'aerazione e le cataste saranno ricoperte con un telo ombreggiante (tipo telo ombreggiante utilizzato dai vivaisti), per limitare l'evaporazione dell'acqua contenuta nelle piote stesse (in periodi particolarmente siccitosi le piote verranno periodicamente innaffiate).

Il ricollocamento delle zolle sulla pista di lavoro deve avvenire nel più breve tempo possibile, su terreno opportunamente affinato e livellato; qualora non siano sufficienti a coprire tutta la superficie, si interviene con la semina di fiorume di fieno reperibile in loco dallo sfalcio dei prati circostanti.

Una volta ricollocate le zolle, si deve procedere alla rullatura per facilitare l'adesione delle stesse al terreno; nei tratti acclivi, le piote devono essere ancorate con picchetti in legno (n. 2 picchetti per piota).

Lungo il tracciato in esame questa tecnica viene proposta per il ripristino di 1,9 ettari delle formazioni erbose a *Nardus*, (Habitat prioritario Natura 2000 cod. 6230\*) presenti

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 230 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

nell'attraversamento del SIC "Monte Menegosa, Monte Lama, Gruppo di Gora" (IT 4010002)

Il ripristino della copertura erbacea mediante l'impiego di fiorume è previsto nelle praterie magre da fieno a bassa altitudine (habitat Natura 2000 cod.6510) a prevalenza di *Alopecurus pratensis* e *Sanguisorba officinalis*, presenti sempre all'interno del SIC "Monte Menegosa, Monte Lama, Gruppo di Gora". Si tratta di prati da sfalcio dipendenti dalla gestione antropica, per la cui ricostituzione è prevista la semina di fiorume raccolto in loco.

La raccolta del fiorume viene fatta durante la stagione vegetativa precedente l'esecuzione del ripristino in aree limitrofe a quelle di intervento o addirittura sulla stessa pista di lavoro, qualora ci si trovi nelle condizioni temporali idonee.

La raccolta si effettua attraverso le seguenti operazioni:

- sfalcio: eseguito preferibilmente nel periodo di post maturazione delle graminacee (giugno, in funzione dell'andamento stagionale e dell'altitudine) che costituiscono la componente principale dei miscugli pionieri. Nel caso si abbai necessità di un miscuglio con buona componente di leguminose lo sfalcio dovrà avvenire in luglio. E' pertanto indispensabile che le superfici individuate, specie se prati da sfalcio, non subiscano alcun taglio di fieno precedente, cioè che non si sfalci il prato sino al momento della maturazione fisiologica dei frutti;
- essiccazione naturale adottando gli opportuni accorgimenti per non disperdere semente, ad esempio si può appoggiare il prodotto sfalcato su teli;
- raccolta del prodotto tal quale e successiva trebbiatura oppure, se questa fase coincide con il ripristino definitivo della pista, distribuzione del prodotto tal quale essiccato, sulla pista riprofilata;

Prima della semina il fiorume può essere arricchito con alcune specie commerciali in modo da facilitare un primo attecchimento ed evitare fenomeni erosivi. Il terreno dell'area di lavoro sarà preparato rendendo fine la granulometria dei sedimenti superficiali.

Per il successo del ripristino, negli anni successivi all'intervento, le cure colturali consisteranno in sfalci ritardati ed eventuali ulteriori semine di arricchimento della flora.

### ***Messa a dimora di alberi ed arbusti***

Nelle aree boscate interessate dai lavori, appena ultimata la semina, si procede alla ricostituzione della copertura arbustiva ed arborea.

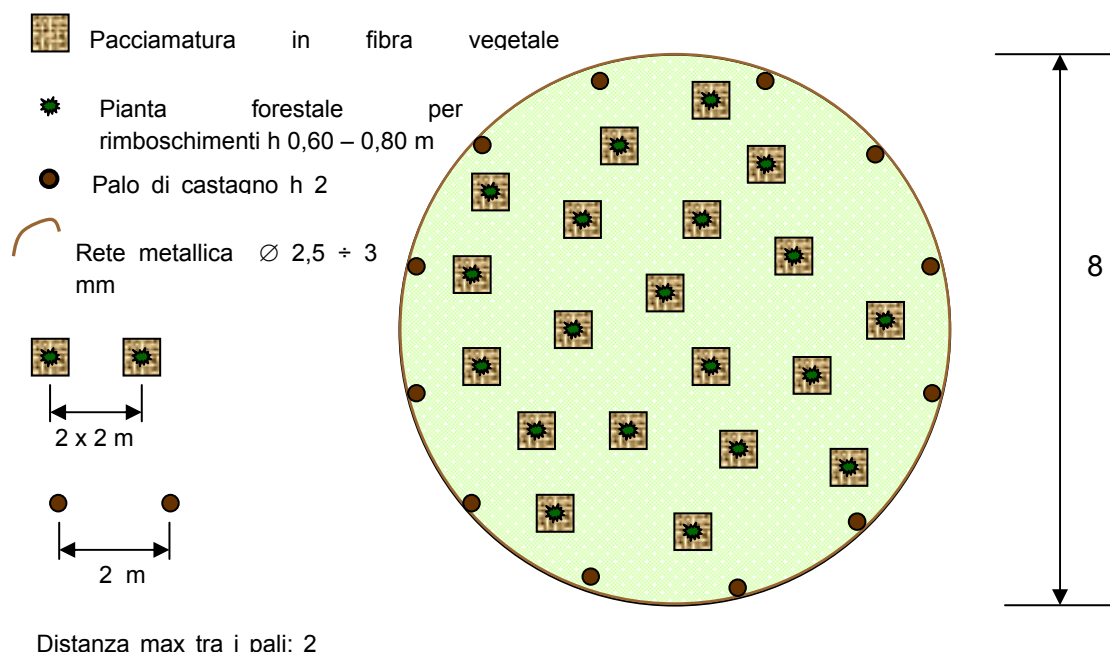
L'intervento non ha la finalità di una semplice sostituzione delle piante abbattute per l'apertura della pista, ma deve essere interpretato come un passo verso la ricostituzione dell'ambito ecologico (e paesaggistico) preesistente la realizzazione dell'opera. In considerazione di questo scopo la messa a dimora di alberi ed arbusti si realizza generalmente disponendo le piante in gruppi, denominati "isole vegetazionali" (vedi fig. 2.18/A) in modo da creare macchie di vegetazione che con il tempo possano evolversi e assolvere alla funzione di nuclei di propagazione, accelerando così i dinamismi naturali. Il progetto di ripristino provvederà, ogniqualvolta possibile, a raccordare i nuovi impianti con la vegetazione esistente; questo consentirà di ridurre fortemente l'impatto paesaggistico e visivo della fascia di lavoro all'interno della formazione boschiva.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 231 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Un altro vantaggio della disposizione a gruppi è la minor mortalità che si registra nel materiale impiegato, grazie alla protezione che ogni piantina esercita sull'altra (effetto gruppo o effetto margine nel caso della vicinanza con la vegetazione naturale). Il sesto d'impianto teorico sarà di 2 x 2 m (2.500 semenzali per ettaro), salvo diverse indicazioni delle autorità forestali competenti o particolari situazioni ambientali (vegetazione arbustiva o ripariale) nelle quali il sesto d'impianto verrà indicato volta per volta. Questa scelta progettuale porterà alla ricostituzione della copertura forestale su circa il 90% dell'intera superficie boscata attraversata, lasciando il restante 10% del territorio libero di essere colonizzato con meccanismi di dinamica naturale.

La disposizione a gruppi o macchie, oltre ai vantaggi appena illustrati, ha una sua validità anche dal punto di vista paesaggistico perché ripropone la disposizione naturale, armonizzandosi pienamente con la vegetazione esistente ai margini della pista.

Il ripristino delle formazioni boschive sarà eseguito mettendo a dimora semenzali allevati in fitocella ed approvvigionati da vivai prossimi alla zona di lavoro; questa metodologia di lavoro offre una maggiore garanzia di successo dell'intervento (che si traduce in minori costi per risarcimenti) ed una maggiore naturalità delle cenosi che verranno ricostituite. Analogamente, proprio per enfatizzare al massimo la naturalità del ripristino, le cenosi ripariali dei principali corsi d'acqua (Taro e Arda), come dei torrenti minori, saranno ricostituite mettendo a dimora talee ed astoni, di salici e pioppi, reperiti in loco durante il periodo di riposo vegetativo.



**Fig. 2.18/A: Schema tipologico di un'isola vegetazionale**

In base ai risultati dello studio sulla vegetazione reale e potenziale presente lungo il tracciato ed agli approfondimenti eseguiti per le tipologie forestali, sono state

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 232 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

individuate cinque tipologie d'intervento in relazione al tipo di formazioni forestali incontrate. A titolo d'esempio, si riporta la composizione specifica ed il grado di mescolanza previsti per il ripristino di ognuna di queste tipologie.

Le superfici delle formazioni forestali da ripristinare sono calcolate considerando la larghezza della pista di lavoro di 22 m (pista ristretta), di 26 m quando la nuova condotta è in parallelismo con la condotta da 30" in dismissione e 16 m per la sola dismissione.

