

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 1 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**NR/19136**

**Rifacimento Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)  
 DN 650 (26"), DP 75 bar  
 ed opere connesse**

**VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ DELLE INTERFERENZE DELL'OPERA  
 CON AREE PAI**

0	Emissione	Tamburini/ De Sarno	Rocchetti	Mattei	Febb.'20
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 2 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
1.1	<b>Premessa</b>	6
1.2	<b>Scopo del lavoro</b>	6
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b>	<b>7</b>
2.1	<b>Documenti di progetto</b>	7
2.1.1	Documenti emessi in fase di SIA	7
2.2	<b>Normative di riferimento</b>	7
2.2.1	Autorità di Bacino Regionale delle Marche	7
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO</b>	<b>9</b>
3.1	<b>Esame delle interferenze</b>	9
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b>	<b>11</b>
4.1	<b>Lineamenti geologici</b>	11
4.2	<b>Lineamenti strutturali</b>	12
4.3	<b>Lineamenti geomorfologici</b>	12
4.4	<b>Assetto litologico-morfologico lungo la linea principale di progetto</b>	13
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO</b>	<b>17</b>
5.1	<b>Classificazione sismica</b>	17
5.2	<b>Pericolosità sismica di base</b>	19
5.2.1	Periodo di ritorno	19
5.2.2	Parametri spettrali	21
5.3	<b>Risposta sismica locale</b>	21
5.3.1	Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche	21
5.3.2	Accelerazione massima attesa in superficie	24
<b>6</b>	<b>VERIFICHE TECNICHE DI COMPATIBILITA'</b>	<b>26</b>
6.1	<b>Criteri metodologici</b>	26
6.1.1	Modello geotecnico	26
6.1.2	Metodi e condizioni delle verifiche di stabilità	28
6.2	<b>Attraversamenti in metodologia <i>trenchless</i></b>	30

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 3 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

6.2.1	Area 02: F-16-5110 (P2) – Linea principale	31
6.2.1.1	Descrizione dell'area	32
6.2.1.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	33
6.2.1.1	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	35
6.2.2	Area 09: F-19-1602 (P3) – Linea principale	36
6.2.2.1	Descrizione dell'area	37
6.2.2.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	38
6.2.2.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	42
6.2.3	Area 11: F-16-0126 (P2) – Der. per Macerata DN150 (6")	43
6.2.3.1	Descrizione dell'area	44
6.2.3.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	45
6.2.3.3	Verifica tecnica di compatibilità	46
6.2.4	Area 12: F-16-5326 (P2) – Der. per Tolentino DN200 (8")	47
6.2.4.1	Descrizione dell'area	48
6.2.4.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	49
6.2.4.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	50
6.2.5	Area 13: F-16-0282 (P2) – Der. per Tolentino DN200 (8")	51
6.2.5.1	Descrizione dell'area	52
6.2.5.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	53
6.2.5.3	Verifica tecnica di compatibilità	54
6.2.6	Aree 14-15: F-19-1200 (P2), F-19-1198 (P1) – Der. per Tolentino DN200 (8")	55
6.2.6.1	Descrizione dell'area	56
6.2.6.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	57
6.2.6.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	59
6.2.7	Aree 16-17: F-19-6005 (P3), F-19-6006 (P2) – Der. per Tolentino DN200 (8")	60
6.2.7.1	Descrizione dell'area	61
6.2.7.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	62
6.2.7.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	64
<b>6.3</b>	<b>Interferenze con attraversamenti con scavi a cielo aperto</b>	<b>65</b>
6.3.1	Area 01-10: Area PAI F-16-5031 (P3) – Rif. Met Recanati-Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26") e All. Natural Gas Recanati DN 100 (4")	66

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 4 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

6.3.1.1	Descrizione dell'area	67
6.3.1.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	68
6.3.1.3	Analisi di stabilità del versante	71
6.3.1.4	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	82
6.3.2	Area 03: area PAI F-16-0259 (P3) – Linea principale	83
6.3.2.1	Descrizione dell'area	84
6.3.2.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	85
6.3.2.3	Analisi di stabilità del versante	86
6.3.2.4	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	92
6.3.3	Area 04: area PAI F-19-1424 (P1) – Linea principale	93
6.3.3.1	Descrizione dell'area	94
6.3.3.2	Caratteristiche stratigrafiche dei terreni	96
6.3.3.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	96
6.3.4	Area 05: area PAI F-16-0584 (P2) – Linea principale	97
6.3.4.1	Descrizione dell'area	98
6.3.4.2	Caratteristiche stratigrafiche dei terreni	101
6.3.4.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	101
6.3.5	Area 06: area PAI F-19-1523 (P1) – Linea principale	102
6.3.5.1	Descrizione dell'area	103
6.3.5.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	105
6.3.5.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	105
6.3.6	Area 07: area PAI F-19-1551 (P3) – Linea principale	106
6.3.6.1	Descrizione dell'area	107
6.3.6.2	Caratteristiche stratigrafiche dei terreni	110
6.3.6.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	110
6.3.7	Area 08: area PAI F-19-1545 (P3) – Linea principale	111
6.3.7.1	Descrizione dell'area	112
6.3.7.2	Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni	115
6.3.7.3	Risultati della verifica tecnica di compatibilità	115

**7 INTERFERENZE DELLA LINEA IN DISMISSIONE CON LE AREE PAI A PERICOLOSITÀ MODERATA (P1) 117**

**8 CONCLUSIONI 118**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 5 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 9 BIBLIOGRAFIA

119

**Allegato 1: Sezioni longitudinali interferenze aree PAI con metodologia *Trenchless***

**Allegato 2: Indagini geognostiche, prove di laboratorio geotecnico e indagini geofisiche**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 6 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa

Nell'ottica di ammodernamento della rete nazionale di trasporto del gas esistente, Snam Rete Gas S.p.A. intende sostituire il gasdotto attualmente in esercizio "Recanati – Foligno, DN 600 (24"), P 70 bar" (di proprietà Snam Rete Gas) ed alcune linee secondarie da esso derivate, con nuove tubazioni del progetto denominato "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito), DN 650 (26"), DP 75 bar ed opere connesse".

Il nuovo progetto seguirà integralmente, salvo localizzate ottimizzazioni di tracciato e tecnologiche, i percorsi delle linee del progetto "Metanodotto Recanati - Foligno DN 1050 (42"), DP 75 bar ed opere connesse" (Proponente Snam Rete Gas) che ha già ottenuto il Decreto di compatibilità ambientale (Delibera MATTM n. 38 del 6 marzo 2015), ma che non verrà più realizzato.

Le ottimizzazioni di tracciato e tecnologiche introdotte con il nuovo progetto "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito), DN 650 (26"), DP 75 bar ed opere connesse" sono state inoltre sottoposte a verifica di assoggettabilità a VIA (ottobre 2019), con relativa esclusione.

Ai fini della valutazione dell'opera si fornisce, con il presente studio relativo al progetto "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito), DN 650 (26"), DP 75 bar ed opere connesse", uno specifico approfondimento sulla verifica tecnica di compatibilità delle interferenze dell'opera con aree PAI.

Il nuovo progetto ricade, analogamente al progetto riferito alla tubazione DN 1050 (42"), nei territori delle regioni Marche e Umbria ed interessa le province di Macerata e Perugia estendendosi fra i territori comunali di Recanati, Montecassiano, Macerata, Treia, San Severino Marche, Serrapetrona, Castelraimondo, Camerino, Muccia, Pieve Torina, Serravalle di Chienti e Foligno.

### 1.2 Scopo del lavoro

Nel presente studio, relativo al progetto "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar ed opere connesse", sono descritte le interferenze dei tracciati in progetto ed in dismissione con le aree PAI.

In riferimento alle aree PAI, il presente studio di dettaglio analizza e illustra compiutamente le interazioni previste tra l'opera in progetto e gli ambiti citati, fornendo quindi elementi utili ai fini dell'emissione del parere di compatibilità idrogeologica dell'opera da parte degli Enti coinvolti nell'attuale procedura di VIA.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 7 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Documenti di progetto

#### 2.1.1 Documenti emessi in fase di SIA

Nella redazione dello studio in oggetto sono stati considerati i seguenti documenti progettuali emessi in fase di SIA del progetto 42”:

- *SPC. LA-E-83015*  
Studio di Impatto Ambientale - Varianti e ottimizzazioni di progetto, Annesso B: Interferenze dell’opera con aree a pericolosità idrogeologica.
- *SPC. LA-E-83016*  
Studio di impatto ambientale - APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MATTM DEL 07.07.2011

### 2.2 Normative di riferimento

Nella redazione dello studio in oggetto è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica nazionale ed internazionale ed in particolare le seguenti disposizioni:

- *D.M. 17 gennaio 2018, Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018.*  
Suppl. Ordinario n. 8, Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.
- *Circolare 21 gennaio 2019, n. 7, C.S.LL.PP. Gazzetta Ufficiale n. 35 del 11 febbraio 2019.*  
Suppl. Ordinario n.5, Istruzioni per l’applicazione dell’“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2019.
- *EN 1594 (2013) – Annex E*  
Gas supply system – Pipelines for maximum operating pressure over 16bar.
- Delibera del Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004: Piano stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI) delle Marche

#### 2.2.1 Autorità di Bacino Regionale delle Marche

Il Piano stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI) delle Marche redatto ai sensi dell’art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183 è stato approvato con Delibera del Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004.

Il PAI identifica e quantifica le situazioni di degrado sotto il profilo idrogeologico ed individua le relative presumibili cause, in funzione del livello di conoscenza già raggiunto e con la previsione di aggiornamenti dinamici in funzione del completamento delle conoscenze e dell’evoluzione dei fenomeni.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 8 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

A tal scopo vengono definite come:

**Pericolosità:** probabilità che il dissesto si manifesti entro un tempo predefinito con una certa intensità, da valutarsi unitamente ad altri fattori determinabili in funzione dello specifico dissesto oggetto di valutazione;

**Vulnerabilità:** percentuale del valore dell'elemento fisico che si stima possa essere persa nel caso l'elemento stesso sia esposto ad un definito dissesto.

**Rischio:** valore non solo economico di elementi fisici omogenei soggetti alla medesima tipologia di dissesto, e che quindi devono risultare esposti.

Le aree soggette a pericolosità e a rischio idrogeologico gravitativo per fenomeni franosi sono state individuate sulla base di una ricognizione delle informazioni specifiche contenute negli strumenti urbanistici comunali, nei PTC provinciali e in altri studi specifici di settore già elaborati (CARG, SCAI, RIM, IFFI, Studi GNDCl); ai fenomeni censiti è stata attribuita una pericolosità graduata su quattro livelli definiti in base alla tipologia del fenomeno e al relativo stato di attività come risultanti dalla omogeneizzazione e classazione della documentazione acquisita.

Nell'elaborato cartografico di riferimento (Carta del Rischio idrogeologico) sono indicati differenti livelli di pericolosità dei fenomeni gravitativi, distinti in:

- Aree di versante a Pericolosità molto elevata AVD\_P4
- Aree di versante a Pericolosità elevata AVD\_P3
- Aree di versante a Pericolosità media AVD\_P2
- Aree di versante a Pericolosità moderata AVD\_P1

Ciascuna frana è rappresentata con un codice alfanumerico che indica il bacino idrografico di riferimento, il numero progressivo ed il grado di pericolosità.

I livelli di rischio, dati dalla combinazione del livello di pericolosità e della vulnerabilità degli elementi esposti al rischio, sono rappresentati con varie colorazioni:

- Aree di versante a Rischio molto elevato AVD\_R4 (colore rosso)
- Aree di versante a Rischio elevato AVD\_R3 (colore arancio)
- Aree di versante a Rischio medio AVD\_R2 (colore giallo)
- Aree di versante a Rischio moderato AVD\_R1 (colore verde)

Secondo le Norme di Attuazione del PAI, nelle aree pericolosità media P2 e moderata P1 (art. 12 comma 2) sono consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto delle vigenti normative tecniche. Nelle aree di versante in dissesto a Pericolosità elevata P3 (art. 12 comma 3 lettera j) e molto elevata P4 (art. 12 comma 4) è consentita la realizzazione di interventi per reti ed impianti tecnologici di interesse pubblico purché non aggravino le condizioni di instabilità dell'aree in frana, previo parere vincolante dell'Autorità di Bacino.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 9 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3 CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO

#### 3.1 Esame delle interferenze

Le linee in progetto ed in dismissione interferiscono con le aree PAI nei tratti riportati nelle successive Tab. 3.1—A (linee in progetto) e Tab. 3.1—B (linee in dismissione).

**Tab. 3.1—A: Interferenze tra i tracciati delle linee in progetto e le aree PAI.**

Nr. ID	Da (km)	A (km)	Lunghezza (m)	Tipo frana	Codice	Metodo costruttivo
<b>Linea principale in progetto</b>						
<i>Rif. Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar</i>						
01	0.343	1.023	679.76	PAI – P3	F-16-5031	Scavi a cielo aperto
02	19.618	19.843	225.65	PAI – P2	F-16-5110	Trenchless
03	23.224	23.598	373.86	PAI – P2	F-16-0259	Scavi a cielo aperto
04	40.427	41.333	905.33	PAI – P1	F-19-1424	Scavi a cielo aperto
05	46.255	46.377	121.96	PAI – P2	F-16-0584	Scavi a cielo aperto
	46.726	46.956	229.87			
06	50.914	50.936	22.15	PAI – P1	F-19-1523	Scavi a cielo aperto
07	52.015	52.159	143.38	PAI – P3	F-19-1551	Scavi a cielo aperto
08	54.245	54.417	172.23	PAI – P3	F-19-1545	Scavi a cielo aperto
09	56.168	56.255	86.49	PAI – P3	F-19-1602	Trenchless
<b>Linee secondarie in progetto</b>						
<i>All. Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar</i>						
10	0.324	1.028	703.79	PAI – P3	F-16-5031	Scavi a cielo aperto
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 75 bar</i>						
11	1.918	2.524	606.04	PAI – P2	F-16-0126	Trenchless
<i>Derivazione per Tolentino DN 200 (8"), DP 75 bar</i>						
12	2.766	2.865	99.05	PAI – P2	F-16-5326	Trenchless
13	3.059	3.709	650.44	PAI – P2	F-16-0282	Trenchless
14	3.964	4.316	351.98	PAI – P2	F-19-1200	Trenchless
15	4.514	4.767	253.08	PAI – P1	F-19-1198	Trenchless
16	4.910	5.055	144.80	PAI – P3	F-19-6005	Trenchless
17	5.070	5.184	114.30	PAI – P2	F-19-6006	Trenchless

**Tab. 3.1—B: Interferenze tra tracciato della linea principale in dismissione con aree PAI.**

Da (km)	A (km)	Lunghezza (km)	Tipo frana	Codice
<b>Linea principale in dismissione</b>				
1.015	1.105	0.090	PAI (P3)	F-16-5031
27.481	27.561	0.080	PAI (P3)	F-16-0354 0430592300
39.002	39.897	0.895	PAI (P1)	F-19-1424
44.820	45.114	0.294	PAI (P2)	F-16-0584
49.051	49.100	0.049	PAI (P2)	F-19-1542
50.025	50.690	0.665	PAI (P3)	F-19-1551
50.854	50.863	0.009	PAI (P3)	F-19-1531
56.873	57.067	0.194	PAI (P1)	F-19-1679
58.760	58.770	0.010	PAI (P3)	F-19-1694

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 10 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Da (km)	A (km)	Lunghezza (km)	Tipo frana	Codice
				0430664700
70.266	70.385	0.119	PAI (P1)	F-19-1786
<b>Linee secondarie in dismissione</b>				
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 70 bar</i>				
2.085	2.683	0.598	PAI (P2)	F-16-0126
2.478	2.574	0.096	PAI (P3)	F-16-0130
<i>Allacciamento Comune di Macerata DN 100 (4"), DP 70 bar</i>				
0.043	0.165	0.122	PAI (P2)	F-16-0126
<i>Derivazione per Tolentino DN150 (6"), DP 70 bar</i>				
2.149	2.240	0.091	PAI (P2)	F-16-0281
2.354	2.535	0.181	PAI (P1)	F-16-5373
2.556	2.627	0.071	PAI (P2)	F-16-5374
2.656	2.822	0.166	PAI (P2)	F-16-0281
2.991	3.078	0.087	PAI (P2)	F-16-5325
3.216	3.818	0.602	PAI (P2)	F-16-0282
4.163	4.595	0.432	PAI (P3)	F-19-1173
4.922	5.099	0.177	PAI (P1)	F-19-1198
5.301	5.660	0.359	PAI (P3)	F-19-6005
<i>Derivazione per Serrapetrona-Sarnano DN 250 (10"), DP 70 bar</i>				
0.000	0.042	0.042	PAI (P1)	F-19-1424
<i>Derivazione per Fabriano DN 250 (10"), DP 70 bar</i>				
0.279	0.484	0.205	PAI (P3)	F-16-0589
0.919	1.183	0.264	PAI (P3)	F-16-0595
1.805	2.019	0.214	PAI (P1)	F-16-0611
2.118	2.244	0.126		
2.283	2.532	0.249	PAI (P3)	F-16-0616

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 11 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 4.1 Lineamenti geologici

Il tracciato del metanodotto percorre le Marche, dal retroterra della regione costiera adriatica al confine occidentale con l'Umbria, disegnando un'ideale sezione geologica, orientata circa NE - SO, che attraversa gran parte delle unità stratigrafiche della catena appenninica, grosso modo normalmente agli andamenti strutturali regionali.

Nella fascia orientale, appartenente al Bacino Marchigiano Esterno (o bacino Periadriatico Auctt.) affiorano i sedimenti marini plio - pleistocenici. Nel settore centrale, in quello che è noto come il bacino umbro - marchigiano, affiorano principalmente le sequenze torbiditiche mioceniche. I terreni che affiorano nel settore sud - orientale appartengono al Dominio Umbro - Marchigiano, caratterizzato da successioni sedimentarie di ambiente pelagico, di età mesozoico - terziaria, seguite dai citati depositi torbiditici miocenici. Le valli attuali sono occupate dai depositi alluvionali quaternari, disposti secondo quattro ordini di terrazzi principali.

Relativamente all'area interessata dalle opere in progetto, tralasciando le sequenze pelagiche giurassiche che affiorano marginalmente nel tratto terminale della linea principale in progetto, la maggiore estensione di affioramento dei litotipi del Dominio Umbro - Marchigiano è raggiunta dai depositi della successione calcareo - marnosa, di età cretaceo - miocenica. La sequenza è rappresentata dal basso verso l'alto da calcari micritici biancastri a frattura concoide (Maiolica), dalle Marne a Fucoidi, formate da marne argillose e marne calcaree policrome, e da argille marnose nere. Segue poi la formazione della Scaglia, tradizionalmente suddivisa in quattro unità in base al colore prevalente, e formata da calcari e calcari marnosi ben stratificati, a frattura scagliosa, con liste e noduli di selce (Scaglia Bianca, Rossa, Variegata, Scaglia Cinerea), la cui potenza complessiva può superare i 500 m.