1° Tipologia boschi di castagno (T1)

I cedui di castagno ed i castagneti coprono estese aree del territorio attraversato sia dalla condotta in progetto (ad esempio tra i km 10 e 16, tra il 22 ed il 23 e tra il 95 ed il 107) che da quella in dismissione; in totale dovranno essere ripristinati circa 21,7 ettari, 14,16 sulla nuova linea da 36" e 7,52 lungo la dismissione del 30".

Il ripristino di questa tipologia di bosco è progettato considerando le dinamiche di successione e la naturalità delle cenosi da ricostituire; in base a queste considerazioni sono state privilegiate le specie arbustive e pioniere (rosa canina, citiso e coronilla) rispetto alle specie climax definitive (come il castagno) perchè l'intervento vuole ricostituire nuclei di diffusione che dovrebbero successivamente evolversi verso la formazione climax che in questo caso è il querceto misto a *Quercus petraea*.

L'ipotesi di ripristino prevede la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive indicate nella seguente tabella (vedi tab. 2.18/B).

**Tab.2.18/B: Composizione specifica per il ripristino dei boschi di castagno.**

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Castanea sativa</i>	30	<i>Cytisus scoparius</i>	20
		<i>Rosa canina</i>	30
		<i>Coronilla emerus</i>	20
TOTALE	30	TOTALE	70

Considerando il sesto d'impianto teorico di 2 x 2 metri (pari a 2500 piante/Ha), gli alberi ed arbusti da mettere a dimora saranno quelli riportati nella tabella 2.18/C.

**Tab.2.18/C: Numero di piante da mettere a dimora per il ripristino dei boschi a prevalenza di castagno.**

Specie arboree	n° piante	Specie arbustive	n° piante
<i>Castanea sativa</i>	16275	<i>Cytisus scoparius</i>	10850
		<i>Rosa canina</i>	16275
		<i>Coronilla emerus</i>	10850
TOTALE	16275	TOTALE	37975



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 233 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

2° Tipologia Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (T2)

I boschi a prevalenza di querce caducifoglie (in prevalenza cerrete mesofile e boschi di roverella mesotermofili) caratterizzano un'ampia parte del territorio attraversato dalle condotte in progetto ed in dismissione; in particolare lungo il tracciato della nuova condotta da 36", quasi tutte le formazioni forestali tra il km 20 ed il km 80, sono querceti o formazioni ecologicamente riconducibili ad essi, per un totale di 63,5 ettari di bosco da ripristinare (40,76 ettari lungo il nuovo tracciato e 22,74 lungo la dismissione). Le specie arbustive, con un carattere pioniero più spiccato (coronilla, rosa canina, euonimo) sono presenti con una buona percentuale rispetto alle specie arboree edificatrici in quanto il ripristino mira alla creazione di nuclei di diffusione che dovrebbero successivamente evolversi verso il bosco misto di latifoglie termo-mesofile con maggiore partecipazione di querce.

Molti dei robinieti presenti lungo i tracciati investigati sono stati considerati in questa tipologia di ripristino perché dinamicamente afferenti a questo tipo di vegetazione climacica.

L'ipotesi di ripristino prevede la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive indicate in tabella 2.18/D.

**Tab.2.18/D: Composizione specifica per il ripristino dei boschi di querce caducifoglie.**

Specie arborea	%	Specie arbustive	%
<i>Quercus cerris</i>	15	<i>Coronilla emerus</i>	15
<i>Quercus pubescens</i>	15	<i>Rosa canina</i>	15
<i>Populus tremula</i>	10	<i>Euonymus europaeus</i>	10
		<i>Ligustrum vulgare</i>	10
		<i>Prunus spinosa</i>	5
		<i>Cornus sanguinea</i>	5
<b>TOTALE</b>	<b>40</b>	<b>TOTALE</b>	<b>55</b>

Il numero totale di piante, suddiviso per specie, da mettere a dimora per il ripristino dei boschi a prevalenza di querce caducifoglie è riportato nella tabella 2.18/E.

**Tab.2.18/E: Numero di piante da mettere a dimora per il ripristino dei boschi a prevalenza di querce caducifoglie.**

Specie arboree	n° piante	Specie arbustive	n° piante
<i>Quercus cerris</i>	23813	<i>Coronilla emerus</i>	23812
<i>Quercus pubescens</i>	23813	<i>Rosa canina</i>	23813
<i>Populus tremula</i>	15875	<i>Euonymus europaeus</i>	15875
		<i>Ligustrum vulgare</i>	15875
		<i>Prunus spinosa</i>	5292
		<i>Cornus sanguinea</i>	5292
<b>TOTALE</b>	<b>63501</b>	<b>TOTALE</b>	<b>89959</b>

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 234 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3° Tipologia Boschi di faggio (T3)

Le faggete ed i boschi a prevalenza di faggio sono le tipologie forestali che caratterizzano la percorrenza delle zone più elevate sia del tracciato in progetto (in particolare nel tratto tra il km 55 ed il km 70), che della dismissione della condotta da 30". All'interno di questa tipologia il grado di mescolanza varia con l'altitudine; nelle zone di cresta ed alle quote maggiori la faggeta è quasi pura mentre lungo i versanti la presenza di altre latifoglie aumenta al diminuire della quota. Il ripristino della copertura arborea sarà quindi diversificato a seconda della tipologia di faggeta attraversata.

Nel complesso la superficie da ripristinare è pari a 54, 7 ettari, 46 dei quali lungo il nuovo tracciato da 36" e 8,7 lungo la dismissione.

Anche nel caso delle faggete, considerata la spiccata sciafilia del faggio, il ripristino sarà realizzato prevalentemente con arbusti pionieri in grado di creare rapidamente una copertura (ombreggiatura) del suolo tale da consentire la crescita dei semenzali di faggio messi a dimora. Le specie ed il grado di mescolanza che verranno adottati sono sintetizzati nella tabella 2.18/F.

**Tab. 2.18/F: Composizione specifica per il ripristino dei boschi puri di faggio.**

specie arboree	%	specie arbustive	%
<i>Fagus sylvatica</i>	25	<i>Sorbus aria</i>	20
		<i>Cytisus scoparius</i>	15
		<i>Corylus avellana</i>	10
		<i>Laburnum anagyroides</i>	30
TOTALE	25	TOTALE	75

A differenza della tipologia descritta in precedenza, nel caso dei boschi misti a prevalenza di faggio, la composizione delle cenosi previste nel progetto di ripristino è sintetizzata nella tabella 2.18/G. Come si vede la componente arborea, costituita da latifoglie nobili mesofile a rapido accrescimento, aumenta sensibilmente in quanto ad essa è demandato il compito di creare le condizioni ecologiche adatte allo sviluppo dei semenzali di faggio.

**Tab. 2.18/G: Composizione specifica per il ripristino dei boschi misti di faggio.**

specie arboree	%	specie arbustive	%
<i>Fagus sylvatica</i>	10	<i>Corylus avellana</i>	10
<i>Fraxinus excelsior</i>	15	<i>Ilex aquifolium</i>	10
<i>Tilia cordata</i>	5	<i>Sorbus aria</i>	10
<i>Betula pendula</i>	5	<i>Ligustrum vulgare</i>	5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5	<i>Juniperus communis</i>	5
<i>Populus tremula</i>	5	<i>Laburnum anagyroides</i>	15
TOTALE	45	TOTALE	55

In entrambi i casi, considerata la difficoltà del faggio a vegetare in condizioni di specie pioniera all'interno di habitat fortemente degradati per la totale mancanza di

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 235 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

vegetazione (come nel caso della pista di lavoro appena riprofilata), il materiale in fitocella messo a dimora verrà integrato dall'interramento di semi pregerminati di provenienza selezionata.

Il numero totale di piante da mettere a dimora per il ripristino sia delle faggete che dei boschi a prevalenza di faggio è pari a circa 157260 semenzali; di questi solo un 20 %, complessivamente tra le due tipologie di boschi considerati (pari a 31500 piantine), saranno di faggio.

#### 4° Tipologia *Vegetazione ripariale (T4)*

Sulle sponde del fiume Taro, nella parte iniziale del tracciato, del torrente Arda in quella centrale e dei numerosi corsi d'acqua minori attraversati, verranno messe a dimora talee di salice (possibilmente prelevate in loco) e salici allevati in fitocella (50% di ogni tipo) a formare delle macchie di arbusti con una superficie minima di circa 150m<sup>2</sup> con un sesto d'impianto (teorico, poiché l'effettiva disposizione sul terreno sarà casuale) di 1,5x1,5 metri, per un totale di circa 4.400 piantine per ettaro.

Questa tipologia di ripristino verrà adottata su circa 9,1 ettari di superficie, la maggior parte dei quali (7,6) lungo il nuovo tracciato da 36", ed 1,5 lungo la condotta in dismissione per un totale di circa 40000 piantine.

Le specie che verranno utilizzate sono quelle caratteristiche dell'area golenale, presenti in gran parte delle cenosi attraversate. Uno schema indicativo della composizione specifica delle cenosi arbustive da ricostituire è quello indicato in tabella 2.18/H.