Le successioni mioceniche iniziano con la Formazione del Bisciario caratterizzate essenzialmente da marne e calcari marnosi. Al Bisciario fanno seguito formazioni marnose in parziale eteropia le une con le altre (Schlier, Marne con Cerrognana e Marne a Pteropodi). Nell'area del tracciato affiora esclusivamente lo Schlier.

Al di sopra dello Schlier affiorano successioni torbiditiche rappresentate da Nord verso Sud dalle Arenarie di Urbana, di M. Turrino, di S. Donato e di Camerino. Nel Bacino Marchigiano Esterno sono presenti le sequenze torbiditiche della Marnoso - Arenacea urbinata, della Formazione di S. Donato, della Formazione della Laga.

Nel Miocene Superiore i depositi evaporitici della Formazione Gessoso-Solfifera sono presenti sia nel Bacino Marchigiano Interno che nel Bacino Marchigiano Esterno, pur con ampie variazioni di facies e di spessore. I depositi evaporitici sono coperti dalle Argille a Colombacci, costituite da argille e marne con intercalazioni di calcari bianchi di deposizione chimica.

Con le sequenze plio - pleistoceniche, che affiorano principalmente nel Bacino Marchigiano Esterno, si verifica il passaggio dall'ambiente marino - marginale a quello continentale. Tali sequenze sono costituite da peliti con intercalate associazioni arenacee, arenaceo - conglomeratiche, arenaceo - pelitiche. Le associazioni

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 12 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

arenacee ed arenaceo - pelitiche sono per lo più presenti alla base del Pliocene inferiore e medio.

I sedimenti alluvionali sono generalmente scarsi nel settore occidentale della regione, caratterizzata da rilievi calcarei profondamente incisi, mentre raggiungono il massimo sviluppo nella fascia periadriatica, in cui i depositi alluvionali terrazzati ed attuali quaternari ricoprono porzioni ingenti delle valli, con la formazione di alvei ghiaiosi molto ampi, che arrivano, in prossimità delle foci, a diversi chilometri di estensione laterale.

#### 4.2 Lineamenti strutturali

L'assetto strutturale dell'Appennino Umbro - Marchigiano è caratterizzato da un sistema di pieghe e sovrascorrimenti a vergenza orientale, ad andamento generalmente appenninico. Le pieghe sono fortemente asimmetriche, in genere con vergenza orientale; le anticlinali sono pieghe a scatola, con cerniera ampia e piatta, le sinclinali sono strette. Le pieghe e le faglie inverse ad esse associate sono dislocate da sovrascorrimenti e da faglie trascorrenti, generalmente destre se ad andamento meridiano, sinistre se con direzione circa E – O.

La tettonica distensiva che è succeduta alle fasi compressive, ha generato una serie di *graben* e semi – *graben*, progressivamente più recenti verso Est, di cui i Piani di Colfiorito sono un esempio. Le faglie distensive individuano allineamenti estesi per decine di chilometri lungo direzioni NO – SE e NNO – SSE, sub - paralleli alle strutture compressive nel settore settentrionale (a Nord dell'allineamento Perugia – Ancona), e trasversali rispetto a queste nel settore meridionale.

Nei bacini intramontani legati allo sviluppo di strutture tipo *graben*, le faglie bordiere sono caratterizzate da rilevanti rigetti verticali (fino a 2000 m). I depositi lacustri di riempimento dei bacini sono interessati da dislocazioni che testimoniano del proseguire della tettonica distensiva in tempi successivi al colmamento dei bacini stessi.

#### 4.3 Lineamenti geomorfologici

Dal punto di vista morfologico, la regione attraversata dall'opera in progetto può suddividersi in due fasce longitudinali: una fascia sub-appenninica, essenzialmente collinare, estesa dal litorale adriatico alle zone interne, ed una fascia appenninica propriamente detta, interna, collinare e montuosa.

La fascia sub - appenninica, la più ampia, situata ad Est delle dorsali montuose, è caratterizzata da colline a morfologia generalmente dolce, modellate entro terreni facilmente erodibili, a composizione prevalentemente argilloso – sabbiosa, scarsamente cementati, che digradano verso il mare con quote medie via via minori.

La fascia appenninica è costituita sostanzialmente da due dorsali montuose grosso modo parallele (dorsale interna Umbro-Marchigiana e dorsale Marchigiana esterna), ad orientamento NO-SE a Nord e circa N-S a Sud, i cui rilievi superano mediamente i 1.000 m s.l.m.

Le due dorsali sono separate da una fascia collinare, passante grosso modo per Camerino, con rilievi che raramente superano i 600 m s.l.m. Nelle dorsali montuose affiorano terreni calcarei più resistenti all'erosione, mentre nella fascia collinare a rilievo meno accentuato affiorano soprattutto rocce terrigene, pelitico-arenacee.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 13 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il modellamento del rilievo, oltre che al controllo litologico, è legato all'evoluzione morfostrutturale recente. Durante una prima fase di sollevamento del Miocene Superiore, i rilievi furono sottoposti a fenomeni di erosione di tipo soprattutto areale, dando luogo a forme debolmente ondulate, con versanti poco acclivi. Una prima modificazione di tale paesaggio fu prodotta poi dalla tettonica distensiva. La formazione di *graben* e *semi - graben* diede luogo alla creazione di ampi bacini intermontani, caratterizzati da condizioni endoreiche (Piani di Colfiorito). A causa del successivo rapido ed intenso sollevamento della fine del Pleistocene inferiore, l'originaria superficie blandamente ondulata fu poi incisa, anche profondamente, formando valli montane strette e generalmente prive di depositi alluvionali.

Per contro nelle parti inferiori delle valli il sollevamento diede origine ad importanti processi deposizionali, con la formazione di diversi ordini di depositi alluvionali terrazzati. Lembi dei depositi più antichi si trovano a quote di oltre 200 m al di sopra del livello attuale dei fondivalle, mentre i terrazzi più estesi, situati a quote intorno a 70-80 m al di sopra del livello di base attuale, sono attribuibili al Pleistocene medio - finale.

L'assetto orografico delle Marche, caratterizzato in prima approssimazione da una pressoché costante diminuzione di quota, dal margine occidentale della regione, corrispondente grosso modo alla linea di spartiacque appenninica, verso il litorale adriatico, fa sì che la quasi totalità dei corsi d'acqua abbia recapito nel Mare Adriatico.

Le aste fluviali principali scorrono infatti, quasi senza eccezioni, in direzione anti-appenninica, incidendo trasversalmente la monoclinale periadriatica. Oltre che dal gradiente regionale di quota il reticolo idrografico appare condizionato dalla presenza di dislocazioni tettoniche trasversali e di strutture minori perpendicolari alle dorsali principali. I tratti fluviali che presentano andamento rettilineo risultano frequentemente impostati in corrispondenza di dislocazioni fragili.

Il tracciato della linea principale attraversa due dei fiumi principali della regione: il Potenza ed il Chienti. Entrambi sono caratterizzati, come tutti i corsi d'acqua marchigiani, da regime torrentizio, e da un tipico profilo trasversale asimmetrico delle valli, riconducibile principalmente a movimenti neotettonici.

Per quanto riguarda la dinamica dei versanti, fenomeni gravitativi (frane di scivolamento, rotazionale o planare) sono frequenti soprattutto a carico delle formazioni marnoso - argillose emipelagiche mioceniche (Schlier, Scaglia Cinerea) affioranti nelle zone montane e collinari. Nelle zone collinari a minor energia di rilievo, formate da terreni a dominante argillosa, e nei depositi eluvio - colluviali, sono diffuse frane di colamento poco profonde. Nelle aree montane si registrano anche estese aree in dissesto legate allo sviluppo di deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV), e frane di crollo a carico delle pareti rocciose calcaree più acclivi.

#### **4.4 Assetto litologico-morfologico lungo la linea principale di progetto**

Di seguito viene descritto l'assetto morfologico e litologico della linea principale e delle linee secondarie che non corrono in stretto parallelismo con essa. In tale descrizione sono state riportate esclusivamente le linee interessate dall'interferenza con le aree in dissesto sopra elencate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 14 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Rifacimento Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar.

Nel suo sviluppo, il tracciato del metanodotto in progetto percorre diverse unità fisiografiche passando dai rilievi collinari prossimi alla costa adriatica, alla pianura alluvionale del fondovalle del Potenza e nel tratto terminale, ai rilievi pede-appenninici appenninici.

Nella prima parte, che copre circa la metà del percorso complessivo, tra Recanati e San Severino Marche, la linea attraversa la valle del Potenza, nel suo tratto medio - terminale. Il tracciato percorre in gran parte, la piana alluvionale di fondovalle mantenendosi prevalentemente sul versante sinistro della valle. La percorrenza della valle del Potenza è caratterizzata nel tratto iniziale e in seguito sulle pendici del M. Cucco (km 22 circa), dalle morfologie blandamente ondulate con bassa acclività dei rilievi collinari che bordano la valle ed il cui substrato è costituito da litotipi marnosi ed argillosi della Formazione a Colombacci e delle Argille Azzurre.

La piana è caratterizzata da morfologia terrazzata, con bassi dislivelli tra i vari ordini di terrazzi: i lineamenti pianeggianti sono localmente interrotti da brevi scarpate e dalle incisioni fluviali degli affluenti di sinistra del Potenza, i principali dei quali attraversati dalla condotta in progetto sono: il torrente Monocchia, il fosso di Cascia, il torrente Rio Chiaro, il rio Torbido ed il rio di Catignano. I depositi alluvionali della piana del Potenza sono costituiti in prevalenza da ghiaie sabbiose e subordinatamente da sabbie.

A S. Severino Marche, abbandonato il fondovalle del Potenza, il tracciato percorre per un lungo tratto, fino alla località di Castelletta, al 48,5 km circa, la regione montuosa dell'Appennino marchigiano esterno.

Si tratta di un settore caratterizzato da rilievi di altitudine media più elevata che, tuttavia, non raggiungono i 1000 m di quota ed i cui versanti sono caratterizzati da maggiori acclività (fino a 20° - 30°) e da incisioni vallive più profonde. Il tracciato tocca il Monte di Colleluce, la sella di Madonna della Neve, e risale verso il Monte d'Aria, in cui si raggiunge la quota massima del tracciato (950 m s.l.m.). La morfologia delle aree sommitali dei rilievi è caratterizzata da forme arrotondate e crinali ampi, in cui mancano pareti rocciose ripide.

Il substrato, tranne che nel tratto compreso tra S: Severino e C. Sassuglio, in cui affiorano la Formazione Gessoso – Solfifera e la Formazione della Laga, che danno luogo a rilievi di modesta altitudine e poco acclivi, è costituito nella regione montuosa dalla successione calcareo – marnosa cretaceo – miocenica (nella sezione compresa tra lo Schlier e la Scaglia bianca).

Tra la Castelletta e la valle del Chienti il tracciato percorre una fascia collinare, che si distingue per la minor altezza del rilievo e la minore ed acclività media, ed è costituita prevalentemente da terreni della successione miocenica ascrivibili alla Formazione di Camerino ed alla formazione dello Schlier. Il substrato marnoso - arenaceo è spesso coperto da estese coltri eluvio- colluviali che talora danno luogo a dissesti gravitativi collegati per lo più a colate e soliflusso.

Passato il Chienti in prossimità di Muccia (km 61 circa), il tracciato attraversa l'unità fisiografica della dorsale umbro – marchigiana interna, che percorre fino al Piano di

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 15 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Colfiorito. Il percorso si svolge inizialmente sui rilievi del Monte di Costafiore (km 65 circa), le cui caratteristiche morfologiche sono analoghe a quelle della dorsale Colleluce - Monte D'Aria (quote medie elevate, maggiore acclività dei versanti, ma morfologie arrotondate nelle parti sommitali del rilievo), ed è costituito in prevalenza dalle sequenze carbonatiche cretacee della Scaglia. Nella discesa verso la valle del torrente Sant'Angelo affiora in prevalenza la Scaglia Cinerea, che dà luogo ad una morfologia a moderata acclività e ad estese coperture eluvio – colluviali.

Il tratto successivo corre nel fondovalle del torrente Sant'Angelo. La valle, marcatamente incisa, ha versanti ripidi in cui affiora la successione calcareo – marnosa cretacea nella sua parte basale (Scaglia, Marne a Fucoidi, Maiolica), ed i Calcari diasprini giuresi. Tra Acqua Morta (km 70,5 circa) e San Vito (km 71 circa) il tracciato abbandona il fondovalle ed attraversa estese coltri detritiche, legate in gran parte alla presenza di un substrato formato dalle Marne a Fucoidi.

Nel tratto finale, abbandonata in località La Pintura (km 73,5 circa) la valle del torrente Sant'Angelo, il tracciato entra nella breve valle del fosso Baronciano e poi infine nella piana di Colfiorito, in cui al margine affiorano depositi alluvionali terrazzati e, ad Ovest di Taverne, depositi lacustri.

#### All. Natural Gas Recanati DN100 (4")

La linea percorre il rilievo collinare a moderata acclività dove è ubicata la ex Centrale Snam, seguendo nel tratto finale il fondovalle di un modesto fosso. Nel tratto prevalgono i litotipi argillosi della Formazione delle Argille Azzurre.

#### Derivazione per Macerata DN 150 (6")

Il primo tratto, nel fondovalle del Potenza, percorre i depositi alluvionali terrazzati, sabbiosi e sabbioso – limosi, attraversando l'alveo del fiume. Il tracciato piega poi verso est in prossimità di Case Galli (km 1 circa) mantenendosi nei depositi alluvionali, per poi risalire in trenchless, deviando verso sud, il versante poco a nord di località "C. Affede" (km 1,8 circa) costituito dalla formazione della Argille Azzurre, in giacitura poco inclinata verso Est, e da depositi eluvio – colluviali di copertura.

#### Derivazione per Tolentino DN 200 (8")

La derivazione si stacca dalla linea principale nei pressi di Case Luzi, nella piana alluvionale del Potenza, che percorre per circa 1,5 chilometri, attraversando i depositi terrazzati prima della sponda sinistra e poi, passato l'alveo del fiume (mediante trenchless), della sponda destra. Le aree attraversate sono caratterizzate da terreni a granulometria in prevalenza ghiaiosa nella fascia esterna, e sabbiosa in quella interna, più prossima all'alveo. Successivamente il tracciato attraversa, in sotterraneo mediante trenchless, tre rilievi collinari disposti circa normalmente all'asse della valle del Potenza, separati dalle incisioni vallive dei fossi Rambona e Salcito e dal rio Pace. Le valli sono caratterizzate da versanti a moderata acclività, interessati da numerosi ed estesi corpi franosi. Il substrato è rappresentato dalle formazioni a Colombacci (argille marnose ed arenarie, calcari micritici). Coltri eluvio – colluviali sono diffuse in prevalenza nel tratto finale.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 16 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Soc. Gas di Camerino DN 100 (4")

Il tracciato si sviluppa essenzialmente nella parte terminale della valle del Fosso dei Cappuccini ad E di Camerino. Esso si distacca dalla linea principale, in località Soprafonte e sviluppandosi verso Ovest giunge al punto di consegna al Comune di Camerino ubicato sul versante sud-occidentale della dorsale collinare di Renacavata.

Le morfologie che caratterizzano l'area sono essenzialmente collinari; il tracciato si sviluppa inizialmente nell'area di fondovalle, superando la breve dorsale di Acquatina ed il versante di Renacavata mediante trivellazione. Le litologie affioranti sono costituite sul fondovalle da depositi eluvio-colluviali; sul versante di Acquatina affiorano le marne calcaree dello Schlier ed i litotipi peliticoarenacei della formazione di Camerino e mentre sul versante di risalita di Renacavata, affiorano le litologie pelitico-arenacee della Formazione di Camerino, in gran parte ricoperte da estese coltri di copertura detritico-argillose.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023087
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
WBS CLIENTE NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 17 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5 INQUADRAMENTO SISMICO

### 5.1 Classificazione sismica

Nella classificazione sismica dei comuni italiani di cui all'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 (Allegato 1 – Allegato A) ed in base all'elenco delle zone sismiche (ad uso esclusivamente amministrativo) della Regione Abruzzo di cui alla DGR n. 438 del 29 marzo 2003 i comuni su cui ricadono le interferenze oggetto del presente studio sono classificati come nella Tab. 5.1—A per le linee in progetto e nella Tab. 5.1—B per le linee in dismissione.