**Tab. 2.18/H: Composizione specifica per il ripristino della vegetazione ripariale arbustiva.**

specie arboree ed arbustive	%°	n° piante
<i>Salix alba</i>	40	16000
<i>Salix eleagnos</i>	30	12000
<i>Salix purpurea</i>	30	12000
TOTALE	<b>100</b>	

Nelle situazioni più articolate il ripristino provvederà alla realizzazione di due tipologie vegetazionali: una cenosi arbustiva di salici, nell'area più prossima all'alveo del fiume, ed una cenosi arboreo-arbustiva con salici, pioppi e ontano, più lontano dalle sponde. La componente arbustiva verrà ripristinata in maniera del tutto analoga a quella appena descritta mentre le cenosi arboree avranno una composizione specifica come quella indicata nella tabella 2.18/I.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 236 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab 2.18/I: Composizione specifica per il ripristino di vegetazione ripariale strutturata.**

specie arboree	%	specie arbustive	%
<i>Salix alba</i>	10	<i>Salix eleagnos</i>	10
<i>Populus alba</i>	15	<i>Salix purpurea</i>	10
<i>Populus nigra</i>	10	<i>Salix triandra</i>	5
<i>Alnus glutinosa</i>	10	<i>Hippophae rhamnoides</i>	5
		<i>Cornus sanguinea</i>	10
		<i>Crataegus monogyna</i>	10
		<i>Rosa canina</i>	5
<b>TOTALE</b>	<b>45</b>		<b>55</b>

5° Tipologia Boschi di conifere (T5)

I boschi di conifere derivanti da impianti artificiali realizzati alcuni decenni addietro per la protezione del suolo dall'erosione, sono piuttosto diffusi nel territorio attraversato dal nuovo tracciato da 36" (4,5 ettari, circa), meno lungo la dismissione del 30" (poco più di 1 ettaro). Sono presenti per lo più in stazioni della fascia fitoclimatica del Fagetum e del Castanetum (nella zona dei querceti misti); la specie più rappresentata è il pino nero austriaco (*Pinus nigra*) grazie anche alla sua frugalità edafica. Presso il Passo del Brattello sono presenti anche impianti di abete rosso, spesso misti a pino nero.

La densità di questi boschi artificiali ha spesso fortemente penalizzato lo sviluppo della componente arbustiva fino ad arrivare a casi estremi di alcune peccete, in cui l'impianto è talmente denso che il sottobosco è praticamente assente.

Salvo diverse indicazioni da parte di organi forestali competenti il ripristino di queste cenosi verrà realizzato mettendo a dimora le stesse specie che costituiscono la cenosi originaria. Nel caso in cui si voglia invece intervenire con un'azione di rinaturalizzazione del soprassuolo, il ripristino dovrà tener conto della fascia fitoclimatica di riferimento e della vegetazione climacica del territorio circostante.

Per il ripristino di questa tipologia di bosco le specie ed il grado di mescolanza che saranno adottati è sintetizzato nella tabella 2.18/J.

**Tab. 2.18/J: Composizione specifica per il ripristino dei boschi di conifere.**

specie arboree	%	specie arbustive	%
<i>Pinus nigra</i>	25	<i>Coronilla emerus</i>	25
<i>Fraxinus ornus</i>	15	<i>Crataegus monogyna</i>	35
<b>TOTALE</b>	<b>40</b>	<b>TOTALE</b>	<b>60</b>

Il numero totale di piante, suddiviso per specie, da mettere a dimora per il ripristino dei boschi di conifere è riportato nella tabella 2.18/K.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 237 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 2.18/K: Numero di piante da mettere a dimora per il ripristino dei boschi di conifere.**

specie arboree	n° piante	specie arbustive	n° piante
<i>Pinus nigra</i>	3438	<i>Coronilla emerus</i>	3348
<i>Fraxinus ornus</i>	2063	<i>Crataegus monogyna</i>	4812
TOTALE	5500	TOTALE	8160

### **Cure Colturali**

Nel periodo di cinque anni successivi all'ultimazione dei lavori di ripristino, vengono eseguite le cure colturali ed il ripristino delle fallanze dei rimboschimenti e degli inerbimenti.

Relativamente ai rimboschimenti le cure sono previste all'interno delle isole e nelle zone con rimboschimento diffuso (ad esempio alcune formazioni ripariali). Le operazioni di manutenzione hanno lo scopo di aumentare le probabilità di riuscita dell'intervento di ripristino, accelerando lo sviluppo delle piantine ed il recupero della funzionalità delle cenosi. Tali attività previste sono:

- zappettatura del terreno intorno alle piantine, per un diametro di circa 50 cm dal fusto, per favorire gli scambi gassosi ed aumentare la permeabilità e limitare l'aggressione delle infestanti;
- potatura delle piantine per eliminare o correggere eventuali danni o anche di rimonda dei rami secchi;
- rinterro completo delle buche che presentano ristagno d'acqua;
- concimazione organica e minerale sia del manto erboso che delle piante arboree ed arbustive, per reintegrare gli elementi nutritivi asportati dalla pianta nella sua crescita;
- trattamenti di difesa fitosanitaria. La scelta del tipo di trattamento e delle modalità di esecuzione verranno indicate specificatamente a seconda del tipo di emergenza che si deve affrontare;
- sistemazione dei tutori e delle protezioni individuali,
- eventuale irrigazione di soccorso, in zone e/o cenosi particolari.

La pianificazione degli interventi per l'esecuzione delle cure colturali è eseguita considerando l'andamento climatico del territorio in cui si opera, le esigenze della vegetazione presente e la possibilità che si verifichino eventi non previsti o difficilmente prevedibili. A quest'ultimo fattore, che comporta, generalmente, la tempestività d'intervento, deve necessariamente associarsi una flessibilità della pianificazione.

Tra le attività di manutenzione è previsto, inoltre, il ripristino delle fallanze, con la sostituzione delle piante non attecchite, e la risemina degli inerbimenti non riusciti.

Al termine del periodo di manutenzione è prevista la rimozione delle recinzioni delle isole e delle protezioni individuali nelle aree dove è stato eseguito il rimboschimento diffuso

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 238 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.19 Aggiornamento dei quadri programmatico e ambientale (punto 25)

*“venga adeguato il quadro ambientale e programmatico del SIA in relazione alle eventuali modifiche apportate nel quadro progettuale”.*

Il progetto della condotta, come illustrato nello Studio di impatto Ambientale, ha subito alcune ottimizzazioni progettuali che hanno riguardato, sia il tracciato della condotta principale DN 900 (36") e di alcune linee secondarie, sia le modalità di posa della stessa in alcuni tratti, sia le dimensioni di alcuni impianti e punti di linea.

Dette ottimizzazioni progettuali comportano, conseguentemente, modificazioni dei quadri delle interferenze tra l'opera e gli strumenti di tutela e pianificazione vigenti e degli impatti indotti dalla realizzazione della stessa sull'ambiente, così come delineati nello Studio di Impatto Ambientale.

In riferimento all'esigenza espressa di poter disporre del relativo adeguamento dei quadri programmatico e ambientale, si è ritenuto opportuno produrre una specifica relazione, illustrativa delle stesse ottimizzazioni e delle relative ripercussioni sui quadri programmatico e ambientale (vedi SPC. LA-E-83017) a cui si rimanda per gli approfondimenti richiesti.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 239 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## APPENDICE 1

### METODOLOGIE DI CALCOLO ADOTTATE PER LA REDAZIONE DEGLI STUDI IDROLOGICO-IDRAULICI

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 240 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### REGIME UNIFORME

La modellizzazione in regime uniforme è stata condotta determinando i parametri idraulici caratteristici nella sezione di attraversamento attraverso il programma di calcolo FLOWMASTER v6,0<sup>6</sup>. Si procede ad ulteriore verifica mediante il codice di calcolo HEC-RAS<sup>7</sup>, applicato, per il caso di moto uniforme, ad un tronco teorico di deflusso, identificato sulla base della pendenza media assegnata, ed avente costante sviluppo geometrico, e costanti caratteristiche di resistenza,

Tali due simulazioni si differenziano per le modalità di calcolo degli effetti di scabrezza, per profili bagnati che interessano porzioni alle quali si attribuiscono parametri di attrito diversificati. Il codice HEC-RAS, in particolare, consente anche una analisi frazionata del deflusso, nel caso che esso interessi aree di esondazione oltre i limiti del canale principale, in particolare per quanto attiene alla determinazione della tensione tangenziale.

I codici di calcolo utilizzati per le modellazioni permettono di calcolare, per canali naturali od artificiali, l'altezza idrica di moto uniforme, correlata alla corrente a superficie libera unidirezionale (le linee di corrente del moto sono rettilinee e parallele; la velocità del fluido ha un'unica componente non nulla), indipendente dal tempo e dalla coordinata longitudinale che definisce la direzione del moto.

Le generatrici delle sezioni d'alveo sono assunte come rette parallele alla direzione del moto, su direttrici che rappresentano il contorno della corrente, senza variazioni della conformazione geometrica della sezione di deflusso, con pendenza costante del canale.

La modellazione viene così a corrispondere al caso in cui la velocità media della corrente  $V$  è funzione dell'altezza idrometrica, per tramite dell'equazione del moto

$$V = X (R \cdot j)^{1/2} \quad (\text{m/s})$$

dove

- $R$  è il raggio idraulico (m), definito come il rapporto fra l'area della sezione bagnata e la lunghezza del perimetro bagnato;
- $j$  è la pendenza del fondo alveo, nel tratto comprendente la sezione di attraversamento;
- $X$  è il coefficiente di resistenza calcolato secondo la formula di *Manning-Strickler*

$$X = (1/n) \cdot R^{1/6}$$

con

- $n$  = coefficiente di scabrezza, funzione delle caratteristiche geomorfologiche del corso d'acqua.

La portata defluente  $Q$  è legata alla velocità dall'equazione di continuità:

$$Q = V \cdot A,$$

dove

- $A$  è l'area della sezione bagnata (m<sup>2</sup>).

<sup>6</sup> Haestad Methods Inc. – 37 Brookside road, Waterbury, CT 06708 U.S.A.

<sup>7</sup> River Analysis System, versione 3.1.3, maggio 2005, sviluppata da U.S. Army Corp of Engineers - Hydrologic Engineering Center - 609 Second Street, Davis, CA, (U.S.A..)



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 241 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Con processo iterativo si ricavano l'altezza idrometrica e la velocità relativa alla portata considerata.

Si determina inoltre il numero di Froude  $F_r$ , definito come rapporto fra la forza d'inerzia e la forza di gravità, che caratterizza lo stato energetico del moto (corrente veloce o lenta)

$$F_r = V/(g \cdot h)^{1/2}$$

dove

- $g$  è l'accelerazione di gravità ( $m/s^2$ ),
- $h$  è il battente idrico (m).

La sezione trasversale è concettualmente suddivisa in tre parti, caratterizzate, laddove necessario, da differenti valori della scabrezza, in cui la velocità si può ritenere uniforme: la parte centrale o canale principale e le banchine laterali o golene. Ciò consente la valutazione di eventuali fenomeni di deflusso oltre limiti d'alveo preassegnati.

La scelta di operare con un modello di moto uniforme, scaturisce dalle seguenti considerazioni:

- la verifica idraulica è di interesse limitatamente ad una sola sezione trasversale;
- i risultati attesi non dipendono dallo sviluppo temporale dell'evento di piena, ma solo dal massimo valore di livello idrico raggiunto durante l'evento stesso e dalla relativa velocità.

### REGIME PERMANENTE

Le elaborazioni effettuate considerando il moto in regime permanente sono state effettuate utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*, prodotto da U.S. Army Corp of Engineer) versione 3.1.3, che simula il flusso monodimensionale, stazionario, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali.

Il modello HEC-RAS permette di calcolare, per canali naturali od artificiali, il profilo idrico di correnti gradualmente variate ed in condizioni di moto stazionario (sia in regime di corrente lenta che di corrente veloce).

La scelta di operare con un modello che simuli le condizioni di moto permanente, scaturisce dalle seguenti considerazioni:

- la verifica idraulica considera un tratto limitato dell'asta fluviale nell'intorno del punto di interesse;
- il dimensionamento dell'intervento non dipende dallo sviluppo temporale dell'evento di piena, ma solo dal massimo valore di livello idrico raggiunto durante l'evento stesso e dai regimi delle velocità osservate.

Le equazioni di conservazione del volume e della quantità di moto (equazioni di De Saint Venant) risolte nel modello sono derivate sulla base delle seguenti assunzioni:

- il fluido (acqua) è incomprimibile ed omogeneo, cioè senza significativa variazione di densità;
- la pendenza del fondo è piccola;

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 242 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- le lunghezze d'onda sono grandi se paragonate all'altezza d'acqua, in modo da poter considerare in ogni punto parallela al fondo la direzione della corrente: è cioè trascurabile la componente verticale dell'accelerazione e su ogni sezione trasversale alla corrente si può assumere una variazione idrostatica della pressione.

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali adottate si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

dove:

- A : area della sezione bagnata (m<sup>2</sup>);
- C : coefficiente di attrito di Chezy (m<sup>1/2</sup>/s);
- g : accelerazione di gravità (m/s<sup>2</sup>);
- h : altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- Q : portata (m<sup>3</sup>/s);
- R : raggio idraulico (m);
- α : coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
- q : portata laterale adottata (m<sup>2</sup>/s).

HEC-RAS richiede la schematizzazione del corso d'acqua con tratti successivi di lunghezza variabile individuati alle estremità da sezioni di geometria nota. La posizione delle sezioni trasversali va scelta in modo da descrivere in maniera adeguata il tratto considerato, prevedendo in linea di massima, sezioni più fitte nei tratti dove la geometria trasversale dell'alveo risulta molto variabile e più rade nei tratti in cui la geometria si mantiene piuttosto uniforme.

In ogni sezione sono individuati l'alveo principale e le golene, i relativi coefficienti di Manning (scabrezza) e le eventuali arginature.

Il modello è in grado di simulare gli effetti indotti sui livelli dalla presenza di sezioni singolari quali ponti, tombini, stramazzi ed ostruzioni dell'alveo.

Nel caso in oggetto non si è fatto riferimento ad alcuna ramificazione dell'alveo simulato, implementando un modello completamente monodimensionale, che si estende lungo il tracciato del corso d'acqua.

Le simulazioni numeriche dell'interazione idrodinamica tra il deflusso di piena e l'attraversamento in progetto sono state eseguite, come accennato precedentemente, in condizioni di moto permanente (stazionario), assumendo la portata al colmo definita per mezzo dell'analisi idrologica.

La soluzione stazionaria fornisce condizioni di verifica cautelative e permette di impostare un confronto corretto tra diversi profili idraulici, mantenute fisse le condizioni al contorno.

Si tenga presente che in relazione alla formazione del fenomeno del cappio di piena nelle simulazioni di moto vario non si ha concomitanza tra livelli massimi e portate massime, condizione di verifica cautelativa che è invece garantita dalla semplificazione del moto stazionario.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 243 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno sono necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (a monte e/o a valle). in un regime di corrente lenta, la condizione al contorno necessaria è quella di valle (se la corrente è lenta non risente di ciò che accade a monte), mentre nel caso di corrente veloce vale l'opposto. Se invece viene effettuato un calcolo in regime di flusso misto, allora le condizioni al contorno devono essere definite a valle e a monte.

Le condizioni al contorno disponibili sono:

quota nota del pelo libero  
 altezza critica  
 altezza di moto uniforme  
 scala di deflusso

### Calcolo della velocità di deflusso nella sezione dell'alveo

Il valore della velocità media, calcolato dal modello in riferimento alla geometria complessiva di ogni sezione trasversale, è oggetto di una reinterpretazione all'interno della sezione trasversale in corrispondenza dell'attraversamento per la corretta valutazione del valore della velocità di deflusso da attribuire all'alveo, alle sponde e da considerare nel calcolo del carico totale per la verifica dell'intradosso dell'attraversamento.

Il calcolo è eseguito in riferimento alle seguenti formulazioni, che si basano sulla conservazione del valore della pendenza motrice per l'intera sezione:

$$Q = M \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i}$$

è l'equazione di Chezy, scritta con la notazione di Manning-Strickler per la scabrezza, con:

M : coefficiente di scabrezza di Manning-Strickler;

A : area della sezione bagnata (m<sup>2</sup>);

R : raggio idraulico (m);

i : pendenza motrice;

assumendo che la scabrezza possa variare, lungo i singoli tratti di una sezione, e che la pendenza motrice sia costante nei tratti compresi tra due sezioni del modello.

### Risultati dei calcoli idraulici

Oltre ai valori di portata e di livello calcolati direttamente dal codice di calcolo il modello fornisce in output anche i valori dell'area, larghezza del pelo libero, della velocità, dell'altezza d'acqua e del numero di Froude per ogni sezione di calcolo. E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

$$H = h + \frac{V^2}{2g}$$

dove:

h : livello idrico (m);

V : velocità media nella sezione trasversale (m/s).

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 244 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## APPENDICE 2

### SCHEDE TECNICHE DELLE SPECIE ITTICHE POTENZIALMENTE PRESENTI NELL'AREA DI INTERVENTO

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 245 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## Pesci e Crostacei

**Nome scientifico:** *Salmo (trutta) trutta* Linnaeus, 1758

**Nome comune:** trota fario

### Livello di protezione

Questa specie è sottoposta a specifiche misure di protezione secondo la R.R. del 16 Agosto 1993 n.29 della Regione Emilia Romagna e il DPGR 22 agosto 2005, n. 54/R della Regione Toscana secondo le quali ne è tassativamente proibita la pesca rispettivamente:

- tra la prima domenica di ottobre e l'ultima domenica di marzo,
- dal lunedì successivo alla prima domenica di ottobre al sabato antecedente l'ultima domenica di febbraio.