**Tab. 5.1—A: Classificazione sismica dei comuni su cui ricadono le interferenze con le linee in progetto.**

Nr. ID	Da (km)	A (km)	Lunghezza (m)	Dissesto	Comune	Zona sismica
<b>Linea principale in progetto</b>						
<i>Rif. Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar</i>						
01	0.343	1.023	679.76	PAI – P3	Recanati	2
02	19.618	19.843	225.65	PAI – P2	Treia	2
03	23.224	23.598	373.86	PAI – P2	Treia	2
04	40.427	41.333	905.33	PAI – P1	San Severino Marche	2
05	46.255	46.377	121.96	PAI – P2	Camerino	2
	46.726	46.956	229.87			
06	50.914	50.936	22.15	PAI – P1	Camerino	2
07	52.015	52.159	143.38	PAI – P3	Camerino	2
08	54.245	54.417	172.23	PAI – P3	Camerino	2
09	56.168	56.255	86.49	PAI – P3	Camerino	2
<b>Linee secondarie in progetto</b>						
<i>All. Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar</i>						
10	0.324	1.028	703.79	PAI – P3	Recanati	2
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 75 bar</i>						
11	1.918	2.524	606.04	PAI – P2	Macerata	2
<i>Derivazione per Tolentino DN 200 (8"), DP 75 bar</i>						
12	2.766	2.865	99.05	PAI – P2	Tolentino	2
13	3.059	3.709	650.44	PAI – P2	Tolentino	2
14	3.964	4.316	351.98	PAI – P2	Tolentino	2
15	4.514	4.767	253.08	PAI – P1	Tolentino	2
16	4.910	5.055	144.80	PAI – P3	Tolentino	2
17	5.070	5.184	114.30	PAI – P2	Tolentino	2

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>	
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 18 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 5.1—B: Classificazione sismica dei comuni su cui ricadono le interferenze con le linee in dismissione.**

Da (km)	A (km)	Lunghezza (km)	Dissesto	Comune	Zona sismica
<b>Linea principale in dismissione</b>					
1.015	1.105	0.090	PAI (P3)	Recanati	2
27.481	27.561	0.080	PAI (P3)	San Severino Marche	2
39.002	39.897	0.895	PAI (P1)	San Severino Marche Serrapetrona	2
44.820	45.114	0.294	PAI (P2)	Camerino	2
49.051	49.100	0.049	PAI (P2)	Camerino	2
50.025	50.690	0.665	PAI (P3)	Camerino	2
50.854	50.863	0.009	PAI (P3)	Camerino	2
56.873	57.067	0.194	PAI (P1)	Camerino	2
58.760	58.770	0.010	PAI (P3)	Muccia	1
70.266	70.385	0.119	PAI (P1)	Pieve Torina	1
<b>Linee secondarie in dismissione</b>					
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 70 bar</i>					
2.085	2.683	0.598	PAI (P2)	Macerata	2
2.478	2.574	0.096	PAI (P3)	Macerata	2
<i>Allacciamento Comune di Macerata DN 100 (4"), DP 70 bar</i>					
0.043	0.165	0.122	PAI (P2)	Macerata	2
<i>Derivazione per Tolentino DN150 (6"), DP 70 bar</i>					
2.149	2.240	0.091	PAI (P2)	Tolentino	2
2.354	2.535	0.181	PAI (P1)	Tolentino	2
2.556	2.627	0.071	PAI (P2)	Tolentino	2
2.656	2.822	0.166	PAI (P2)	Tolentino	2
2.991	3.078	0.087	PAI (P2)	Tolentino	2
3.216	3.818	0.602	PAI (P2)	Tolentino	2
4.163	4.595	0.432	PAI (P3)	Tolentino	2
4.922	5.099	0.177	PAI (P1)	Tolentino	2
5.301	5.660	0.359	PAI (P3)	Tolentino	2
<i>Derivazione per Serrapetrona-Sarnano DN 250 (10"), DP 70 bar</i>					
0.000	0.042	0.042	PAI (P1)	Serrapetrona	2
<i>Derivazione per Fabriano DN 250 (10"), DP 70 bar</i>					
0.279	0.484	0.205	PAI (P3)	Camerino	2
0.919	1.183	0.264	PAI (P3)	Camerino	2
1.805	2.019	0.214	PAI (P1)	Camerino	2
2.118	2.244	0.126			
2.283	2.532	0.249	PAI (P3)	Camerino	2

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 19 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5.2 Pericolosità sismica di base

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) hanno introdotto il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, ribadito dalle NTC 2018.

La “pericolosità sismica di base”, costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture connesse con il funzionamento di opere come i metanodotti.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, <http://esse1.mi.ingv.it>).

Le N.T.C. introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l’intero territorio italiano. Le stesse NTC 2008 forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_r$  considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g);

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall’unico parametro  $a_g$ , ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, dalla Vita Nominale e dalla Classe d’Uso dell’opera. I punti del reticolo di riferimento riportati hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell’INGV è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

### 5.2.1 Periodo di ritorno

L’azione sismica calcolata ai sensi delle NTC2018 prevede la definizione del periodo di ritorno dell’azione sismica,  $T_r$ , dipendente dalla probabilità di superamento (funzione dello stato limite) e del periodo di riferimento. Per la costruzione viene identificato un Periodo di Riferimento,  $V_R$ , che si ricava moltiplicando la Vita Nominale,  $V_N$  per il Coefficiente d’Uso,  $C_U$ .

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un’opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l’opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

Le NTC 2018 associano a tipi di costruzione un valore minimo della vita nominale espresso in anni; in particolare, per “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”, si prevede vita nominale  $\geq 50$ .

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 20 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Ne segue che la Vita Nominale è scelta in funzione del numero di anni di vita utile previsto per la struttura senza che si debba ricorrere ad interventi di manutenzione straordinaria. Coerentemente con tali indicazioni, la Vita Nominale del manufatto trova quindi riferimento nelle scelte progettuali.

La Classe d'Uso deriva da considerazioni "esterne" che tengono conto di quanto può accadere "in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso" (NTC 2018 par. 2.4.2). Inoltre, sull'assegnazione della Classe d'Uso intervengono criteri di qualificazione non solo tecnica ma anche "amministrativa" (finalità di protezione civile, competenza statale).

Il metanodotto in progetto appartiene ai gasdotti della rete nazionale e pertanto, nel suo insieme, può considerarsi un'opera infrastrutturale di interesse strategico.

Alla luce di tali considerazioni, si è motivatamente assunto per l'opera la seguente combinazione di  $V_N$  e  $C_U$ , conseguentemente determinando il periodo di riferimento "di progetto":

$V_N$ , Vita Nominale della costruzione, 50 anni;

$C_U$ , Coefficiente d'Uso (classe IV), 2.0;

$V_R$ , Periodo di Riferimento per la costruzione, 100 anni.

Date dalle NTC 2018 (Tab. 3.2.I) le probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento, associate all'azione sismica agente per ciascuno degli stati limite di calcolo, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni,

$$T_R = -V_r / (\ln(1 - P_{VR}))$$

è così determinato:

**Tab. 5.2.1—A: Valori di  $T_R$  espressi in funzione di  $V_R$**

Stato limite		Probabilità di superamento $P_{VR}$ nel periodo di riferimento $V_R$	Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$ al variare del periodo di riferimento $V_R$	
Esercizio (SLE)	SLO	81%	$0,60 V_R$	60
	SLD	63%	$\cong V_R$	101
Ultimo (SLU)	SLV	10%	$\cong 9,50 V_R$	949
	SLC	5%	$19,50 V_R$	1950

 <b>CLIENTE</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 21 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5.2.2 Parametri spettrali

Nella Tab. 5.2.2—A sono indicati i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per lo stato limite SLV, calcolati come media dei valori dei nodi della griglia di riferimento.

**Tab. 5.2.2—A: Parametri spettrali:  $V_N = 50$  anni - Classe d'Uso IV (Opere strategiche) – Stato limite SLV –  $T_R = 949$  anni per le interferenze della linea principale in progetto (coordinate WGS84).**

Nr. ID	Dissesto	Latitudine	Longitudine	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
<b>Linea principale in progetto</b>						
<i>Rif. Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar</i>						
01	PAI – P3	13.5082194	43.3845118	0.237	2.503	0.319
02	PAI – P2	13.3428906	43.2993890	0.224	2.450	0.343
03	PAI – P2	13.3056670	43.2856879	0.223	2.458	0.341
04	PAI – P1	13.1663239	43.1919190	0.226	2.527	0.340
05	PAI – P2	13.1490236	43.1887793	0.231	2.550	0.339
06	PAI – P1	13.1114084	43.1749641	0.237	2.562	0.339
07	PAI – P3	13.1114084	43.1749641	0.238	2.566	0.338
08	PAI – P3	13.1063802	43.1416051	0.241	2.571	0.338
09	PAI – P3	13.0895449	43.1160946	0.249	2.552	0.337
<b>Linee secondarie in progetto</b>						
<i>All. Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar</i>						
10	PAI – P3	13.5082194	43.3845118	0.237	2.503	0.319
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 75 bar</i>						
11	PAI – P2	13.4134317	43.2954004	0.226	2.455	0.344
<i>Derivazione per Tolentino DN 200 (8"), DP 75 bar</i>						
12	PAI – P2	13.2831941	43.2481502	0.223	2.475	0.316
13	PAI – P2	13.2869525	43.2440141	0.223	2.475	0.263
14	PAI – P2	13.2849872	43.2364359	0.224	2.478	0.263
15	PAI – P1	13.2859006	43.2329229	0.224	2.479	0.263
16	PAI – P3	13.2862378	43.2287343	0.224	2.480	0.263
17	PAI – P2	13.2884730	43.2282846	0.224	2.480	0.263

## 5.3 Risposta sismica locale

### 5.3.1 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è possibile fare riferimento ad una metodologia semplificata basata sulle categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 3.2.II del NTC 2018) e sulle categorie topografiche (Tabella 3.2.III del NTC 2018).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 22 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 5.3.1—A: Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2. II NTC 2018)**

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Sulla base dei parametri geotecnici dei terreni rilevati nel corso dell'indagine geognostica eseguita nelle aree interessate dal metanodotto in progetto, con riferimento alla precedente Tab. 5.3.1—A, vengono definite le categorie di sottosuolo delle singole aree PAI riportate nella tabella sottostante (Tab. 5.3.1—B) per le linee in progetto).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 23 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 5.3.1—B: Categorie di sottosuolo per le interferenze della linea principale in progetto (coordinate WGS84).**

Nr. ID	Dissesto	Codice	Latitudine	Longitudine	Categoria Sottosuolo
<b>Linea principale in progetto</b>					
<i>Rif. Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar</i>					
01	PAI – P3	F-16-5031	13.5082194	43.3845118	C
02	PAI – P2	F-16-5110	13.3428906	43.2993890	C
03	PAI – P2	F-16-0259	13.3056670	43.2856879	C
04	PAI – P1	F-19-1424	13.1663239	43.1919190	C
05	PAI – P2	F-16-0584	13.1490236	43.1887793	C
06	PAI – P1	F-19-1523	13.1114084	43.1749641	C
07	PAI – P3	F-19-1551	13.1114084	43.1749641	C
08	PAI – P3	F-19-1545	13.1063802	43.1416051	C
09	PAI – P3	F-19-1602	13.0895449	43.1160946	C
<b>Linee secondarie in progetto</b>					
<i>All. Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar</i>					
10	PAI – P3	F-16-5031	13.5082194	43.3845118	C
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 75 bar</i>					
11	PAI – P2	F-16-0126	13.4134317	43.2954004	C
<i>Derivazione per Tolentino DN 200 (8"), DP 75 bar</i>					
12	PAI – P2	F-16-5326	13.2831941	43.2481502	C
13	PAI – P2	F-16-0282	13.2869525	43.2440141	C
14	PAI – P2	F-19-1200	13.2849872	43.2364359	C
15	PAI – P1	F-19-1198	13.2859006	43.2329229	C
16	PAI – P3	F-19-6005	13.2862378	43.2287343	C
17	PAI – P2	F-19-6006	13.2884730	43.2282846	C

In relazione all'andamento morfologico locale, con riferimento alla seguente Tab. 5.3.1—C, è possibile classificare tutti i siti di interesse come categoria T1.

**Tab. 5.3.1—C: Categorie topografiche (Tabella 3.2.III e Tabella 3.2.V NTC 2018)**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	---	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1.4

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 24 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 5.3.2 *Accelerazione massima attesa in superficie*

Nei casi in cui le condizioni stratigrafiche e topografiche siano riconducibili alle categorie indicate in Tab. 5.3.1—A e Tab. 5.3.1—C, l'accelerazione massima attesa al sito può essere determinata mediante la relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

$S_S$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A.

**Tab. 5.3.2—A: Espressioni di  $S_S$  (Tabella 3.2.IV NTC 2018)**

Categoria sottosuolo	$S_S$
A	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.20$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.80$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.60$

Nella sottostante Tab. 5.3.2—B sono riportate le accelerazioni massime attese in superficie per le singole aree oggetto di studio.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 25 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 5.3.2—B: Accelerazione massima attesa in superficie per le interferenze con le linee in progetto.**

Nr. ID	Dissesto	$a_g$	$S_s$	$S_T$	$a_{max}$
<b>Linea principale in progetto</b>					
<i>Rif. Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar</i>					
01	PAI – P3	0.237	1.34	1.0	0.276
02	PAI – P2	0.224	1.37	1.0	0.264
03	PAI – P2	0.223	1.37	1.2	0.264
04	PAI – P1	0.226	1.36	1.2	0.318
05	PAI – P2	0.231	1.35	1.0	0.269
06	PAI – P1	0.237	1.34	1.2	0.329
07	PAI – P3	0.238	1.33	1.2	0.331
08	PAI – P3	0.241	1.33	1.2	0.334
09	PAI – P3	0.249	1.32	1.2	0.341
<b>Linee secondarie in progetto</b>					
<i>All. Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar</i>					
10	PAI – P3	0.237	1.34	1.0	0.276
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 75 bar</i>					
11	PAI – P2	0.226	1.37	1.2	0.320
<i>Derivazione per Tolentino DN 200 (8"), DP 75 bar</i>					
12	PAI – P2	0.223	1.37	1.2	0.316
13	PAI – P2	0.223	1.37	1.0	0.263
14	PAI – P2	0.224	1.37	1.0	0.263
15	PAI – P1	0.224	1.37	1.0	0.263
16	PAI – P3	0.224	1.37	1.0	0.263
17	PAI – P2	0.224	1.37	1.0	0.263

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 26 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 6 VERIFICHE TECNICHE DI COMPATIBILITA'

Nel seguente capitolo sono descritte nel dettaglio le metodologie e le verifiche di compatibilità svolte nelle aree di interferenza col tracciato in progetto. Al fine di migliorare la comprensione delle aree trattate, vengono di seguito distinte le interferenze in funzione della metodologia di attraversamento della linea in progetto:

- Attraversamento in metodologia *trenchless*.
- Attraversamento con scavi a cielo aperto.

### 6.1 Criteri metodologici

#### 6.1.1 Modello geotecnico

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalla condotta in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica eseguita in corrispondenza delle zone censite nel PAI (Piano di Assetto Idrogeologico). La campagna di indagine è consistita nell'esecuzione di indagini dirette e indirette.

Le ditte che hanno eseguito le indagini dirette sono:

- METHODO Srl di Falconara Marittima (AN) – febbraio-maggio, ottobre-novembre 2010 e luglio 2011;
- TECHNOSOIL Srl di Spoltore (PE) – novembre 2011;
- L&R Laboratori e Ricerche Srl di San Giovanni la Punta (CT) – luglio 2019;
- GIT-Service Srl di Montesilvano (PE) – settembre-novembre 2019.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si è provveduto a:

- rilevare la stratigrafia mediante il riconoscimento litologico macroscopico dei terreni attraversati;
- prelevare campioni indisturbati, con campionatore a pareti sottili (Shelby) nei terreni coesivi;
- eseguire prove penetrometriche dinamiche standard in foro (SPT) negli orizzonti granulari con conservazione di campioni rimaneggiati.

I campioni di terreno prelevati dalle differenti ditte sono stati inviati ai seguenti laboratori di analisi, ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

- PANGEA Srl;
- LABORATORIO GEOMECCANICO Srl di Ugo Sergio Orazi;
- ISMGEO (Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici) Srl.

Le ditte che hanno eseguito le indagini geofisiche sono:

- METHODO Srl di Falconara Marittima (AN);
- GEORISORSE Italia di G. Censini & C. s.a.s. di Sinalunga (SI).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 27 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

L'esame dei risultati ottenuti nelle indagini eseguite ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica delle zone interessate dall'opera in progetto. Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a tre strati caratterizzato da:

- *Strato 1*: coltre di copertura, rappresentata dai sedimenti di origine colluviale e di forte alterazione eluviale.
- *Strato 2*: formazione alterata, rappresentata dal cosiddetto substrato pedogenetico, ovvero il materiale roccioso derivante da una prima alterazione della formazione di base.
- *Strato 3*: formazione integra di base, rappresentata dalle argille marnose o dalle sabbie debolmente cementate plio-pleistoceniche.

Per quanto riguarda la parametrizzazione geotecnica degli strati considerati sono state fatte le seguenti assunzioni:

- **Coltre di copertura:** sono stati assunti i parametri medi di resistenza residua ( $\varphi'_r$  e  $c'_r$ ) ottenuti dalle prove di laboratorio eseguite. Tali valori risultano essere altresì i minimi attribuibili al deposito e poiché non sono previste modifiche del profilo di superficie del pendio a seguito dei lavori, la verifica di stabilità utilizzando tale parametrizzazione risulta del tutto cautelativa.
- **Formazione alterata:** per questo strato sono stati assunti i parametri medi di resistenza di picco ( $\varphi'$  e  $c'$ ) desunti dalle prove di laboratorio eseguite. In alcuni dei casi analizzati, in assenza di maggiori approfondimenti, sono stati assegnati dei parametri geotecnici standard, con valori di resistenza al taglio di picco riferibili all'alterazione delle formazioni Plio-Pleistoceniche proprie del territorio attraversato dal tracciato in progetto:  $\varphi' = 24.0^\circ$  e  $c' = 30.0 \text{ kN/m}^2$ .
- **Formazione integra:** le caratteristiche geomorfologiche e l'assetto giaciturale delle formazioni plio-pleistoceniche argilloso-marnose ha permesso di escludere che eventuali movimenti gravitativi potessero interessare la formazione di base; per questo, al di là di una mera caratterizzazione litologico-geotecnica qualitativa della formazione, nelle verifiche di stabilità si è considerata la formazione integra come "*bedrock*" escludendo che le superfici di scivolamento ipotizzate potessero interessare tale orizzonte. A tal fine sono stati assegnati dei parametri geotecnici standard, con valori di resistenza al taglio di picco mediamente riferibili alle formazioni Plio-Pleistoceniche affioranti nel territorio attraversato dal tracciato in progetto:  $\varphi' = 24.0^\circ$  e  $c' = 50.0 \text{ kN/m}^2$ .

Si precisa che in alcuni dei casi trattati, tenendo in debita considerazione le variazioni geologico-stratigrafiche osservate dall'analisi delle indagini geognostiche effettuate, si è deciso di adottare un modello differente da quello "generale" sopra schematizzato.

Sulla base dei dati disponibili è stata verificata la compatibilità idrogeologica dell'opera con i versanti potenzialmente instabili. Nei casi in cui sia risultato necessario eseguire le analisi di stabilità dei versanti, esse sono state svolte con i metodi descritti nel paragrafo seguente.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 28 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.1.2 **Metodi e condizioni delle verifiche di stabilità**

Al fine di verificare la compatibilità dell'opera con il dissesto geomorfologico evidenziato dall'Autorità di Bacino, in alcuni casi è stato necessario eseguire opportune analisi di stabilità dei versanti attraversati. Tali verifiche sono state eseguite con i metodi dell'equilibrio limite, per le quali è stato utilizzato il codice di calcolo Slide v.7.010 prodotto dalla Software House Rocscience Inc., Toronto-Ontario, Canada; tale software ha consentito l'implementazione del metodo GLE-Morgenstern & Price (soluzione Generale dell'Equilibrio Limite).

Per ogni area, sulla base delle condizioni topografiche rilevate e dei risultati della campagna geognostica, sono stati definiti il modello geometrico e geotecnico (modello del sottosuolo 2D) rappresentativi della situazione reale.

In genere, il modello numerico riporta la presenza di un primo strato denominato "coltre di copertura" seguito da due strati di materiale con caratteristiche fisico-meccaniche migliori, rispettivamente denominati "formazione alterata" e "formazione integra". Il comportamento meccanico di ciascuna unità geotecnica così definita è stato modellato assegnando un criterio di rottura alla Mohr-Coulomb e implementando i relativi parametri fisico-meccanici, ottenuti dai risultati delle prove di laboratorio.