### Descrizione

La trota è il tipico salmonide di montagna e delle acque torrentizie presente nei tratti medio alti dei corsi appenninici (acque di Zona D/Zona a Salmonidi). L'habitat ideale di questa specie è rappresentato da zone con acque limpide, fresche, ben ossigenate e a corrente veloce, con un fondo costituito da grossa granulometria, massi, sassi e ciottoli



### Distribuzione

La distribuzione originaria della specie è controversa ed attualmente oggetto di revisione al pari del suo stato tassonomico; secondo alcuni autori *Salmo (trutta) trutta* sarebbe indigena nella sola Regione Padana mentre le popolazioni toscane originarie sarebbero da ascrivere a *Salmo cettii* Rafinesque Schmaltz, 1810. Secondo la normativa nazionale (Gazzetta Ufficiale n.30 7 Febbraio 2011) *Salmo (trutta) trutta* viene considerata indigena nella regione Padana e, limitatamente all'Appennino settentrionale, nella regione Italo-peninsulare.

Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) verso monte,
- sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso);
- sul fiume Magra e affluenti.


### Riproduzione

La riproduzione è invernale e si estende su un periodo abbastanza ampio, da Novembre a Febbraio, a seconda delle condizioni ambientali e del ceppo genetico delle popolazioni. I tratti più idonei alla riproduzione sono corsi di dimensioni medio piccole con lame d'acqua costante e ossigenata e banchi di ghiaia nei quali vengono scavati nidi per la deposizione dei gameti.

### Stato di conservazione

I principali fattori di rischio per la specie sono rappresentati dall'artificializzazione degli alvei fluviali, in particolare dalla parcellizzazione dei tratti dovuta alle briglie che ne impediscono le risalite riproduttive, dai prelievi di ghiaia, dall'inquinamento delle acque e dall'eccessivo sforzo di pesca. In secondo la fitness ambientale delle popolazioni italiane è gravemente intaccata dall'ibridazione conseguente alle continue immissioni di individui di ceppo atlantico di origine zootecnica.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 246 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<b>Nome scientifico:</b> <i>Leuciscus souffia muticellus</i> Bonaparte, 1837	
<b>Nome comune:</b> vairone	
<b>Livello di protezione</b> La specie è presente è nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE	
<b>Descrizione</b> Il vairone frequenta le acque limpide, ben ossigenate e ricche di ghiaia dei tratti pedemontani dei corsi d'acqua, soprattutto di quelli di minori dimensioni. Può popolare anche piccoli laghi di montagna e spingersi fino alle zone planiziali ove siano presenti acque di risorgiva.	
<b>Distribuzione</b> Il vairone è presente in tutta la Regione Padana e in parte della Regione Italo-penninsulare, fino al Molise e la Campania. Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sul Torrente Chiavenna e affluenti,</li> <li>• sul Torrente Arda e affluenti,</li> <li>• sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso),</li> <li>• sul fiume Magra e affluenti.</li> </ul>	
<b>Riproduzione</b> La frega avviene tra aprile e luglio in acque basse a corrente vivace su fondali ghiaiosi o ciottolosi.	
<b>Stato di conservazione</b> L'elevata sensibilità del vairone fa sì che il suo stato di conservazione sia negativamente condizionato dal degrado dei fiumi; in particolare la specie risente delle alterazioni degli habitat e della qualità delle acque così che la distribuzione verso valle risulti localmente limitata negli ultimi decenni.	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 247 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Nome scientifico:** *Barbus meridionalis caninus* Bonaparte, 1839

**Nome comune:** barbo canino

**Livello di protezione**

La specie è inserita nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE e, sotto il nome di *Barbus caninus*, nella lista rossa IUCN come specie "in pericolo"; è sottoposta al divieto di pesca dal 01/04 al 31/05 nelle acque del territorio regionale dell' Emilia-Romagna; in Provincia di Parma il divieto di pesca è assoluto.

**Descrizione**

Il barbo canino ha una limitata valenza ecologica; la sua distribuzione è limitata alla zona alta e medio-alta dei corsi idrici dove può trovare condizioni ambientali favorvoli: acque turbolente, limpide e ricche di ossigeno e substrati ciottolosi e ghiaiosi ai quali è fortemente legato per la deposizione e fecondazione delle uova. Popola, inoltre, anche gli affluenti collinari di piccole dimensioni.



**Distribuzione**

L'areale della specie è limitato all'Italia settentrionale. La sua presenza è stata documentata anche in alcune zone dell'Italia centrale, tra cui la Toscana, ma è probabilmente dovuta ad introduzioni effettuate dall'uomo per scopi alieutici.

Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) a monte,
- sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso).

**Riproduzione**

Il barbo tiberino si riproduce tra Maggio e Luglio e l'attività di frega è strettamente vincolata alla presenza di bassi fondali caratterizzati da substrati ciottolosi.

**Stato di conservazione**

La specie è molto sensibile all'inquinamento organico e alle variazioni ambientali; in particolare subisce l'alterazione dei substrati e la modificazione delle portate a causa di prelievi idrici e della costruzione di dighe e briglie; viene danneggiata dalla competizione dovuta all'introduzione di forme alloctone come il barbo europeo e il barbo spagnolo. Per questi motivi le popolazioni di barbo canino hanno subito negli ultimi decenni una forte contrazione.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 248 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Nome scientifico:** *Barbus plebejus* (Bonaparte, 1839)

**Nome comune:** barbo comune

**Livello di Protezione**

La specie è presente nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE; nelle acque del territorio regionale dell'Emilia-Romagna è sottoposta al divieto di pesca dal 01/04 al 31/05.

**Descrizione**

Il barbo comune è un ciprinide reofilo legato ad acque limpide, ossigenate, a corrente vivace e a substrati composti da ciottoli, ghiaia e sabbia; è tipico del tratto medio-superiore dei fiumi planiziali, ma è in grado di spingersi sia verso monte, nella Zona a Salmonidi, sia verso valle dove le acque sono meno turbolente e meno limpide.



**Distribuzione**

La specie è distribuita in tutta Italia; talvolta (LR n.56 del 6 Aprile 2000 della Regione Toscana) le popolazioni italo-peninsulari vengono distinte da quelle padane e classificate come *Barbus tyberinus* Bonaparte, 1839; nella normativa nazionale (Gazzetta Ufficiale n.30 7 Febbraio 2011) questa distinzione non è effettuata.

Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Torrente Chiavenna e affluenti,
- sul Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) verso valle,
- sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso),
- sul fiume Magra e affluenti.

**Riproduzione**

La riproduzione avviene tra Maggio e Luglio ed è strettamente legata alla presenza di fondali ricchi di ghiaia.

**Stato di conservazione**

Il barbo comune è presente nei fiumi italiani con popolazioni consistenti, ma negli ultimi anni, a causa delle alterazioni del substrato, in particolar modo collegate al prelievo di inerti, ha subito una forte restrizione verso valle dell'areale.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 249 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Nome scientifico:** *Padogobius martensii* Günther, 1861

**Nome comune:** ghiozzo padano

**Livello di protezione**

Nelle acque del territorio regionale dell'Emilia-Romagna è sottoposto al divieto assoluto di pesca.

**Descrizione**

Specie bentonica, non molto attenta al nuoto, e territoriale; ama frequentare le acque moderatamente correnti e i fondali ricchi di sassi e ciottoli appiattiti sotto i quali trova rifugio.



**Distribuzione**

Il ghiozzo padano è un endemismo della Regione Padana, presente in tutto il bacino del Po, in Veneto, in Friuli-Venezia Giulia, nelle Marche e in Dalmazia. Esistono poi alcune popolazioni nei fiumi dell'Italia centrale (es. Arno, Ombrone e Tevere) a conseguenza di immissioni per favorire l'attività di pesca sportiva effettuate con materiale non selezionato. Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Torrente Chiavenna e affluenti,
- sul Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) verso valle,
- sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso).

**Riproduzione**

La stagione degli amori va da Maggio a Luglio; in questo periodo le femmine depongono le uova nel nido di un maschio (anche più di una per maschio) che, dopo averle fecondate, le custodirà fino al momento della schiusa.

**Stato di conservazione**

L'ampio areale e la discreta valenza ecologica difendono questa specie dagli effetti dell'antropizzazione. Localmente si registrano episodi di estinzione a causa della scarsa mobilità che caratterizza questo animale, che non è, infatti, in grado di migrare sufficientemente lontano per fare fronte ad eventi sfavorevoli.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 250 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Nome scientifico:** *Padogobius nigricans* Canestrini, 1867

**Nome comune:** ghiozzo di ruscello

**Livello di protezione**

La specie è presente nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE ed in Toscana è considerata specie protetta ai sensi della LR n.56 del 6 Aprile 2000.

**Descrizione**

E' un perciforme bentonico che non ama i corsi di grande dimensione: predilige i substrati ciottolosi e ghiaiosi e l'acqua limpida e ben ossigenata dei corsi minori, dove le portate non sono eccessive.



**Distribuzione**

La distribuzione di questa specie è limitata ai bacini tirrenici dell'Italia centrale. Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Fiume Magra e affluenti.

**Riproduzione**

La riproduzione avviene tra Maggio e Giugno: le femmine depongono le uova sulla volta inferiore di un ciottolo o di un sasso, situato in un punto non troppo profondo del fiume e con acqua corrente; il maschio, dopo averle fecondate, difende il territorio fino alla schiusa.