In relazione alla necessaria previsione di opere di drenaggio (sotto-condotta e/o trasversali alla stessa) nelle aree in studio, sono state assunte due differenti condizioni idrauliche:

- Stato di fatto: saturazione dei sedimenti alla profondità della superficie piezometrica rilevata nel corso dell'indagine geognostica (dove presente)
- Stato di progetto: saturazione della coltre di copertura sino alla base delle opere drenanti previste al fine di verificare la situazione limite a seguito della posa della condotta.

Per tutte le condizioni previste è stata definita una maglia dei centri sufficientemente fitta, al fine di calcolare il coefficiente di sicurezza relativo alle superfici di scorrimento cinematicamente ammissibili e determinare la superficie caratterizzata dal fattore di sicurezza minimo. Ai fini dell'analisi sono state considerate non critiche le superfici con fattore di sicurezza  $F_s > 1.10$  in condizioni statiche e  $F_s > 1.0$  in presenza di sollecitazioni sismiche.

Le verifiche di stabilità sono state condotte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche. Per le verifiche in condizioni sismiche è stato utilizzato il metodo pseudo-statico; l'azione sismica è quindi rappresentata da un'azione statica equivalente con componente orizzontale ( $F_h$ ) e verticale ( $F_v$ ), costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente coinvolto dal meccanismo di rottura ipotizzato (NTC 2018 paragrafo 7.11.5.3.2), determinate come:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 29 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale, che risultano essere:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa (Tab. 6.1.2—A)

$a_{max}$  accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido

$g$  accelerazione di gravità

**Tab. 6.1.2—A: Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Tabella 7.11.I NTC 2018)**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Sulla base dei dati sopra esposti per le aree oggetto di studio attraversate con scavo a cielo aperto risultano i valori di  $k_h$  e  $k_v$  riportati nella seguente Tab. 6.1.2—B:

**Tab. 6.1.2—B: Valori di  $k_h$  e  $k_v$  per le interferenze delle linee in progetto attraversate con scavi a cielo aperto.**

Nr. ID	$a_g$	Cat. Suolo	$a_{max}$	$\beta$	$K_h$	$K_v$
<b>Linea principale in progetto</b>						
<i>Rif. Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar</i>						
1	0.237	C	0.276	0.28	0.077	0.039
3	0.223	C	0.264	0.28	0.074	0.037
4	0.226	C	0.318	0.28	0.089	0.045
5	0.231	C	0.269	0.28	0.075	0.038
6	0.237	C	0.329	0.28	0.092	0.046
7	0.238	C	0.331	0.28	0.093	0.046
8	0.241	C	0.334	0.28	0.093	0.047
<b>Linee secondarie in progetto</b>						
<i>All. Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar</i>						
10	0.237	C	0.276	0.28	0.077	0.039

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 30 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 6.2 Attraversamenti in metodologia *trenchless*

Si precisa che, per gli attraversamenti eseguiti con metodologia *trenchless*, lo studio di compatibilità tra le aree potenzialmente instabili e l'opera in progetto è stato definito attraverso l'elaborazione di sezioni stratigrafiche schematiche rappresentative dell'area di interesse. In particolare, la realizzazione del modello geologico di sottosuolo si basa sull'interpretazione dei risultati ottenuti dalla campagna di sondaggi geognostici e prove penetrometriche eseguite in sito, evidenziando l'assenza di interferenza tra l'opera in progetto ed il volume di terreno potenzialmente instabile.

Nella tabella sottostante si riportano le aree analizzate, a pericolosità elevata e molto elevata, attraversate con metodologia *trenchless* (Tab. 6.2—A). Per un maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati grafici corrispondenti (Allegato 1), caratterizzati da uno stralcio planimetrico dell'area in esame, ortofoto con individuazione planimetrica dell'opera in progetto e modello geologico di sottosuolo descritto precedentemente.

**Tab. 6.2—A: Attraversamento in metodologia *trenchless* delle aree di interferenza con la linea in progetto.**

Nr. ID	<i>Trenchless</i>	Sezione	Dissesti	Elaborato grafico
<b>Linea principale in progetto</b>				
02	Microtunnel Votalarca	A-A'	PAI F-16-5110	Tavola N. 1
09	Microtunnel Col Morrone	A-A'	PAI F-19-1602	Tavola N. 2
<b>Linee secondarie in progetto</b>				
<i>Derivazione per Macerata DN 150 (6"), DP 75 bar</i>				
11	TOC Affede	A-A'	PAI F-16-0126	Tavola N. 3
<i>Derivazione per Tolentino DN 200 (8"), DP 75 bar</i>				
12	TOC Rambona	A-A'	PAI F-16-5326	Tavola N. 4
13	TOC Mercorelli	A-A'	PAI F-16-0282	Tavola N. 5
14	TOC Salcito	A-A'	PAI F-19-1200	Tavola N. 6
15			PAI F-19-1198	
16	TOC L'Asinina	A-A'	PAI F-19-6005	Tavola N. 7
17			PAI F-19-6006	

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fig. 31 di 119	

### 6.2.1 Area 02: F-16-5110 (P2) – Linea principale

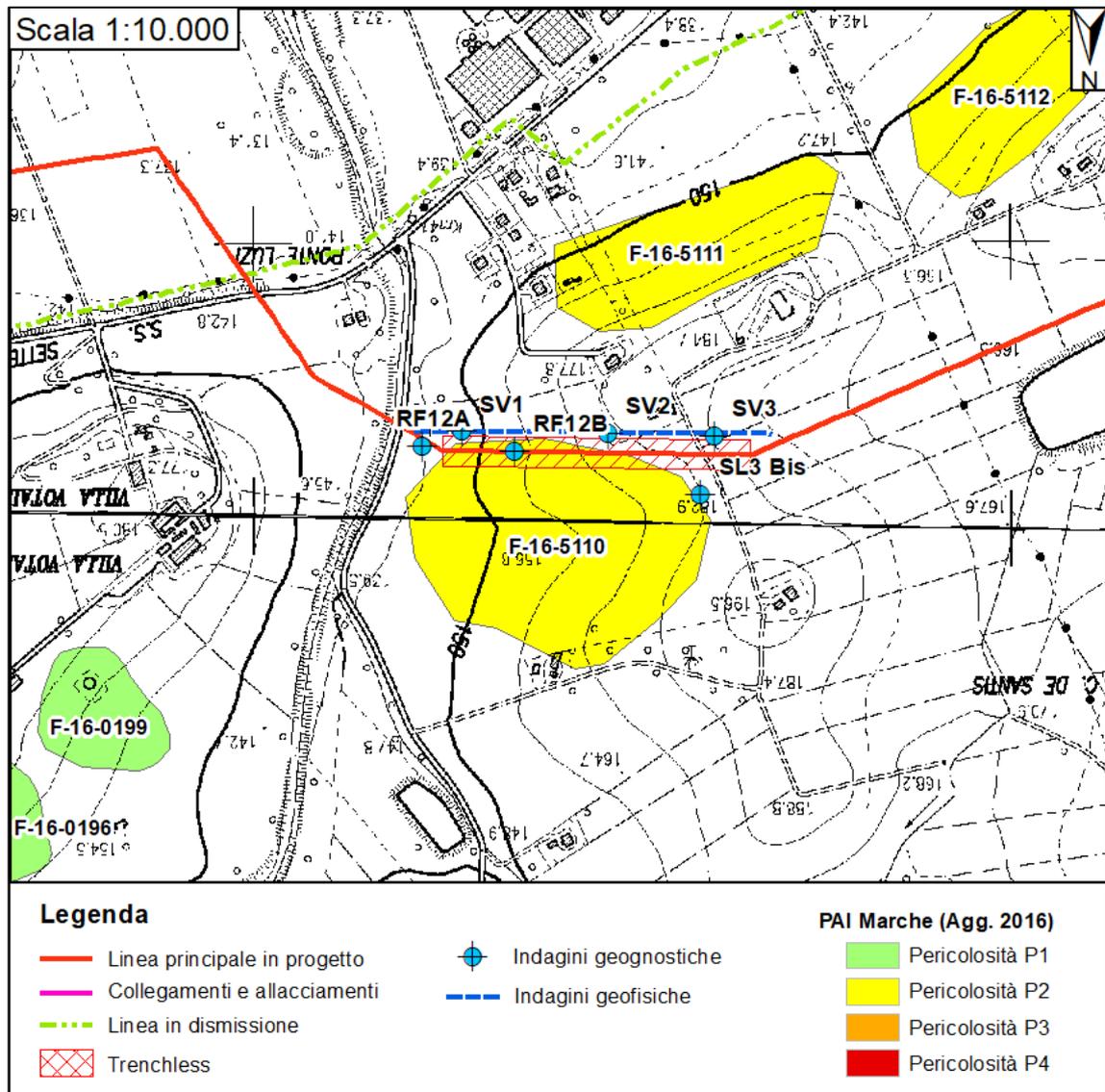


Fig. 6.2.1—A: Area 02: F-16-5110 (Soliflusso)

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 32 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.1.1 Descrizione dell'area

Si tratta di un'area che si sviluppa lungo il versante orientale del rilievo collinare di limitata estensione, in prossimità degli abitati di Ponte Luzi e Votalarca (nel comune di Treia). Questa è rappresentata da un'area PAI censita dall'AdB della Regione Marche, identificata con il codice F-16-5110, e che interferisce con la linea principale in progetto all'incirca tra i km 19-20.

Il dissesto, classificato con Indice di Pericolosità P2 (aree di versante pericolosità media), è rappresentato da un soliflusso (SO) attivo e interessa gran parte del versante orientale a ridosso del torrente Rio Torbido. L'area presenta una forma sub-circolare con lunghezza pari a circa 400 m e larghezza di circa 300 m e interessa un versante a debole pendenza (inferiore al 10%) e profilo superficiale piuttosto regolare.

L'attraversamento dell'area è previsto con metodologia "trenchless" (Microtunnel Votalarca) ad una profondità generalmente comprese tra 15 e 20 m circa dal piano campagna locale.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata nell'Allegato 1 della presente relazione nella sezione A-A' della Tavola N.1.



**Fig. 6.2.1—B: Area 02: PAI F-16-5110. Panoramica del versante interessato.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 33 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.1.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, le ditte TECHNOSOIL, GIT-Service e GEORISORSE, hanno eseguito indagini geognostiche dirette e indirette, consistite in:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con gli identificati SV1, SV2, SV3, RF12A e RF12B, spinti a profondità comprese tra 10 e 25 m dal pc locale.
- n. 1 tomografia sismica in asse con il tracciato denominata ST1.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso il LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI e ISMGEO, ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.2.1—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici, le corrispondenti prove di laboratorio e la tomografia sismica eseguita sono riportati nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici, geofisici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, in genere compresa tra 3-10 m di spessore, di natura limoso argillosa. La coltre di copertura colluviale poggia sulla formazione plio-pleistocenica costituita da argilla-limosa molto consistenti; inizialmente il substrato è rappresentato da uno strato di spessore medio di circa 5-7 m leggermente alterato e decompresso; in particolare è possibile individuare:

#### **Strato 1:** (dal pc sino a 3.0÷10.0 m di profondità)

Limo argilloso debolmente sabbioso da moderatamente consistente a molto consistente (*coltre di copertura*).

- |   |                |           |                   |
|---|----------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,                                   | $\gamma$ =     | 19.3÷20.3 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                 | $c_u$ =        | 100÷200   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (picco)   | $\varphi'$ =   | 24.6÷26.5 | °                 |
| • Coesione intercetta (picco),                      | $c'$ =         | 16÷25.6   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo) | $\varphi'_r$ = | 24.7      | °                 |
| • Coesione intercetta (residua),                    | $c'_r$ =       | CL        | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                             | =              | 19.3÷20.3 |                   |

#### **Strato 2:** (da 3.0÷10.0 m sino a 9.0÷15.0 m di profondità)

Argilla con limo e argilla limosa da molto consistente a dura (*formazione alterata*).

- |  |              |           |                   |
|--|--------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,                          | $\gamma$ =   | 19.9÷21.1 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,        | $c_u$ =      | 200÷250   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | $\varphi'$ = | -         | °                 |
| • Coesione intercetta,                     | $c'$ =       | -         | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                    | =            | CH, ML    |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 34 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 3:** (da 9.0÷15.0 m sino alle massime profondità investigate)

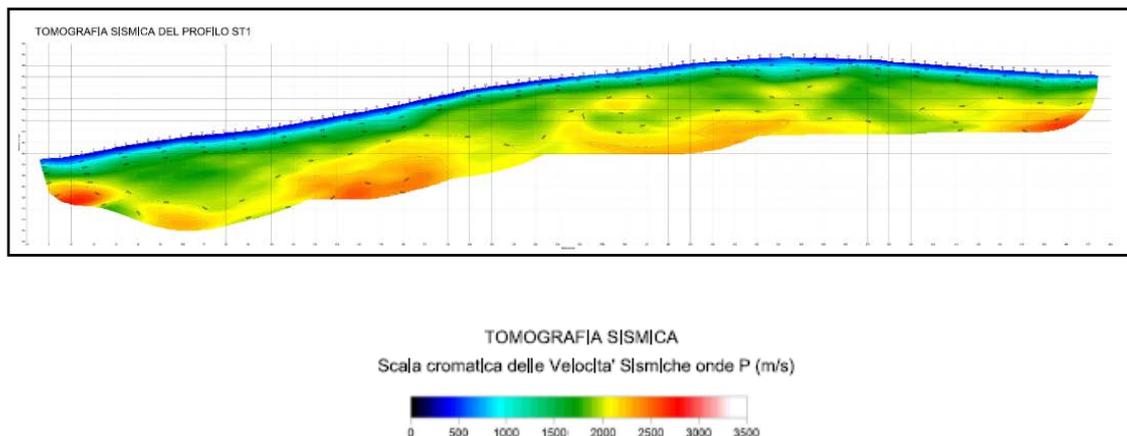
Argilla limosa di colore grigio da molto consistente a dura (*formazione integra*).

- Peso di volume,  $\gamma = 19.4\div 21.4$  kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 250\div 450$  kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\phi' = 24.0$  °
- Coesione intercetta,  $c' = 50.0$  kN/m<sup>2</sup>
- Classificazione USCS, = CL, CH

### Falda acquifera

Nel corso delle campagne geognostiche effettuate non è stata rilevata la falda acquifera.

### Tomografia sismica (ST1)



**Fig. 6.2.1—C: Tomografia sismica ST1: trenchless Votalarca.**

Per quanto attiene la sezione geofisica, il passaggio tra i depositi di copertura ed il substrato litoidale corrisponde approssimativamente alla curva delle isovelocità delle onde di compressione (onde P) di 800-1200 m/sec mentre il passaggio tra la parte alterata o fratturata del substrato e la formazione integra si attesta in prossimità delle isovelocità di 2500 m/sec.

Da quanto sopra descritto, risulta che nel tratto di interferenza con l'area PAI, ovvero quella suscettibile di dissesti, la profondità della trivellazione si attese a profondità di oltre 30 m circa e l'opera in progetto attraversa litotipi dotati di buone caratteristiche geomeccaniche presentando velocità delle onde P comprese tra i 2000 e i 2400 m/sec.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 35 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 6.2.1.1 *Risultati della verifica tecnica di compatibilità*

L'esame della sezione stratigrafica schematica dell'attraversamento dell'area PAI mostra che la *trenchless*, nel tratto di interesse, si trova a profondità comprese tra circa 15-20 m dal piano campagna locale, nella zona centrale, e circa 6 m dal piano campagna nella zona di fondovalle in prossimità del Torrente Rio Torbido. L'opera attraversa quasi interamente la formazione plio-pleistocenica integra, ad una profondità tale da non interferire con la coltre in potenziale dissesto, ad eccezione dell'area di fondovalle, dove la linea attraversa parte della formazione alterata e della coltre di copertura.

La sezione di attraversamento è riportata nelle Tavola N. 1 dell'Allegato 1.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI a codice F-16-5110 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 36 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.2 Area 09: F-19-1602 (P3) – Linea principale

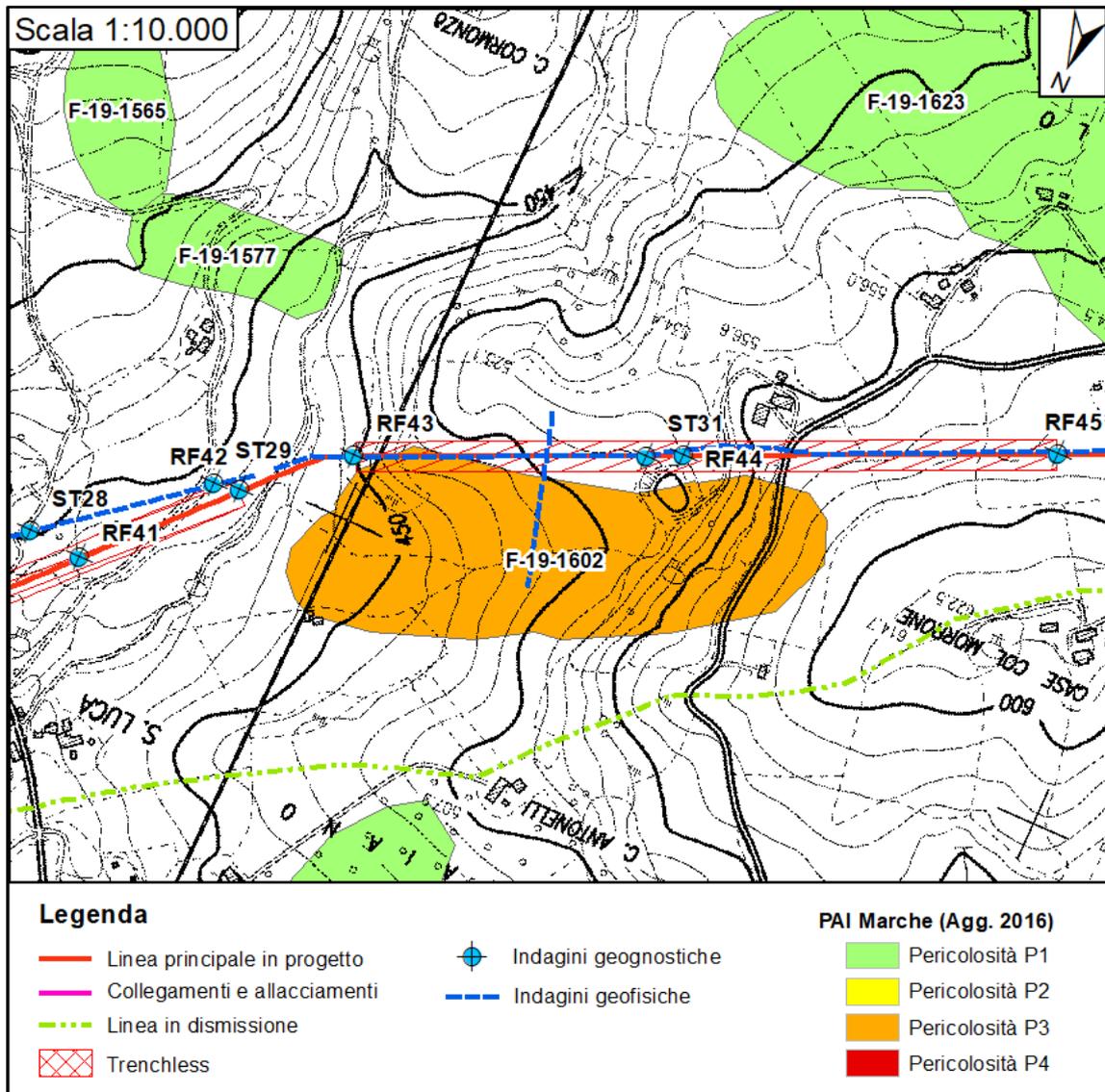


Fig. 6.2.2—A: Area 09: PAI F-19-1602 (Scivolamento).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 37 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.2.1 Descrizione dell'area

Si tratta di un'area che si sviluppa lungo il versante orientale dorsale collinare di San Luca-Col Morrone (comune di Camerino), rappresentata da un'area PAI censita dall'AdB della Regione Marche (F-19-1602) che interferisce con la linea principale in progetto.

L'area PAI, classificata con Indice di Pericolosità P3 (Pericolosità elevata), è rappresentata da un corpo di frana per scivolamento che presenta una forma allungata che si estende per circa 700 m in lunghezza e circa 200 m in larghezza in direzione del versante.

Il versante si presenta un profilo piuttosto irregolare a diversi gradi di pendenza, variando tra l'8% e il 20%.

Il progetto della condotta prevede la realizzazione di un microtunnel (Microtunnel Col Morrone), il cui imbocco è previsto a quota 450 m s.l.m., passando al di sotto del limite esterno dell'area PAI.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata in allegato alla presente relazione rispettivamente nella sezione A-A' della Tavola N. 2.



**Fig. 6.2.2—B:** Area 09: PAI F-19-1602 (P3). Panoramica del versante interessato. La condotta in progetto lambisce, mediante un tratto in sotterraneo (microtunnel), il limite meridionale dell'area visibile sullo sfondo in sinistra della foto.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 38 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.2.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, le ditte METHODO e GIT-Service, hanno eseguito indagini geognostiche dirette e indirette, consistite in:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con gli identificati RF43, RF44, ST31 e RF45, spinti a profondità comprese tra 10 e 15 m dal pc locale;
- n. 2 tomografie sismiche: LN1 (profilo longitudinale in asse con il tracciato) e LN2 (profilo trasversale);
- n. 2 tomografie elettriche: ERT1 (profilo longitudinale) e ERT2 (profilo trasversale).

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso il laboratorio ISMGEO, ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.2.2—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici, le corrispondenti prove di laboratorio e la tomografia sismica eseguita sono riportati nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, compresa tra 5-15 m di spessore, generalmente di natura limoso-argillosa e argilloso-limosa. La coltre di copertura colluviale poggia sulla formazione plio-pleistocenica costituita da argilla limosa e marna argillosa estremamente consistenti; il substrato, inizialmente, si presenta leggermente alterato e decompresso per uno spessore piuttosto variabile lungo tutto il versante; in particolare è possibile individuare:

#### **Strato 1:** (dal pc sino a 5.0÷15.0 m di profondità)

Limo argilloso, argilla limosa e limo sabbioso di origine colluviale di colore marrone molto consistente (*coltre di copertura*).

- |  |                |           |                   |
|--|----------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,  | $\gamma$ =     | 19.4÷21.2 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                                | $c_u$ =        | 100÷150   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(picco)</small>   | $\varphi'$ =   | 21.5÷21.7 | °                 |
| • Coesione intercetta <small>(picco)</small> ,                     | $c'$ =         | 2.0÷30.0  | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(residuo)</small> | $\varphi'_r$ = | 19.8÷20.6 | °                 |
| • Classificazione USCS,  | =              | CL        |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 39 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 2:** (da 5.00÷15.0 m sino a 20.0÷35.0 m di profondità)

Argilla marnosa e marna argillosa di colore grigio scuro estremamente consistente con porzioni in cui è riconoscibile la struttura scagliosa (*formazione alterata*).

- Peso di volume,  $\gamma = 20.7 \div 21.1$  kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 150 \div 250$  kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi' = 24.0$  °
- Coesione intercetta,  $c' = 30.0$  kN/m<sup>2</sup>
- Classificazione USCS, = CL

**Strato 3:** (da 20.0÷35.0 m sino alle massime profondità investigate)

Argilla marnosa e marna argillosa di colore grigio scuro estremamente consistente con porzioni in cui è riconoscibile la struttura scagliosa (*formazione integra*).

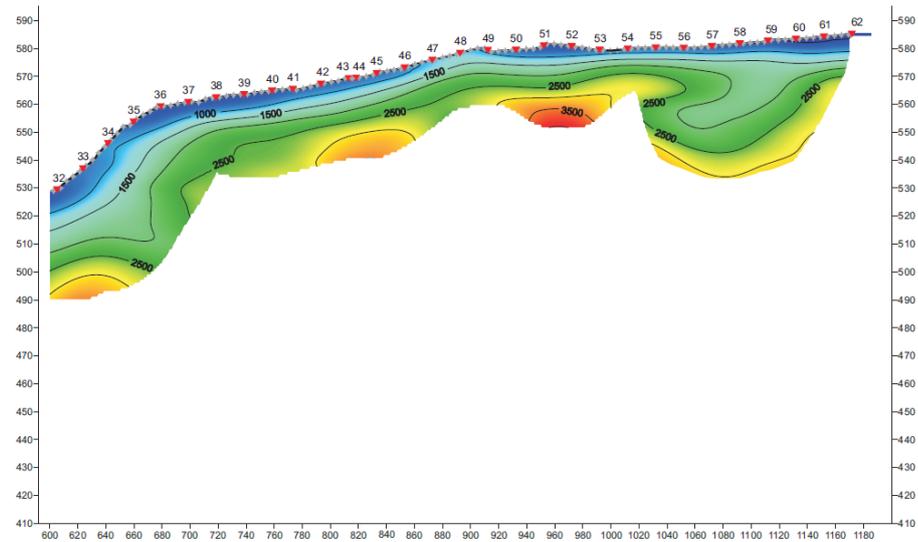
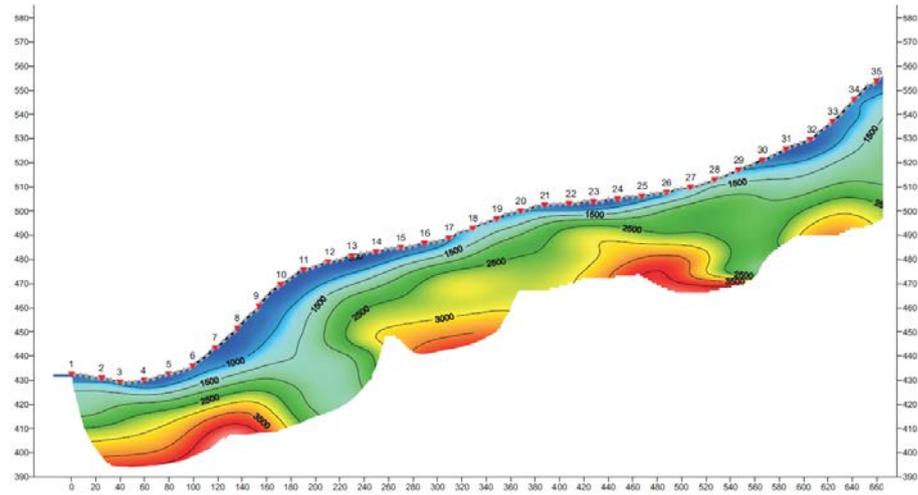
- Peso di volume,  $\gamma = 21.0$  kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 200 \div 250$  kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi' = 24.0$  °
- Coesione intercetta,  $c' = 50.0$  kN/m<sup>2</sup>
- Classificazione USCS, = CL

**Falda acquifera**

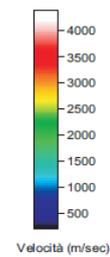
Nel corso delle campagne geognostiche effettuate non è stata rilevata la falda acquifera.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 40 di 119	

### Tomografia sismica

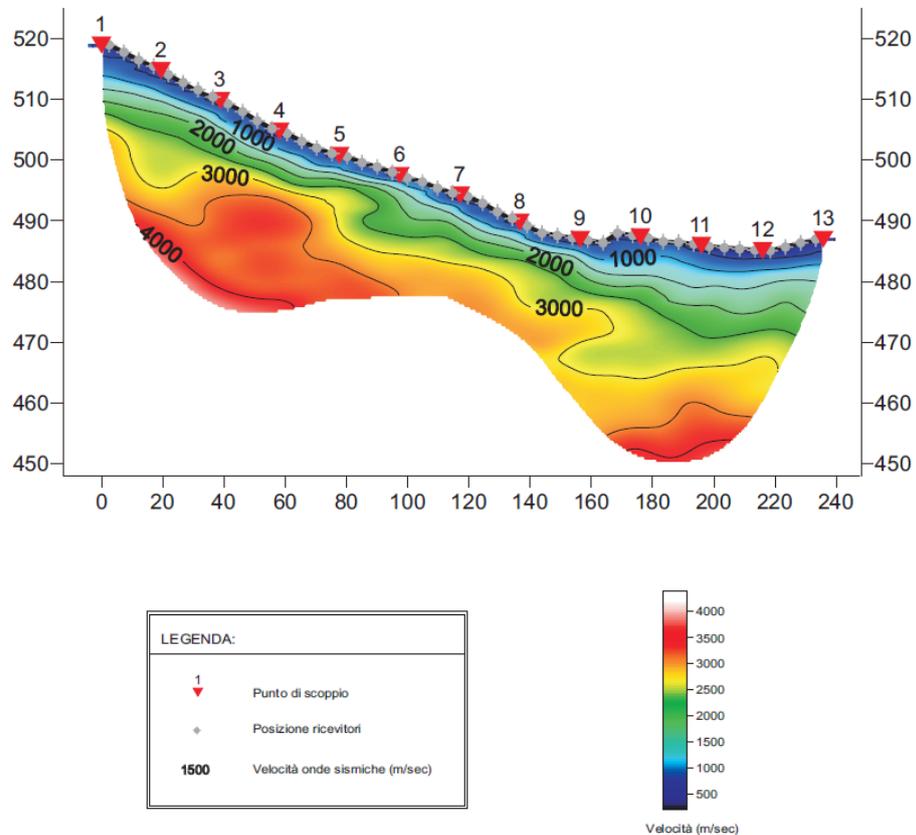


LEGENDA:	
1	Punto di scoppio
♦	Posizione ricevitori
<b>1500</b>	Velocità onde sismiche (m/sec)



**Fig. 6.2.2—C: Tomografia sismica ERT1 (profilo longitudinale): trenchless “Microtunnel Col Morrone”.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 41 di 119 <b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.2.2—D: Tomografia sismica LN2 (profilo trasversale): trenchless “Microtunnel Col Morrone”.**

Per quanto attiene le sezioni geofisiche, il passaggio tra i depositi di copertura ed il substrato litoide corrisponde approssimativamente alla curva delle isovelocità delle onde di compressione (onde P) di 1200-1500 m/sec mentre il passaggio tra la parte alterata o fratturata del substrato e la formazione integra si attesta in prossimità delle isovelocità di 2500 m/sec.

Da quanto sopra descritto, risulta che nel tratto di interferenza con l’area PAI, ovvero quella suscettibile di dissesti, la profondità della trivellazione si attese a profondità di oltre 30 m circa e l’opera in progetto attraversa litotipi dotati di buone caratteristiche geomeccaniche presentando velocità delle onde P comprese tra i 2500 e i 3500 m/sec.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 42 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.2.3 Risultati della verifica tecnica di compatibilità

L'esame delle sezioni stratigrafiche e geofisiche dell'attraversamento dell'area PAI in oggetto mostrano che la *trenchless*, nel tratto di interesse, si trova a profondità comprese tra circa 30-35 m dal pc locale e quindi sicuramente si sviluppa ben al di sotto della coltre di copertura colluviale potenzialmente instabile e completamente all'interno della formazione plio-pleistocenica integra e alterata.

La sezione di attraversamento è riportata nella Tavola N. 2 dell'Allegato 1.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI a codice F-19-1602 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 43 di 119	

### 6.2.3 Area 11: F-16-0126 (P2) – Der. per Macerata DN150 (6")

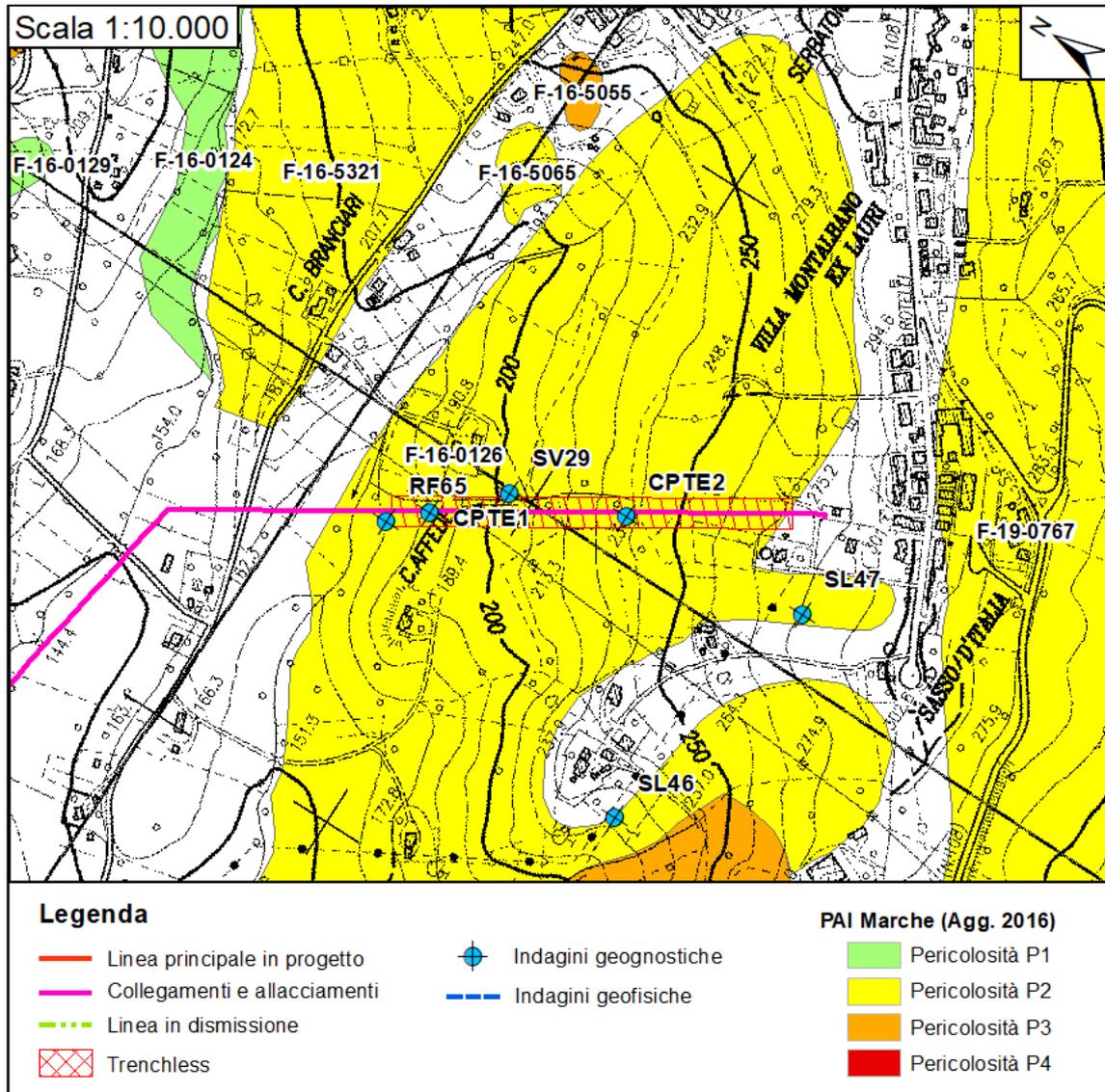


Fig. 6.2.3—A: Area 11: F-16-0126 (Soliflusso).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 44 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.3.1 Descrizione dell'area

Si tratta di un'area che si sviluppa lungo il versante settentrionale del rilievo collinare di Sasso d'Italia che si sviluppa a SO della città di Macerata. Questa è rappresentata da un'area PAI censita dall'AdB della Regione Marche, identificata con il codice F-16-0126, e che interferisce con la linea secondaria in progetto "Derivazione per Macerata, DN150 (6")" all'incirca tra i km 1.9-2.5.

Il dissesto, classificato con Indice di Pericolosità P2 (aree di versante pericolosità media), è rappresentato da un soliflusso (SO) attivo e interessa gran parte del versante coinvolto. L'area presenta una forma piuttosto irregolare con lunghezza massima pari a circa 600 m e larghezza di circa 1300 m e interessa un versante a debole pendenza (mediamente inferiore al 10%) e profilo superficiale piuttosto regolare.

L'attraversamento dell'area viene previsto con metodologia "trenchless" (TOC C. Affede) a profondità mediamente comprese tra 10 e 35 m circa dal piano campagna locale.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata nell'Allegato 1 della presente relazione nella sezione A-A' della Tavola N. 3.



**Fig. 6.2.3—B:** Area 11: PAI F-16-0126 (P2). Panoramica del versante interessato. La freccia arancione indica la direzione dell'opera.