**Stato di conservazione**

Il ghiozzo di ruscello, oltre ad essere condizionato dalle alterazioni della qualità ambientale, è molto sensibile alle modificazioni dell'alveo, in particolar modo alla cementificazione e alla banalizzazione del fondale in genere, che determinano una perdita di substrati idonei sia alle fasi alimentari che riproduttive.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 251 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<b>Nome scientifico:</b> <i>Rutilus rubilio</i> (Bonaparte, 1837)	
<b>Nome comune:</b> rovella	
<b>Livello di protezione</b> La specie è inserita nell' Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE.	
<b>Descrizione</b> E' un ciprinide caratterizzato da un forte grado di adattabilità gli consente di colonizzare corsi collinari, spingersi nei tratti fluviali planiziali e raggiungere la zona di foce; è possibile, inoltre, trovarlo nei laghi, sia interni che costieri. Nelle aste fluviali o nei laghi in cui vive, predilige le zone con fondali sabbiosi e ghiaiosi non troppo profondi e con corrente moderata; la presenza di macrofite fluviali ne favorisce l'espansione che, non di rado, porta la specie ad essere la più abbondante all'interno della comunità.	
<b>Distribuzione</b> La rovella è un endemismo della Regione Italo-peninsulare, a seguito di ripopolamenti effettuati a favore della pesca sportiva, oggi la si trova anche in alcuni fiumi dell'Appennino romagnolo ed in Sicilia. Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nel Fiume Magra e affluenti.</li> </ul>	
<b>Riproduzione</b> Tipicamente l'attività di frega avviene tra Aprile e Maggio, ma questo periodo può variare molto in quanto la riproduzione dipende strettamente dalla temperatura dell'acqua che deve raggiungere i 16°C; per questo motivo sono state registrate freghe dal mese di Marzo fino al mese Luglio, a seconda dell'area osservata. La deposizione delle uova e la successiva fecondazione avviene in acque basse, su fondali ghiaiosi e su macrofite.	
<b>Stato di conservazione</b> Grazie alla sua ampia valenza ecologica ed al suo elevato grado di adattabilità, la rovella non accusa particolarmente gli effetti dell'antropizzazione, sembra anzi in grado di trarre vantaggio dalle situazioni di moderata eutrofizzazione.	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 252 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Nome scientifico:** *Chondrostoma genei* (Bonaparte, 1839)

**Nome comune:** lasca

**Livello di protezione**

La specie è presente nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE; nelle acque del territorio provinciale di Parma è sottoposta al divieto di pesca permanente.

**Descrizione**

E' un ciprinide reofilo tipico del tratto medio e medio-alto dei corsi d'acqua; predilige le acque limpide, moderatamente turbolenti, con fondi ghiaiosi e con discreta profondità della colonna d'acqua.



**Distribuzione**

La specie è un endemismo della Regione Padana; le popolazioni Toscane e Laziali sono il risultato di introduzioni finalizzate alla pesca sportiva.

All'interno dell'area di interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) verso valle,
- sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso).

**Riproduzione**

La riproduzione avviene tra maggio e giugno; in questo periodo le lasche migrano in branco alla ricerca di fondali bassi, con acque turbolente e substrati ghiaiosi.

**Stato di conservazione**

Negli ultimi anni la specie è soggetta ad una rarefazione diffusa a causa della sensibilità nei confronti delle modificazioni antropiche quali la costruzione di manufatti trasversali, che impediscono le migrazioni riproduttive, l'alterazione dei fondali ghiaiosi, a cui la riproduzione della specie è vincolata e, non ultima, la pressione alieutica.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 253 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Nome scientifico:** *Cobitis taenia bilineata* Canestrini, 1865

**Nome comune:** cobite

**Livello di protezione**

La specie è presente nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE.

**Descrizione**

Il cobite è una specie dalla discreta valenza ecologica, la cui distribuzione lungo l'asta fluviale spazia dalla Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila a quella dei Ciprinidi a deposizione fitofila; è in grado di sopravvivere anche in condizioni povere di ossigeno, ma predilige acque limpide, a corrente moderata, con deposito di substrati sabbiosi e fangosi e discreta presenza di macrofite, ove può trovare rifugio e svolgere le attività trofiche e riproduttive.



**Distribuzione**

L'areale di questa specie, endemica in Italia, comprende tutto il versante adriatico fino alle Marche e il versante tirrenico fino alla Campania.

Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Torrente Chiavenna e affluenti,
- sul Torrente Arda e affluenti nel tratto dalla confluenza con il Torrente Lubiana in località Sperongia (Comune di Morfasso, PC) verso valle,
- sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso).

**Riproduzione**

In relazione alla temperatura dell'acqua, la riproduzione può avere luogo da Aprile a Luglio; è strettamente legata ai substrati sabbiosi e alle macrofite acquatiche ove avviene la deposizione delle uova.

**Stato di conservazione**

Essendo una specie bentonica, il cobite risente particolarmente di quelle modifiche dell'habitat che interessano la composizione del fondo. Malgrado ciò, dimostra notevole adattabilità e resistenza al degrado degli ambienti acquatici e, per quanto considerata una specie protetta a livello comunitario, le popolazioni di cobite non sembrano correre rischi di contrazione della loro diffusione e consistenza.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 254 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Nome scientifico:** *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858)

**Nome comune:** gambero di fiume

**Livello di protezione**

La specie è compresa nell' Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE ed è inserita nella lista rossa IUCN come specie "in pericolo"; in Provincia di Massa Carrara è sottoposta al divieto di pesca dal 01/04 al 30/06, nel territorio regionale dell'Emilia-Romagna la pesca è assolutamente vietata.

**Descrizione**

Crostaceo d'acqua dolce, si può trovare in canali, torrenti, fiumi e laghi dove le zone di rifugio sono tipicamente rappresentate da massi, ciottoli, rami e radici degli alberi; si adatta facilmente anche agli ambienti fangosi.



**Distribuzione**

Il gambero di fiume ha una distribuzione molto ampia attraverso il continente europeo: il limite orientale è rappresentato dal Montenegro mentre quello occidentale dalla Spagna nord-occidentale; il limite settentrionale è rappresentato dalla Scozia e quello meridionale dalla Spagna.

L'areale originario comprende tutto il territorio italiano con l'esclusione delle isole.

Nell'area d'interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela:

- sul Torrente Chiavenna e affluenti
- sul Fiume Taro e affluenti (Torrente Ceno compreso)
- nel bacino del Fiume Magra limitatamente al Torrente Verdesiana

**Riproduzione**

La riproduzione ha luogo nei mesi autunnali a partire dal mese di ottobre, ma il successo riproduttivo è strettamente legato alle cure parentali che si protraggono per 4 o 5 mesi.

**Stato di conservazione**

Questa specie risulta attualmente in forte contrazione numerica e con un areale estremamente ridotto. Le cause di questa condizione sono da attribuire all'inquinamento delle acque e all'introduzione di diverse specie esogene di gambero, forti competitori e portatrici sane di patogeni letali.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 255 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## Anfibi

<b>Nome scientifico:</b> <i>Bombina pachypus</i> (Laurenti, 1768)	
<b>Nome comune:</b> ululone appenninico	
<b>Livello di protezione</b> La specie è presente nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE e nella lista rossa IUCN come specie "In pericolo"; è oggetto di protezione sia in Emilia-Romagna che in Toscana ai sensi delle leggi regionali.	
<b>Descrizione</b> L'aspetto generale di questa specie è quello di un piccolo rospo; frequenta acque poco profonde, di piccole dimensioni, ferme o leggermente correnti (con buona esposizione al sole nelle regioni settentrionali).	
<b>Distribuzione</b> Specie endemica italiana è distribuita sul territorio appenninico dalla Liguria centrale alla Calabria in tutte le fasce altitudinali da 76 fino a 1200 m s.l.m.. La specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela in tutta l'area di interesse.	
<b>Riproduzione</b> Le femmine possono accoppiarsi 2 o 3 volte fra Maggio e Luglio; in condizioni favorevoli si possono avere eventi riproduttivi fino alla tarda estate. Quest'ultimo periodo, contribuendo in minima parte al reclutamento annuale, non risulta fondamentale per il successo riproduttivo della specie.	
<b>Stato di conservazione</b> L'attuale declino delle popolazioni di questa specie è da imputare principalmente alla frammentazione degli ambienti acquatici ed alla micosi da chitidio.	

Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 256 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>


<b>Nome scientifico:</b> <i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	
<b>Nome comune:</b> rospo comune	
<b>Livello di protezione</b> La specie è oggetto di protezione nella Regione Toscana ai sensi della LR n. 56 del 6 aprile 2000.	
<b>Descrizione</b> Anfibio anuro dalle grosse dimensioni ad alta valenza ecologica frequenta sia le aree boscate che gli ambienti aperti anche a destinazione agricola; ha un'ampia distribuzione altitudinale potendosi ritrovare dalla pianura fino a 1900 m s.l.m..	
<b>Distribuzione</b> L'areale originario comprende gran parte dell'Europa continentale, l'Asia paleartica e l'Africa nord-occidentale. In Italia è presente su tutto il territorio nazionale ad esclusione della Sardegna. La specie è presente o potenzialmente presente e in tutta l'area di indagine ma è oggetto di tutela esclusivamente nel territorio toscano.	
<b>Riproduzione</b> La fase riproduttiva si estende da Febbraio a Giugno e ha luogo in acque ferme come pozze, stagni, laghi, laghetti e acquitrini e talvolta nelle parti a corrente lenta di fiumi, torrenti, fossi e canali.	
<b>Stato di conservazione</b> Molte popolazioni di questa specie mostrano attualmente un calo demografico ma non sono da considerarsi in reale pericolo. Le maggiori minacce sono rappresentate dall'alterazione e dalla frammentazione degli habitat, dall'incremento della radiazione solare e dalle micosi da chitidio.	


Foto estratta dall'Atlante degli anfibii e dei rettili della Toscana, 2006.



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 257 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768)</p>	
<p><b>Nome comune:</b> rospo smeraldino</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          La specie è protetta nella regione Emilia-Romagna dalla LR n.31 del luglio 2006.</p>	
<p><b>Descrizione</b>          Il rospo smeraldino è un anfibio anuro di taglia media che popola una grande varietà di ambienti e predilige aree di pianura anche lontane da fonti d'acqua; sopporta ambienti eurialini come le zone salmastre costiere ma è sensibile alle basse temperature così che popola raramente gli ambienti montani.</p>	 <p>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</p>
<p><b>Distribuzione</b>          Ampiamente diffuso dall'Asia all'Europa (ad esclusione delle isole britanniche della penisola Iberica e della maggior parte della Francia), in Italia è presente su tutto il territorio peninsulare e nelle isole. Nell'area di interesse la specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di tutela nel territorio regionale dell'Emilia Romagna.</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          Il periodo riproduttivo è compreso fra Marzo e Luglio; la riproduzione avviene raramente in fiumi e tratti ad acqua corrente, pertanto, l'impatto di lavori in alveo su questa specie può essere considerato trascurabile.</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          Le maggiori cause del declino demografico di questa specie sono l'inquinamento delle acque e la morte in corrispondenza degli attraversamenti stradali lungo le migrazioni riproduttive.</p>	


 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 258 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Hyla intermedia</i> (Bouenger, 1882)</p>	
<p><b>Nome comune:</b> raganella italiana</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          La specie è oggetto di protezione nella Regione Toscana ai sensi della LR n. 56 del 6 aprile 2000.</p>	
<p><b>Descrizione</b>          Anfibio di piccole dimensioni, predilige le zone planiziali ma lo si può trovare, anche se con popolazioni più rarefatte, anche ad altitudini maggiori, fino ad un massimo di 1400 m s.l.m. nel settore appenninico.</p>	 <p><i>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</i></p>
<p><b>Distribuzione</b>          Specie endemica italiana, abita gran parte dell'Italia continentale-peninsulare e la Sicilia. La specie è presente o potenzialmente presente in tutta l'area d'interesse ma è oggetto di misure di tutela esclusivamente nel territorio regionale della Toscana.</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          Il periodo riproduttivo è piuttosto tardivo e compreso fra Maggio e Agosto; gli habitat tipici per la riproduzione sono stagni ad acque limpide e profonde o canali e fossi con pochi centimetri di acqua, con abbondante presenza di vegetazione.</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          La specie è minacciata principalmente dalla perdita di habitat causata dall'urbanizzazione e dall'inquinamento delle acque.</p>	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 259 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Rana dalmatina</i> Fitzinger, 1838</p>	
<p><b>Nome comune:</b> rana dalmatina</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          La specie è protetta nella regione Emilia Romagna dalla LR n.31 del luglio 2006 ed è compresa fra le specie importanti di flora e fauna nel SIC IT4010002 "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora".</p>	
<p><b>Descrizione</b>          Passa quasi la totalità dell'anno nel sottobosco e si avvicina alle zone umide solo nel periodo della riproduzione. E' attiva per lo più al crepuscolo e di notte, mentre di giorno si ripara sotto terra, sotto le foglie e i tronchi caduti e tra le radici degli alberi.</p>	 <p><i>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</i></p>
<p><b>Distribuzione</b>          La specie è ampiamente diffusa in Europa; in Italia è presente quasi ovunque, ad eccezione della Sicilia, ed è in grado di spingersi fino a quote di 1600 m s.l.m.. La specie è presente o potenzialmente presente in tutta l'area d'interesse ma è oggetto di misure di tutela esclusivamente nel territorio regionale dell'Emilia-Romagna ed in particolare nel SIC IT4010002 "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora".</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          Durante il periodo degli amori, che va da Gennaio a Maggio, i maschi e le femmine si incontrano in stagni, laghi, pozze e canali, con acqua preferenzialmente limpida e vi depongono le uova sottoforma di ammassi gelatinosi.</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          La rana dalmatina è molto sensibile sia ai disboscamenti che alle alterazioni degli ambienti riproduttivi; risente, inoltre, delle alterazioni della qualità dell'acqua in particolar modo durante gli stadi giovanili.</p>	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 260 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<b>Nome scientifico:</b> <i>Rana italica</i> (Dubois, 1987)	
<b>Nome comune:</b> rana appenninica	
<b>Livello di protezione</b> La specie è protetta nella regione Emilia Romagna dalla LR n.31 del luglio 2006.	
<b>Descrizione</b> La rana appenninica è un anfibio particolarmente legato a torrenti e ruscelli con acque limpide, ben ossigenate e con buona copertura arborea; raramente si allontana dall'ambiente acquatico; la distribuzione altitudinale varia dai 130 ai 1600 m s.l.m., con preferenza delle zone collinari.	 <p><i>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</i></p>
<b>Distribuzione</b> La specie è endemica in Italia; suo areale comprende la regione appenninica dalla Liguria centrale all'Aspromonte. E' presente o potenzialmente presente in tutta l'area d'interesse ma è oggetto di misure di tutela nel solo territorio regionale dell'Emilia-Romagna.	
<b>Riproduzione</b> La riproduzione ha luogo fra i mesi di Febbraio e Maggio.	
<b>Stato di conservazione</b> Essendo strettamente legata all'ambiente acquatico questa specie è minacciata dall'alterazione dei corpi idrici e dall'eccessivo prelievo d'acqua, in particolari, nei mesi tardo-primaverile e nel primo periodo estivo.	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 261 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>


<b>Nome scientifico:</b> <i>Rana lessonae</i> (Camerino, 1882)	
<b>Nome comune:</b> rana verde	
<b>Livello di protezione</b> La specie è protetta nella regione Emilia Romagna dalla LR n.31 del luglio 2006 ed è compreso fra le specie importanti di flora e fauna nel SIC IT4010002 "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora".	
<b>Descrizione</b> Questo anfibio è fortemente adattato agli ambienti umidi di pianura e collinari ma può raggiungere anche quote di 1700 m s.l.m.; colonizza principalmente stagni e pozze o canali e fossati con acque ferme sia durante le fasi riproduttive che in quelle alimentari.	
<b>Distribuzione</b> Presente in varie parti d'Europa ha un areale non ben definito in quanto da anni esiste un dibattito scientifico sulla sistematica della specie e di altre rane verdi; ad ogni modo questa rana verde italiana è sicuramente presente nella Regione Padana. Nell'area d'interesse è presente o potenzialmente presente e oggetto di misure di tutela nel territorio regionale dell'Emilia-Romagna ed in particolare nel SIC IT4010002 "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora".	
<b>Riproduzione</b> La riproduzione avviene generalmente fra Maggio e Giugno.	
<b>Stato di conservazione</b> Nel complesso la specie è ancora ampiamente diffusa anche se si osserva una lieve ma costante rarefazione, dovuta principalmente all'alterazione e all'inquinamento dei corpi idrici e alla mortalità stradale nel periodo pre-riproduttivo..	

Foto tratta dall'Atlante degli anfibi e dei rettili della Toscana, 2006.


 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 262 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Rana temporaria</i> Linnaeus 1758</p>	
<p><b>Nome comune:</b> rana temporaria</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          La rana temporaria è oggetto di protezione nella Regione Toscana ai sensi della LR n. 56 del 6 aprile 2000</p>	
<p><b>Descrizione</b>          Conduce vita prevalentemente terrestre ad eccezione del periodo degli amori, durante il quale frequenta acque ferme o moderatamente mosse.</p>	 <p><i>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</i></p>
<p><b>Distribuzione</b>          Questa specie è presente in quasi tutta Europa e in parte dell'Asia occidentale; predilige le zone montuose, anche a 3000 m s.l.m., ma è rinvenibile anche in pianura. In Italia la rana dalmatina è presente sull'arco alpino e sugli Appennini fino all'altezza di Arezzo e Forlì-Cesena. Esiste poi una popolazione isolata sul versante reatino dei Monti della Laga. E' presente o potenzialmente presente in tutta l'area d'interesse ma è oggetto di tutela nel solo territorio della Regione Toscana.</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          La deposizione delle uova, in pozze, stagni, laghetti e fiumi con corrente moderata, avviene fra la fine dell'inverno e l'inizio dell'estate (Marzo-Giugno).</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          La rana temporaria è minacciata dalla distruzione degli habitat boschivi in cui vive e dall'alterazione dei siti idonei alla riproduzione; questo avviene, per esempio, in occasione della costruzione degli impianti sciistici e delle infrastrutture in genere.</p>	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 263 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>


<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Salamandrina terdigitata</i> (Lacépède, 1788)</p>	
<p><b>Nome comune:</b> salamandrina dagli occhiali</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          La specie presente nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE; è oggetto di protezione sia in Emilia-Romagna che in Toscana ai sensi delle leggi regionali.</p>	
<p><b>Descrizione</b>          Questo anfibio si può trovare in tutti gli boschivi appenninici fra 55 e 1400 m s.l.m., preferenzialmente fra i 200 e 500 m s.l.m.; solitamente è molto legata all'ambiente acquatico dal quale si allontana raramente.</p>	 <p>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</p>
<p><b>Distribuzione</b>          L'areale di distribuzione interessa tutto l'arco appenninico anche se con discontinuità. Per alcuni autori, tuttavia, la nomenclatura <i>Salamandrina terdigitata</i> si riferisce esclusivamente alle popolazioni calabre, mentre le altre popolazioni, tra cui quella dell'area interessata dai lavori, sono classificate come <i>Salamandrina perspicillata</i> (Savi, 1821).          La salamandrina dagli occhiali è presente o potenzialmente presente e oggetto di tutela in tutta la zona d'interesse.</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          Il periodo riproduttivo si estende da Marzo ad Aprile; dopo la fecondazione la femmina depone le uova generalmente in anse di torrente a debole corrente o in fossi, pozzi e abbeveratoi.</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          Sebbene questa specie sia sottoposta a fattori di minaccia quali la perdita di habitat e l'inquinamento della acque attualmente non risulta a rischio nè presenta problematiche evidenti.</p>	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 264 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Salamandra salamandra</i> (Linnaeus, 1758)</p>	
<p><b>Nome comune:</b> salamandra pezzata</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          La salamandra pezzata è oggetto di protezione nella Regione Toscana ai sensi della LR n. 56 del 6 aprile 2000</p>	
<p><b>Descrizione</b>          La salamandra predilige gli habitat boschivi, sia a latifoglie che a conifere. Si muove per lo più al crepuscolo e durante le ore notturne, ma nelle giornate fresche e umide può abbandonare il proprio rifugio anche di giorno. È una specie ovovivipara.</p>	 <p><i>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</i></p>
<p><b>Distribuzione</b>          La specie è presente in tutta Europa; in Italia è presente in tutto l'arco alpino e lungo gli Appennini, anche se in maniera non continua, e nella Sicilia nord-orientale. E' presente o potenzialmente presente in tutta l'area d'interesse ma è oggetto di tutela nel solo territorio regionale della Toscana.</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          L'accoppiamento avviene sulla terra ferma; la femmina a Maggio e Giugno raggiunge uno specchio d'acqua (torrenti con acque limpide e correnti, abbeveratoi e piccole pozze alimentati da sorgenti e nei fontanili) dove depone larve già formate.</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          Le minacce principali per questa specie sono le alterazioni agli ambienti boschivi frequentati dagli adulti e l'eliminazione della vegetazione riparia negli specchi d'acqua in cui le femmine rilasciano le larve.</p>	



 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 265 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>


<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Triturus alpestris apuanus</i> (Bonaparte, 1839),</p>	
<p><b>Nome comune:</b> tritone alpestre delle Apuane</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          La specie è oggetto di protezione nel territorio regionale toscano ai sensi della LR n.56 del 6 Aprile 2000 ed è compreso fra le specie importanti di flora e fauna nel SIC IT4010002 "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora".</p>	
<p><b>Descrizione</b>          Il tritone alpestre delle Apuane è una sottospecie del tritone alpestre; fra tutti le specie di tritoni, l'alpestre è quello più legato all'ambiente acquatico, in particolare, le generazioni nei cui adulti permangono le caratteristiche morfologiche giovanili (condizione di neotenia) sono obbligate a rimanervi costantemente. Risulta particolarmente legato alla fascia montana anche se il suo spettro altitudinale varia da 70 a 1790 m s.l.m..</p>	 <p><i>Foto estratta dall'Atlante degli anfibi e dei rettili della Toscana, 2006.</i></p>
<p><b>Distribuzione</b>          Questa specie presenta un areale di distribuzione che può essere definito medio-sud-europeo. In particolare il tritone alpestre delle Apuane è diffuso Prealpi alla Toscana. E' presente o potenzialmente presente in tutta l'area d'interesse ma è oggetto di tutela nel territorio regionale della Toscana ed in Emilia-Romagna nel SIC IT4010002 "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora"</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          La riproduzione avviene nei mesi primaverili, da Aprile a Maggio e le uova vengono deposte in acque ferme o in torrenti con acque fresche ma pur sempre con debole corrente.</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          Fra le sottospecie di tritone alpestre quello delle Apuane non mostra particolari segni di degrado ed è considerata una specie a basso rischio.</p>	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 266 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<p><b>Nome scientifico:</b> <i>Triturus carnifex</i> (Laurenti, 1768)</p>	
<p><b>Nome comune:</b> tritone crestato italiano</p>	
<p><b>Livello di protezione</b>          Il tritone crestato italiano è inserito nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE e protetto nella Regione Emilia-Romagna ai sensi LR n.31 del luglio 2006.</p>	
<p><b>Descrizione</b>          Questo anfibio ama frequentare il sottobosco dove trova rifugio sotto alle pietre e al materiale vegetale marcescente. Quando si sposta in acqua predilige le correnti deboli o nulle e gli ambienti ricchi di vegetazione galleggiante. A differenza del tritone alpestre, è in grado di sopportare un range di temperatura molto ampio che va dai 5°C ai 30°C. Per questo motivo lo si può trovare dai 0 m s.l.m. ai 1800 m s.l.m..</p>	 <p><i>Foto tratta dall'Atlante On-line dei Rettili e Anfibi dell'Emilia-Romagna del Museo Civico di Storia Naturale della Città di Ferrara.</i></p>
<p><b>Distribuzione</b>          E' presente nell'Europa centrale, e meridionale, nei Balcani, in Grecia e nell'Europa orientale. In Italia è diffuso su quasi tutto il territorio, isole escluse. La specie è presente o potenzialmente presente e oggetto di tutela in tutta l'area di interesse ed in particolare all'interno del SIC IT4010002 "Monte Menegosa, Monte Lama, Groppo di Gora".</p>	
<p><b>Riproduzione</b>          La stagione riproduttiva va da metà inverno fino all'inizio dell'estate (Gennaio - Giugno). Dopo un complesso rituale di corteggiamento il maschio e la femmina si accoppiano in acqua (stagni, pozze, laghetti, canali, torrenti a lento corso, fossi, abbeveratoi, fontanili, raccolte d'acqua temporanee ecc.), ove possono poi rimanervi per diversi mesi anche dopo la deposizione le uova.</p>	
<p><b>Stato di conservazione</b>          La minaccia maggiore per questa specie è l'alterazione degli ambienti che frequenta durante tutto il ciclo vitale; in particolar modo subisce l'espandersi dei terreni agricoli e delle zone residenziali i prelievi idrici e l'inquinamento.</p>	

 	<b>PROGETTISTA</b>  <b>Snamprogetti</b>	<b>COMMESSA</b> <b>P66990</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Toscana - Regione Emilia Romagna	<b>SPC. LA-E-83016</b>	
	<b>PROGETTO</b> Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore	Fg. 267 di 267	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## Molluschi

<b>Nome scientifico:</b> <i>Physa fontinalis</i> (Linnæus, 1758)	
<b>Nome comune:</b> -	
<b>Livello di protezione:</b> è inserita nella Repertorio Naturalistico Toscano (RE.NA.TO.) come specie in pericolo critico.	
<b>Descrizione</b> Questo mollusco gasteropode, grande pochi millimetri, ama le acque chiare e stagnanti o debolmente mosse e solitamente lo si trova nei laghi e nei fiumi con corrente calma. Si nutre di detriti e macrofite e la sua presenza è indice di acque non inquinate.	 <p>Foto tratta dal sito <a href="http://www.animalbase.org">www.animalbase.org</a></p>
<b>Distribuzione</b> La specie è distribuita in quasi tutta Europa, dalla Norvegia all'Italia, e vi sono segnalazioni della sua presenza anche in Iraq. La specie è presente o potenzialmente presente in tutta l'area d'interesse ma è oggetto di misura di tutela nel solo territorio regionale della Toscana.	
<b>Riproduzione</b> La riproduzione può avvenire fino a tre volte all'anno, nel periodo compreso tra Maggio e Novembre ed è fortemente legata alla presenza delle macrofite sulle quali le femmine depongono o le uova.	
<b>Stato di conservazione</b> Motivi di minaccia per questa specie sono la mancanza d'acqua e l'eutrofizzazione che può verificarsi negli specchi d'acqua che in prossimità dei centri fortemente urbanizzati.	