 <b>CLIENTE</b>	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
WBS CLIENTE NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 45 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.3.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, le ditte METHODO e L&R, hanno eseguito delle indagini geognostiche, consistite in:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con gli identificati RF65 e SV29 spinti alle profondità di 15 m dal pc locale;
- n. 2 prove penetrometriche statiche identificate in planimetria con le sigle CPT1 e CPT2, spinte rispettivamente alle profondità di 12.4 e 9.4 m dal pc locale.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso il LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI e il laboratorio ISMGEO, ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.2.3—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici, le corrispondenti prove di laboratorio e la tomografia sismica eseguita sono riportati nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, compresa tra 4-5 m di spessore, generalmente di natura limoso-argillosa e argilloso-limosa. La coltre di copertura colluviale poggia sulla formazione plio-pleistocenica costituita da argilla limosa e marna argillosa estremamente consistenti; il substrato, inizialmente, si presenta leggermente alterato e decompresso per uno spessore piuttosto variabile lungo tutto il versante; in particolare è possibile individuare:

#### **Strato 1:** (dal pc sino a 3.8÷5.6 m di profondità)

Limo argilloso e argilla limosa, talvolta debolmente sabbiosa, moderatamente consistente e con inclusi ghiaiosi millimetrici (*coltre di copertura*).

- |  |                |           |                   |
|--|----------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,  | $\gamma$ =     | 18.0÷19.7 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                                | $c_u$ =        | 50÷150    | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(picco)</small>   | $\varphi'$ =   | 22.5÷26.7 | °                 |
| • Coesione intercetta <small>(picco)</small> ,                     | $c'$ =         | 24.4÷24.5 | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(residuo)</small> | $\varphi'_r$ = | 23.5      | °                 |
| • Classificazione USCS,  | =              | CL        |                   |

#### **Strato 2:** (da 3.8÷5.6 m sino a 8.0÷10.6 m di profondità)

Argilla limosa debolmente marnosa e limo sabbioso consistente (*formazione alterata*).

- |  |              |           |                   |
|--|--------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,                          | $\gamma$ =   | 19.7÷20.5 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,        | $c_u$ =      | 100÷200   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | $\varphi'$ = | 24.0      | °                 |
| • Coesione intercetta,                     | $c'$ =       | 30.0      | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                    | =            | CL        |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 46 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 3:** (da 8.0÷10.6 m sino alle massime profondità investigate)

Argilla limosa debolmente marnosa molto consistente con passaggi sabbiosi grigi ed ocracei (*formazione integra*).

- |  |              |         |                   |
|--|--------------|---------|-------------------|
| • Peso di volume,                          | $\gamma =$   | 20.2    | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,        | $c_u =$      | 200÷250 | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | $\varphi' =$ | 24.0    | °                 |
| • Coesione intercetta,                     | $c' =$       | 50.0    | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                    | $=$          | CL      |                   |

### Falda acquifera

Nel corso delle campagne geognostiche effettuate non è stata rilevata la falda acquifera.

#### 6.2.3.3 Verifica tecnica di compatibilità

Dall'esame delle sezioni stratigrafiche e geofisiche dell'attraversamento dell'area PAI F-16-0126 è possibile affermare che la *trenchless*, nel tratto di interesse, si trova a profondità mediamente comprese tra circa 10-35 m dal pc locale e quindi sicuramente si sviluppa ben al di sotto della coltre di copertura colluviale potenzialmente instabile e completamente all'interno della formazione plio-pleistocenica integra e alterata. Solo in corrispondenza del tratto di imbocco, sito nel fondovalle e del versante, l'opera in progetto interferisce con la coltre di copertura soprastante ma in un contesto caratterizzato da morfologia sub-pianeggiante.

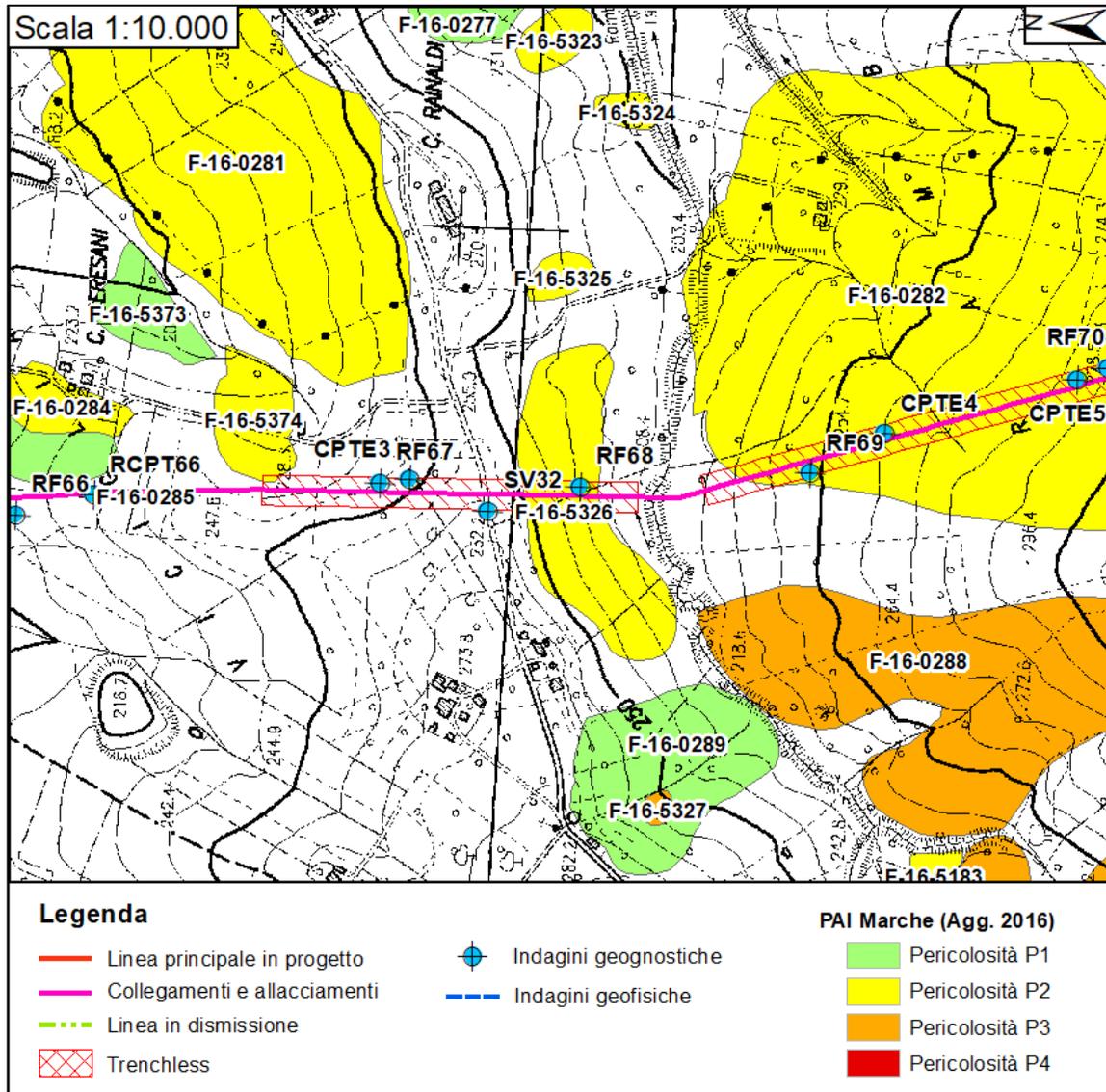
Tenendo in debita considerazione il diametro modesto della condotta, si precisa che i lavori di trivellazione saranno estremamente contenuti e, pertanto, si può escludere che i lavori possano modificare o compromettere le condizioni di stabilità del versante attraversato.

La sezione di attraversamento è riportata nella Tavola N. 3 dell'Allegato 1.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI a codice F-16-0126 esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 47 di 119	

**6.2.4 Area 12: F-16-5326 (P2) – Der. per Tolentino DN200 (8")**



**Fig. 6.2.4—A: Area 12: F-16-5326 (Soliflusso).**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 48 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 6.2.4.1 *Descrizione dell'area*

Si tratta di un'area che attraversa il modesto rilievo collinare allungato in direzione est-ovest, tra gli abitati di C. Rinaldi e C. Ranzuia nel comune di Tolentino; il tracciato della linea secondaria "Derivazione per Tolentino, DN200 (8")" discende verso C. Ceresani, ed interferisce con un'area PAI censita dall'AdB della Regione Marche ubicata lungo il versante meridionale che discende verso il Fosso Rambona.

L'area PAI, con codice F-16-5326 e indice di pericolosità P2 (pericolosità media), è rappresentata da un movimento franoso che interessa gran parte del versante meridionale che discende verso il Fosso Rambona. Il corpo di frana è stato catalogato come soliflusso attivo e presenta una forma generale vagamente allungata perpendicolarmente al versante; infatti, il dissesto presenta una lunghezza media di circa 100 m ed una larghezza di circa 450 m. Il versante interessato mostra una pendenza media del 15% e un profilo di superficie piuttosto regolare.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata in allegato alla presente relazione rispettivamente nelle sezioni A-A' della Tavole N. 4.



**Fig. 6.2.4—B: Area 12: PAI (F-16-5326). Panoramica del versante interessato.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 49 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 6.2.4.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, le ditte METHODO e L&R, hanno eseguito delle indagini geognostiche, consistite in:

- n. 1 prova penetrometrica statica con punta meccanica, identificata in planimetria con CPT3, spinta sino alla profondità massima di 14 m dal pc locale;
- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con RF67, RF68 e SV32, spinti fino ad una profondità rispettivamente di 15 e 20 m dal pc locale.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso il laboratorio ISMGEO e il LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI, ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.2.4—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici, le corrispondenti prove di laboratorio e la tomografia sismica eseguita sono riportati nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, in genere di circa 2.5 m di spessore, di natura prevalentemente argilloso limosa. La coltre di copertura colluviale poggia sulla formazione plio-pleistocenica costituita da argilla limosa marnosa molto consistente; inizialmente il substrato è rappresentato da uno strato di circa 3÷7 m di spessore leggermente alterato e decompresso; in particolare è possibile individuare:

**Strato 1:** (da assente sino a circa 2.5 m di profondità)

Argilla limosa compatta (*coltre di copertura*).

- |   |             |            |                   |
|---|-------------|------------|-------------------|
| • Peso di volume,                                   | $\gamma$ =  | 20.4÷20.9  | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                 | $c_u$ =     | 100÷200    | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (picco)   | $\phi'$ =   | 21.5÷23.7  | °                 |
| • Coesione intercetta (picco),                      | $c'$ =      | 41.0÷50.0  | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo) | $\phi'_r$ = | 18.8       | °                 |
| • Classificazione USCS,                             | =           | CH, CL, MH |                   |

**Strato 2:** (da 0.0÷2.5 m sino a 5.0÷8.0 m di profondità)

Argilla limoso-sabbiosa di colore marrone o nocciola molto consistente (*formazione alterata*).

- |   |            |            |                   |
|---|------------|------------|-------------------|
| • Peso di volume,                                 | $\gamma$ = | 20.1÷21.0  | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,               | $c_u$ =    | 200÷250    | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (picco) | $\phi'$ =  | 24         | °                 |
| • Coesione intercetta (picco),                    | $c'$ =     | 30         | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                           | =          | CH, CL, ML |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 50 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 3:** (da 5.0÷8.0 m sino alle massime profondità investigate)

Argilla limosa marnosa di colore grigio scuro molto consistente (*formazione integra*).

- |  |          |   |           |                   |
|--|----------|---|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,                          | $\gamma$ | = | 20.6÷21.0 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,        | $c_u$    | = | 250÷350   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | $\phi'$  | = | 24        | °                 |
| • Coesione intercetta,                     | $c'$     | = | 50        | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                    |          | = | CL, CH    |                   |

#### Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica non è stata rilevata la presenza di venute idriche sino alle massime profondità investigate.

#### 6.2.4.3 Risultati della verifica tecnica di compatibilità

Dall'esame delle sezioni stratigrafiche dell'attraversamento dell'area PAI F-16-5326 è possibile affermare che la *trenchless*, nel tratto di interesse, si trova a profondità comprese tra circa 14-45 m dal pc locale e quindi sicuramente si sviluppa ben al di sotto della coltre di copertura colluviale potenzialmente instabile e completamente all'interno della formazione plio-pleistocenica integra e alterata.

Tenendo anche in considerazione il modesto diametro della condotta in progetto, si precisa che i lavori di trivellazione saranno estremamente contenuti e, pertanto, si può escludere che i lavori possano modificare o compromettere le condizioni di stabilità del versante attraversato.

La sezione di attraversamento è riportata nella Tavola N. 4 dell'Allegato 1.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nelle percorrenze dell'area PAI (codice F-16-5326), a pericolosità media (P2), esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 51 di 119	

6.2.5 **Area 13: F-16-0282 (P2) – Der. per Tolentino DN200 (8")**

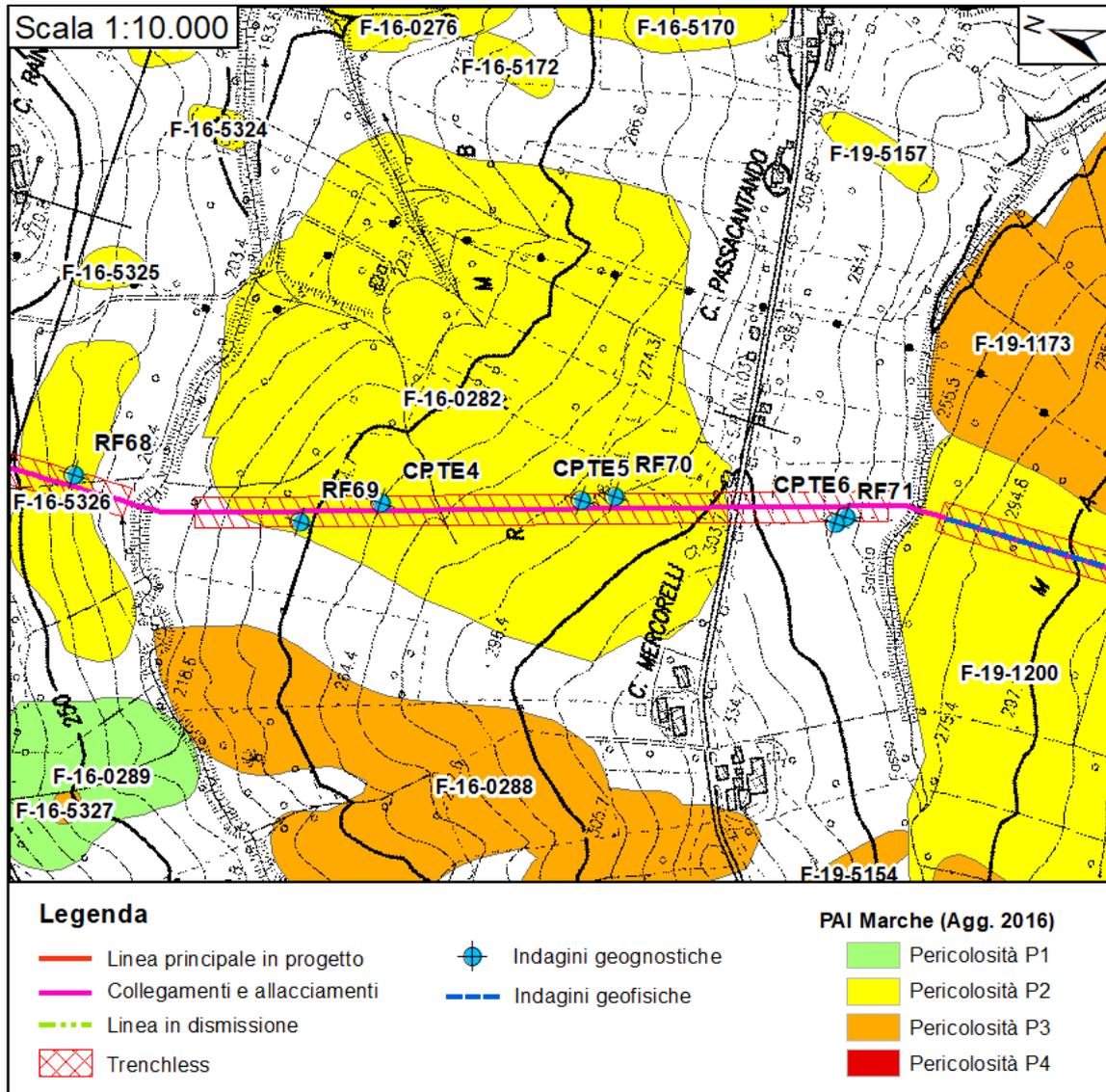


Fig. 6.2.5—A: **Area 13: F-16-0282 (Soliflusso).**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 52 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.5.1 Descrizione dell'area

Si tratta di un'area che attraversa il modesto rilievo collinare allungato in direzione est-ovest, tra gli abitati di C. Mercorelli e C. Passacantando nel comune di Tolentino; il tracciato della linea secondaria "Derivazione per Tolentino, DN200 (8")" interferisce con un'area PAI censita dall'AdB della Regione Marche ubicata sul versante settentrionale del rilievo che discende verso il Fosso Rambona.

L'area PAI, con codice F-16-0282 e classificato con Indice di Pericolosità P2 (aree di versante pericolosità media), è rappresentata da un soliflusso (SO) attivo e interessa gran parte del versante coinvolto. L'area presenta una forma trapezoidale con lunghezza pari a circa 650 m e larghezza di circa 630 m e interessa un versante a debole pendenza (mediamente inferiore al 10%) e profilo superficiale piuttosto ondulato.

L'attraversamento della presente area viene previsto con metodologia "trenchless" (TOC Mercorelli) a profondità variabile e generalmente comprese tra 15 e 65 m circa dal piano campagna locale.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata nell'Allegato 1 della presente relazione nella sezione A-A' della Tavola N. 5.



**Fig. 6.2.5—B: Area 13: F-16-0282 (P2). Panoramica del versante interessato. In primo piano il Fosso Rambona; la freccia arancione indica, dall'area d'imbocco, la direzione della TOC in progetto.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 53 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.5.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, le ditte METHODO e L&R, hanno eseguito delle indagini geognostiche, consistite in:

- n. 2 prove penetrometriche statiche con punta meccanica, identificate in planimetria con CPTE4, CPTE5 e CPTE6 spinte rispettivamente alle profondità di 8.1, 8.1 e 7.4 m dal pc locale;
- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con le sigle RF69, RF70 e RF71, spinto fino ad una profondità di 30 m dal pc locale.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso il laboratorio ISMGEO ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.2.5—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici, le corrispondenti prove di laboratorio e la tomografia sismica eseguita sono riportati nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, con spessore da 4.5-6 m, di natura argilla limosa marnosa consistente. La coltre di copertura colluviale poggia sulla formazione plio-pleistocenica costituita da argilla limosa e limo argilloso molto consistente; inizialmente il substrato è rappresentato da uno strato di spessore compreso tra 4-8 m leggermente alterato e decompresso; in particolare è possibile individuare:

#### **Strato 1:** (dal pc sino a 4.5÷6.5 m di profondità)

Argilla limosa marnosa, talvolta con livelli centimetrici di sabbia, moderatamente consistente (*coltre di copertura*).

- |  |                |           |                   |
|--|----------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,  | $\gamma$ =     | 19.6÷20.2 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                                | $c_u$ =        | 100÷150   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(picco)</small>   | $\varphi'$ =   | 27.4      | °                 |
| • Coesione intercetta <small>(picco)</small> ,                     | $c'$ =         | 9÷14      | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(residuo)</small> | $\varphi'_r$ = | 21.0÷25.2 | °                 |
| • Classificazione USCS,  | =              | CH, CL    |                   |

#### **Strato 2:** (da 4.5÷6.5 m sino a 10.0÷12.0 m di profondità)

Argilla limosa marnosa e limo argilloso a tratti sabbioso di colore bruno grigiastro, molto consistente (*formazione alterata*).

- |  |              |           |                   |
|--|--------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,                          | $\gamma$ =   | 19.7÷21.7 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,        | $c_u$ =      | 100÷250   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | $\varphi'$ = | 24.0      | °                 |
| • Coesione intercetta,                     | $c'$ =       | 30.0      | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                    | =            | CH-CL     |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 54 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 3:** (da 10.0÷12.0 m sino alle massime profondità investigate)

Argilla limosa marnosa di colore grigio, molto consistente (*formazione integra*).

- Peso di volume,  $\gamma = 20.3 \div \text{kN/m}^3$
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 100 \div \text{kN/m}^2$
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi' = 24.0^\circ$
- Coesione intercetta,  $c' = 50.0 \text{ kN/m}^2$
- Classificazione USCS,  $= \text{CL}$

#### **Falda acquifera**

Nel corso della campagna geognostica non è stata rilevata la presenza di venute idriche sino alle massime profondità investigate.

#### **6.2.5.3 Verifica tecnica di compatibilità**

Dall'esame della sezione stratigrafica schematica dell'attraversamento è possibile affermare che l'area PAI con codice F-16-0282 viene attraversata interamente nella formazione plio-pleistocenica integra a profondità comprese tra circa 15-65 m dal pc locale, quindi a quote tali da non interferire con la coltre in potenziale dissesto.

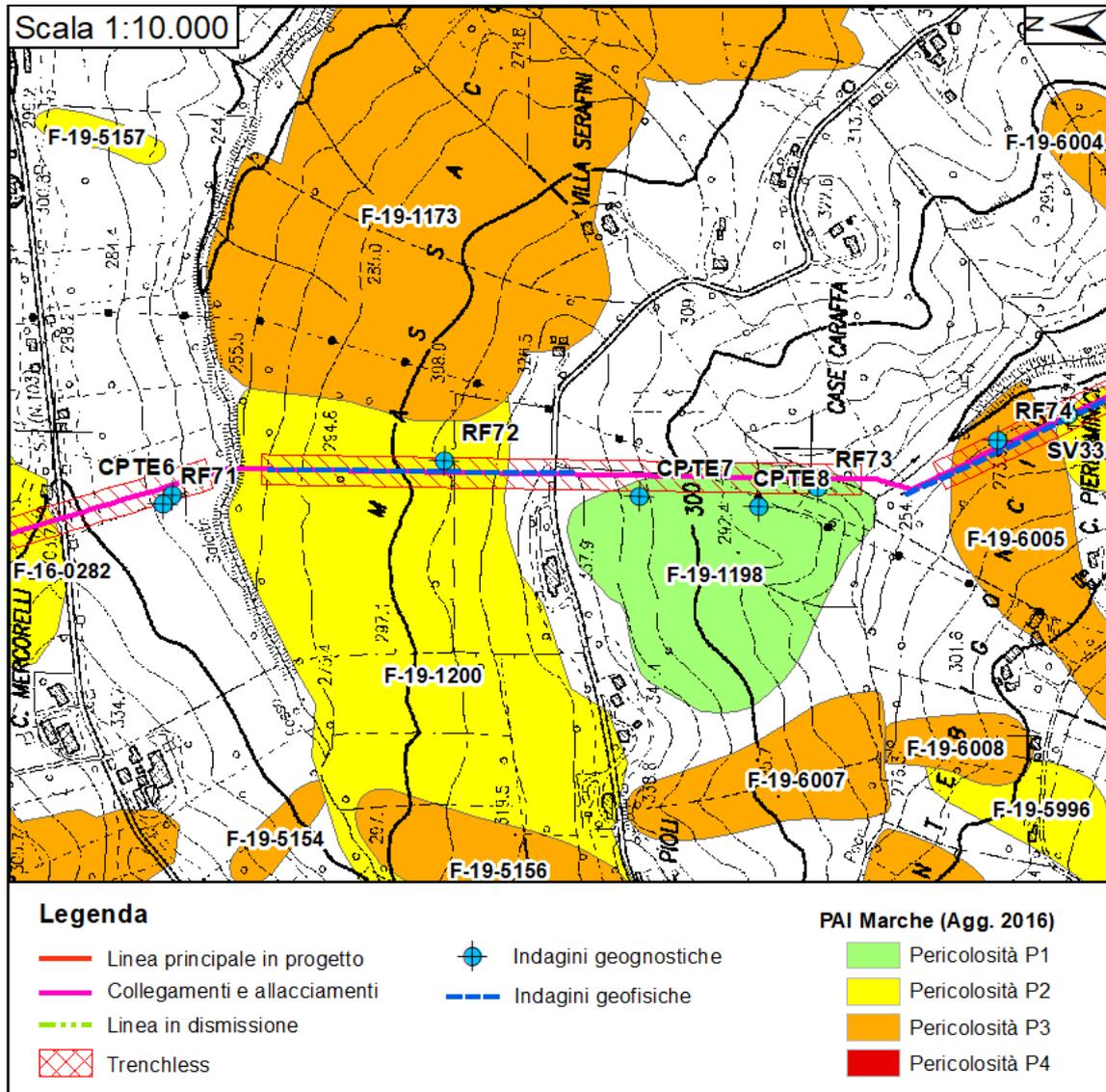
Inoltre, considerato il modesto diametro della condotta, si può affermare che i lavori di trivellazione saranno estremamente contenuti e, pertanto, si può escludere che questi possano modificare o compromettere le condizioni di stabilità del versante attraversato.

Le sezioni di attraversamento sono riportate nella Tavola N. 5 dell'Allegato 1.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI a codice F-16-11527, a pericolosità media (P2), esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 55 di 119	

**6.2.6 Aree 14-15: F-19-1200 (P2), F-19-1198 (P1) – Der. per Tolentino DN200 (8")**



**Fig. 6.2.6—A: Aree 14-15: F-19-1200 (Scivolamento), F-19-1198 (Soliflusso).**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 56 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.6.1 Descrizione dell'area

Il tracciato della linea secondaria “Derivazione per Tolentino, DN200 (8”)” interferisce con due aree PAI censite dall’AdB della Regione Marche ubicate rispettivamente sui versanti settentrionale e meridionale.

Lungo il versante settentrionale, in prossimità della località Massaccio, l’opera in progetto interferisce con l’area PAI F-19-1200, classificata con Indice di Pericolosità P2 (aree di versante pericolosità media); il dissesto coinvolge gran parte del versante che discende verso il Fosso Salcito ed è rappresentata da uno scivolamento (SC) quiescente. L’area presenta una forma trapezoidale con lunghezza pari a circa 350 m e larghezza di circa 530 m e interessa un versante a debole pendenza (mediamente inferiore al 10%) e profilo superficiale piuttosto regolare.

Lungo il versante meridionale, l’opera in progetto interferisce con l’area PAI F-19-1198, classificata con Indice di Pericolosità P1 (aree di versante a pericolosità media) ed è rappresentata da un movimento franoso per colamento. Il corpo di frana presenta una forma sub-circolare, con lunghezza di 400 m circa e larghezza di circa 330 m. Il versante interessato da tale dissesto mostra una pendenza media di circa il 10% e un profilo di superficie piuttosto regolare.

L’attraversamento delle presenti aree viene previsto con metodologia “*trenchless*” (TOC Case Caraffa) a profondità variabili sui due versanti ed in grado di raggiungere i 100 m circa dal piano campagna locale.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata nell’Allegato 1 della presente relazione nella sezione A-A’ della Tavola N. 6.



**Fig. 6.2.6—B: Area 25: F-19-1200 (P2). Panoramica del versante interessato.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 57 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.6.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, le ditte METHODO, L&R e GEORISORSE, hanno eseguito delle indagini geognostiche e geofisiche, consistite in:

- n. 2 prove penetrometriche statiche con punta meccanica, identificate in planimetria con CPTE7 e CPTE8 spinte rispettivamente alle profondità di 7.6 e 6.3 m dal pc locale;
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con le sigle RF72 e RF73, spinti fino ad una profondità di 30 m dal pc locale;
- n. 1 tomografia sismica in asse con il tracciato denominata ST4.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso il laboratorio ISMGEO ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.2.6—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici, le corrispondenti prove di laboratorio e la tomografia sismica eseguita sono riportati nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, con spessore da 4-6 m, di natura argillosa limosa marnosa da poco consistente a consistente. La coltre di copertura colluviale poggia sulla formazione plio-pleistocenica costituita da argilla limosa con livelli sabbiosi molto consistente; inizialmente il substrato è rappresentato da uno strato di spessore compreso tra 3.5-6.8 m leggermente alterato e decompresso; in particolare è possibile individuare:

#### **Strato 1:** (dal pc sino a 4.0÷6.0 m di profondità)

Argilla limosa debolmente marnosa, da poco a molto consistente (*coltre di copertura*).

- |   |                |           |                   |
|---|----------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,                                   | $\gamma$ =     | 19.2÷19.7 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                 | $c_u$ =        | 50÷150    | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (picco)   | $\varphi'$ =   | 27.2÷28.4 | °                 |
| • Coesione intercetta (picco),                      | $c'$ =         | 20.0      | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo) | $\varphi'_r$ = | 14.5      | °                 |
| • Classificazione USCS,                             | =              | CH, CL    |                   |

#### **Strato 2:** (da 4.0÷6.0 m sino a 9.0÷10.5 m di profondità)

Argilla limosa marnosa con livelli sabbiosi, molto consistente (*formazione alterata*).

- |  |              |           |                   |
|--|--------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,                          | $\gamma$ =   | 19.4÷20.1 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,        | $c_u$ =      | 100÷200   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace, | $\varphi'$ = | 25.4      | °                 |
| • Coesione intercetta,                     | $c'$ =       | 12.0      | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,                    | =            | CH, CL    |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 58 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 3:** (da 9.0÷10.5 m sino alle massime profondità investigate)

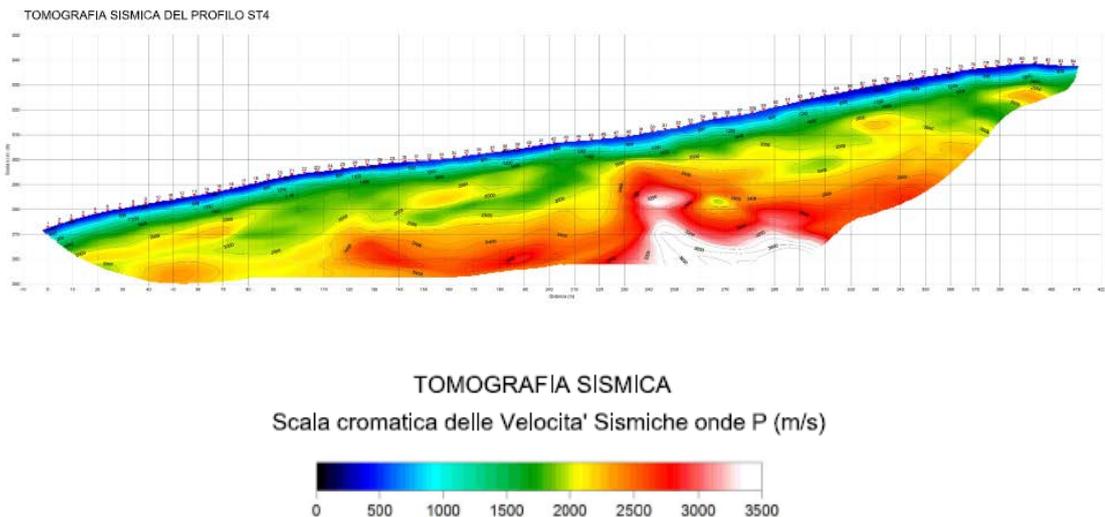
Argilla limosa marnosa di colore grigio con livelli calcisiltitici, molto consistente (*formazione integra*).

- Peso di volume,  $\gamma$  = 20 kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u$  = 100÷250 kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\phi'$  = 24 °
- Coesione intercetta,  $c'$  = 50 kN/m<sup>2</sup>
- Classificazione USCS, = CH

#### Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica non è stata rilevata la presenza di venute idriche sino alle massime profondità investigate.

#### Tomografia sismica (ST4)



**Fig. 6.2.6—C: Tomografia sismica ST4 (profilo longitudinale): trenchless “TOC Case Caraffa”.**

Per quanto attiene la sezione geofisica, il passaggio tra i depositi di copertura ed il substrato litoide corrisponde approssimativamente alla curva delle isovelocità delle onde di compressione (onde P) di 400-800 m/sec mentre il passaggio tra la parte alterata o fratturata del substrato e la formazione integra si attesta in prossimità delle isovelocità di 1600 m/sec.

Da quanto sopra descritto, risulta che nel tratto di interferenza con l'area PAI, ovvero quella suscettibile di dissesti, la profondità della trivellazione si attese generalmente a profondità di oltre 50 m circa e l'opera in progetto attraversa litotipi dotati di buone caratteristiche geomeccaniche presentando velocità delle onde P che superano i 2000 m/sec.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 59 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.6.3 Risultati della verifica tecnica di compatibilità

Dall'esame della sezione stratigrafica schematica dell'attraversamento è possibile affermare che:

- l'area PAI con codice F-19-1200, ubicata sul versante settentrionale viene attraversata dall'opera in progetto quasi interamente all'interno della formazione plio-pleistocenica integra a profondità comprese tra circa 10-100 m dal pc locale, quindi a quote tali da non interferire con la coltre in potenziale dissesto;
- l'area PAI con codice F-19-1198, ubicata sul versante meridionale, viene attraversata dall'opera in *trenchless* per gran parte all'interno della formazione integra e solo in prossimità dell'area di fondovalle intercettando la formazione alterata e la coltre di copertura, comunque in un contesto morfologico caratterizzato da un andamento sub-pianeggiante in prossimità del Rio Pace.

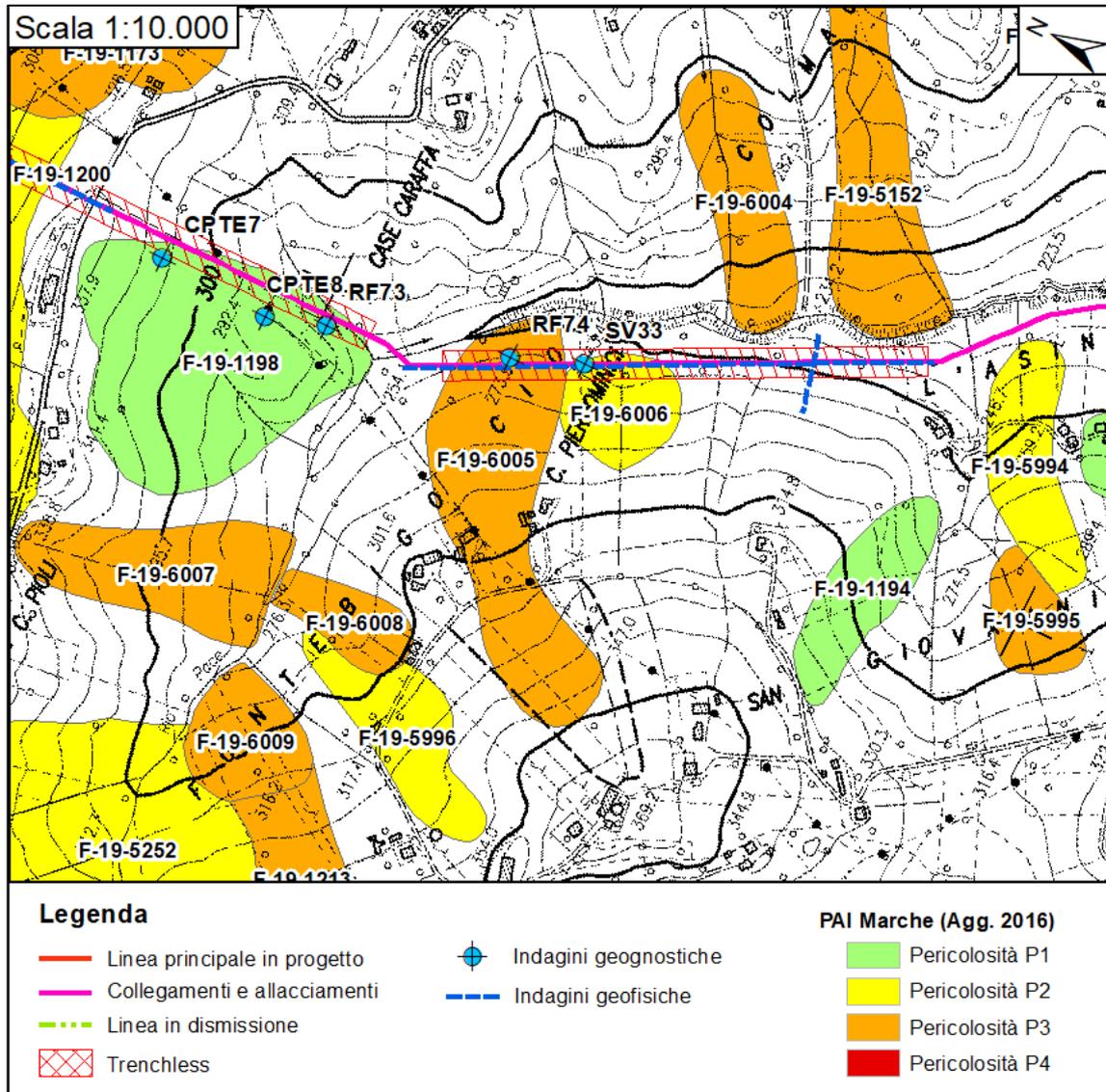
Inoltre, considerato il modesto diametro della condotta, si può affermare che i lavori di trivellazione saranno estremamente contenuti e, pertanto, si può escludere che questi possano modificare o compromettere le condizioni di stabilità dei versanti attraversati.

Le sezioni di attraversamento sono riportate nella Tavola N. 6 dell'Allegato 1.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nelle percorrenze dell'area PAI a codice F-16-1200, a pericolosità media (P2), e dell'area PAI a codice F-19-1198, a pericolosità moderata (P1) esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate. esistano le condizioni di compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di stabilità dell'area analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 60 di 119	

**6.2.7 Aree 16-17: F-19-6005 (P3), F-19-6006 (P2) – Der. per Tolentino DN200 (8'')**



**Fig. 6.2.7—A: Aree 16-17: F-19-6005 (Scivolamento) e F-29-6006 (Soliflusso).**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 61 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.7.1 Descrizione dell'area

Il tracciato della linea secondaria “Derivazione per Tolentino, DN200 (8”)”, in prossimità del torrente Rio Pace, interferisce con due aree PAI censite dall’AdB della Regione Marche che discendono dal versante orientale del rilievo.

Il primo dissesto incontrato, con codice F-19-6005, è rappresentato da un corpo di frana per scivolamento con indice di pericolosità P3 (pericolosità elevata); questo presenta una forma allungata in direzione del versante, con una lunghezza di circa 530 m ed una larghezza di circa 170 m, ed interferisce con l’opera in progetto in corrispondenza della zona di accumulo.

Il secondo dissesto, con codice F-19-6006, è rappresentato da un corpo di frana superficiale (soliflusso) con indice di pericolosità P2 (pericolosità moderata); l’area presenta una forma sub-circolare con una lunghezza e larghezza di circa 170 m ed interferisce anch’esso con l’opera in progetto nella zona di accumulo ai piedi del versante.

L’attraversamento delle presenti aree viene previsto con metodologia “*trenchless*” (TOC l’Asinina) a profondità variabili sui due versanti e mediamente comprese tra 11-36 m circa dal piano campagna locale.

La sezione stratigrafica di attraversamento è riportata nell’Allegato 1 della presente relazione nella sezione A-A’ della Tavola N. 7.



**Fig. 6.2.7—B:** Aree 16-17: F-19-6005 (P3) e F-19-6006 (P2). Panoramica del versante interessato.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 62 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.2.7.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, le ditte METHODO, L&R e GEORISORE hanno eseguito delle indagini geognostiche, consistite in:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con le sigle RF74 e SV33, spinti rispettivamente alle profondità di 15 e 17 m dal pc locale;
- n. 2 tomografie sismiche: ST5 (profilo longitudinale in asse con il tracciato) e ST6 (profilo trasversale).

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso il LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI e il laboratorio ISMGEO, ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.2.7—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici, le corrispondenti prove di laboratorio e la tomografia sismica eseguita sono riportati nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura di origine colluviale, di spessore compresa tra 3.6-4.0 m, di limo argilloso e argilla limosa. La coltre di copertura colluviale poggia sulla formazione plio-pleistocenica costituita da limi-argillosi sabbiosi e argilla limosa consistente; inizialmente il substrato è rappresentato da uno strato di spessore compreso tra 4.5-8 m leggermente alterato e decompresso; in particolare è possibile individuare:

#### **Strato 1:** (dal pc sino a 3.6÷4.0 m di profondità)

Limo argilloso e argilla limosa debolmente sabbiosi di colore nocciola-grigiastro, da poco a mediamente consistente (*coltre di copertura*).

- |  |                |         |                   |
|--|----------------|---------|-------------------|
| • Peso di volume,  | $\gamma$ =     | 20.5    | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                                | $c_u$ =        | 100÷150 | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(picco)</small>   | $\varphi'$ =   | 22.7    | °                 |
| • Coesione intercetta <small>(picco)</small> ,                     | $c'$ =         | 39      | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(residuo)</small> | $\varphi'_r$ = | 18.5    | °                 |
| • Coesione intercetta <small>(residua)</small> ,                   | $c'_r$ =       | CL      | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,  | =              | 20.5    |                   |

#### **Strato 2:** (da 3.6÷4.0 m sino a 8.0÷10.2 m di profondità)

Argilla limosa e limo argilloso, talora sabbioso, di colore da nocciola giallastro a grigiastro, da mediamente consistente a molto consistente (*formazione alterata*).

- |  |              |           |                   |
|--|--------------|-----------|-------------------|
| • Peso di volume,  | $\gamma$ =   | 21.2÷21.3 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata,                              | $c_u$ =      | 200÷300   | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace <small>(picco)</small> | $\varphi'$ = | 24        | °                 |
| • Coesione intercetta <small>(picco)</small> ,                   | $c'$ =       | 30        | kN/m <sup>2</sup> |
| • Classificazione USCS,  | =            | CH        |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 63 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 3:** (da 8.0÷10.2 m sino alle massime profondità investigate)

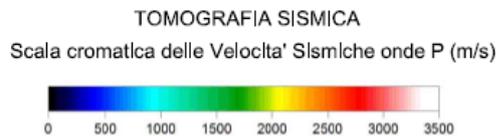
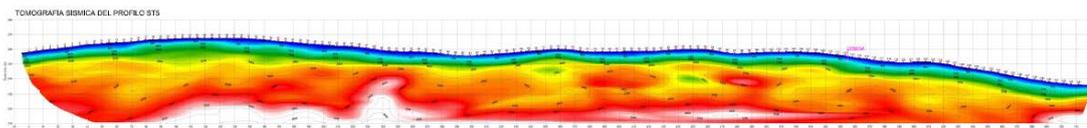
Argilla sabbiosa e argilla limosa marnosa di colore marrone-grigiastro e grigio, molto consistente (*formazione integra*).

- Peso di volume,  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 250\div300 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\phi' = 24^\circ$
- Coesione intercetta,  $c' = 50 \text{ kN/m}^2$

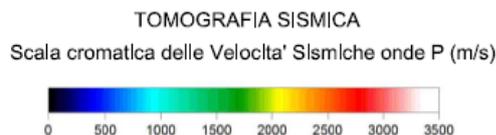
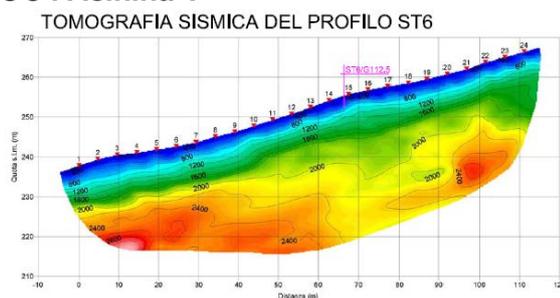
### Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica non è stata rilevata la presenza di venute idriche sino alle massime profondità investigate.

### Tomografie sismiche (ST5 e ST6)



**Fig. 6.2.7—C: Tomografia sismica ST5 (profilo longitudinale): trenchless “TOC l’Asinina”.**



**Fig. 6.2.7—D: Tomografia sismica ST6 (profilo trasversale): trenchless “TOC l’Asinina”.**

Per quanto attiene le sezioni geofisiche, il passaggio tra i depositi di copertura ed il substrato litoide corrisponde approssimativamente alla curva delle isovelocità delle

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 64 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

onde di compressione (onde P) di 800-1200 m/sec mentre il passaggio tra la parte alterata o fratturata del substrato e la formazione integra si attesta in prossimità delle isovelocità di 2000 m/sec.

Da quanto sopra descritto, risulta che nel tratto di interferenza con l'area PAI, ovvero quella suscettibile di dissesti, la profondità della trivellazione si attesa a profondità di generalmente comprese oltre i 30 m circa e l'opera in progetto attraversa litotipi dotati di buone caratteristiche geomeccaniche presentando velocità delle onde P superiori ai 2500 m/sec.

#### 6.2.7.3 *Risultati della verifica tecnica di compatibilità*

Dall'esame della sezione stratigrafica schematica dell'attraversamento delle aree PAI è possibile affermare che la *trenchless*, nei tratti di interesse, si trova a profondità comprese tra circa 12-40 m dal pc locale. L'opera attraversa la base del versante interamente nella formazione plio-pleistocenica integra, ad una profondità tale da non interferire con la coltre in potenziale dissesto.

La sezione di attraversamento è riportata nelle Tavola N. 7 dell'Allegato 1.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nelle percorrenze delle aree PAI F-19-6005 (P3) e F-19-6006 (P2) esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 65 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3 Interferenze con attraversamenti con scavi a cielo aperto

In questo paragrafo sono riportate le verifiche eseguite su ogni singola interferenza delle condotte in progetto con le aree PAI.

Ciascuna scheda comprende:

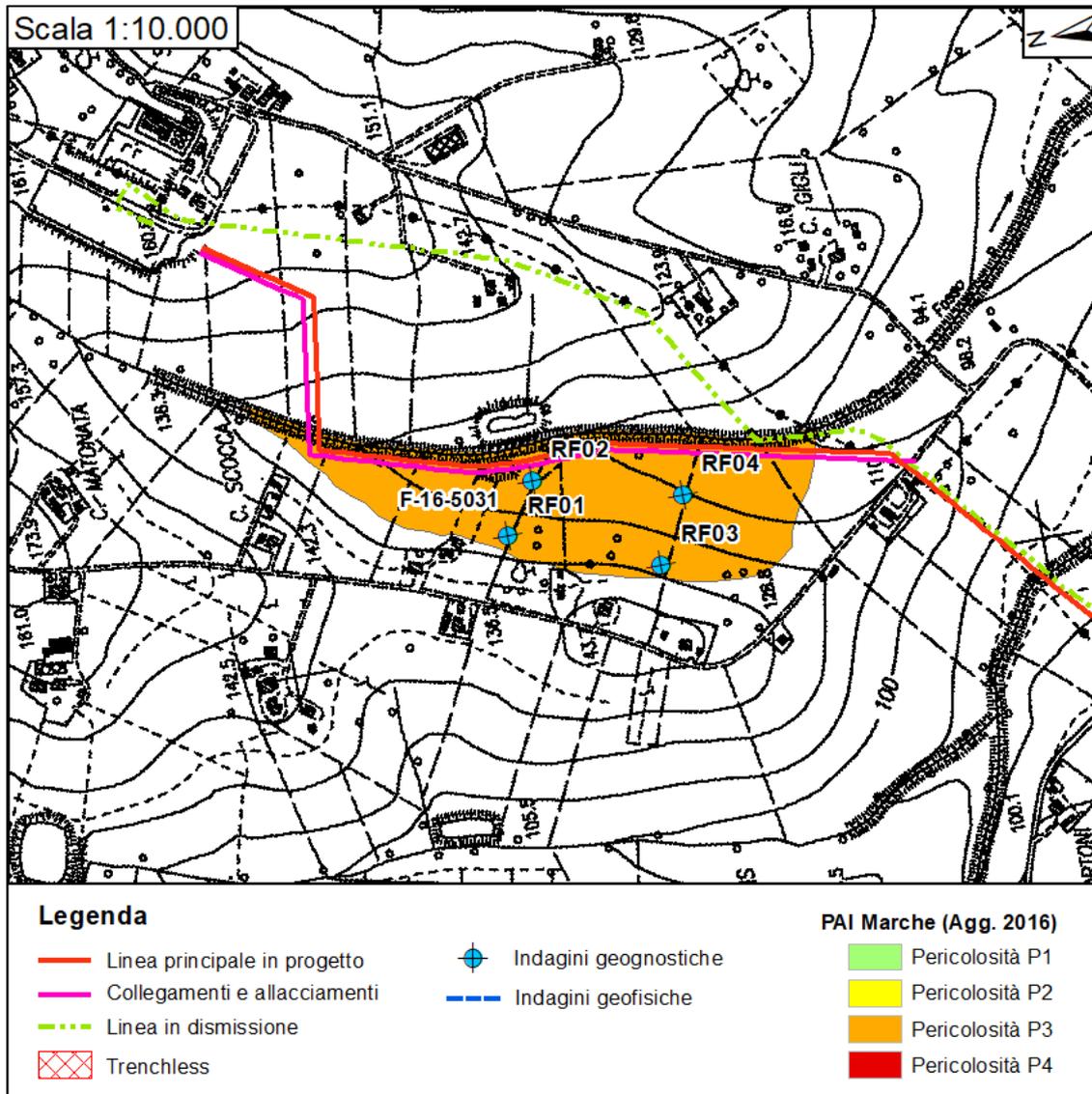
- stralcio planimetrico dell'area;
- descrizione dell'area nel tratto interessato dalle linee in progetto e/o in dismissione;
- immagine fotografica rappresentativa del tratto interessato dalle linee in progetto e/o in dismissione;
- indicazione degli interventi previsti dal progetto per assicurare la compatibilità dell'opera con l'area a pericolosità idrogeologica;
- risultati della verifica di compatibilità.

**Tab. 6.3—A: Attraversamento con scavi a cielo aperto delle aree di interferenza con le linee in progetto.**

Nr. ID	Da (km)	A (km)	Lunghezza (m)	Dissesto	Codice	Tipologia movimento
<b>Linea principale in progetto</b>						
<i>Rif. Metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26"), DP 75 bar</i>						
01	0.343	1.023	679.76	PAI – P3	F-16-5031	Colamento
03	23.224	23.598	373.86	PAI – P2	F-16-0259	Soliflusso
04	40.427	41.333	905.33	PAI – P1	F-19-1424	DGPV
05	46.255	46.377	121.96	PAI – P2	F-16-0584	Scivolamento
	46.726	46.956	229.87			
06	50.914	50.936	22.15	PAI – P1	F-19-1523	Soliflusso
07	52.015	52.159	143.38	PAI – P3	F-19-1551	Frana complessa
08	54.245	54.417	172.23	PAI – P3	F-19-1545	Colamento
<b>Linee secondarie in progetto</b>						
<i>All. Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar</i>						
10	0.324	1.028	703.79	PAI – P3	F-16-5031	Colamento

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 66 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**6.3.1 Area 01-10: Area PAI F-16-5031 (P3) – Rif. Met Recanati-Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26") e All. Natural Gas Recanati DN 100 (4")**



**Fig. 6.3.1—A: Area 01: Area PAI F-16-5031 di pericolosità P3.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 67 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.1.1 Descrizione dell'area

L'area individuata, descritta come colamento dal PAI della regione Marche, è ubicata nei pressi della frazione Spaccio Costa dei Ricchi del comune di Recanati, circa 1 km a sud-est dal centro, in località Contrada Mattonata.

L'area in oggetto presenta una lunghezza di circa 640 m e interferisce con la linea principale in progetto, parallela alla linea in dismissione, a mezza costa rispetto al versante.

Il dissesto in oggetto, con codice F-16-5031, è stato censito dall'AdB della Regione Marche con indice di pericolosità P3 (pericolosità elevata) ed è rappresentato da un colamento attivo che coinvolge gran parte del versante che discende verso il fosso di Fontanoce.

L'area, che presenta una forma trapezoidale con una lunghezza di circa 190 m ed una larghezza di oltre 700 m, interferisce sia con la linea principale in progetto che con la linea secondaria "Allacciamento Natural Gas Recanati DN 100 (4"), DP 75 bar", in corrispondenza della zona di fondovalle parallelamente al fosso.

La cartografia geologica ufficiale evidenzia un contesto stratigrafico caratterizzato dall'affioramento di unità pleistoceniche prevalentemente argillose appartenenti al Membro di Offida della Formazione delle Argille Azzurre (FAA5).



**Fig. 6.3.1—B: Area 01: area PAI. Panoramica del versante interessato, con indicazione del tracciato e dell'area PAI attraversata.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 68 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.1.2 *Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni*

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, nel periodo di luglio 2019 la ditta L&R ha eseguito una campagna geognostica consistita in:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con:
  - RF01, fino alla profondità di 15 m dal pc locale.
  - RF02, fino alla profondità di 20 m dal pc locale.
  - RF03, fino alla profondità di 15 m dal pc locale.
  - RF04, fino alla profondità di 20 m dal pc locale.

Le indagini sono state eseguite lungo due sezioni di massima pendenza, indicate come S1 (rif. RF01 – RF02) ed S2 (rif. RF03 – RF04) nel paragrafo seguente. I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso l'Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici (ISMGEO) ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.3.1—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici e le prove di laboratorio sono riportate nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre superficiale di origine colluviale, di circa 3.5-4.0 m di spessore, di natura argilloso limosa e limoso argilloso. La coltre poggia direttamente sulla formazione plio-pleistocenica costituita da argilla limosa marnosa, la quale si presenta fortemente alterata nei primi 3.5-6 m.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 69 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Nei sondaggi RF01 – RF02 è possibile individuare:

**Strato 1:** (dal pc sino a circa 3.50 m di profondità)

Argilla limosa e limo sabbioso debolmente ghiaioso moderatamente consistente (*coltre di copertura*).

- Peso di volume,  $\gamma = 19.6 \div 20.4 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 60 - 120 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di resistenza al taglio efficace (picco),  $\varphi' = 23 \div 24 \text{ }^\circ$
- Coesione intercetta,  $c' = 10 \div 11 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo),  $\varphi'_r = 22 - 23$
- Classificazione USCS, = CH/CL

**Strato 2:** (da 3.50 m a 9.6 m di profondità)

Argilla limosa debolmente marnosa e limo argilloso, da consistente a molto consistente (*coltre di alterazione*).

- Peso di volume,  $\gamma = 19.8 \div 20.9 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 90 \div 237 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di resistenza al taglio efficace (picco),  $\varphi' = 27 \text{ }^\circ$
- Coesione intercetta (picco),  $c' = 14 \text{ kN/m}^2$
- Classificazione USCS, = CH/CL

**Strato 3:** (da 9.6 m fino a 13 ÷ 14 m)

Argilla limosa debolmente marnosa marrone chiaro a strie grigie, molto consistente (*formazione alterata*).

- Peso di volume,  $\gamma = 19.2 \div 20.3 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 95 \div 356 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi' = 24.0 \text{ }^\circ$
- Coesione intercetta,  $c' = 30.0 \text{ kN/m}^2$
- Classificazione USCS, = CH/CL

**Strato 4:** (da 13 m fino alla massima profondità indagata)

Limo argilloso con livelli debolmente sabbiosi, di colore nocciola con screziature grigie ed ocracee, molto consistente (*formazione integra*).

- Peso di volume,  $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u = 110 \text{ kN/m}^2$
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi' = 24.0 \text{ }^\circ$
- Coesione intercetta,  $c' = 50.0 \text{ kN/m}^2$
- Classificazione USCS, = CH/CL

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 70 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Nei sondaggi RF03 – RF04, trascurando lo strato di terreno vegetale, è possibile individuare:

**Strato 1:** (dal pc sino a circa 4 m di profondità)

Limo argilloso e sabbioso da poco consistente a molto consistente (*coltre di copertura*).

- Peso di volume,  $\gamma$  = 19.1 ÷ 20.7 kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u$  = 60 - 370 kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace (picco),  $\varphi'$  = 26 °
- Coesione intercetta,  $c'$  = 12 ÷ 29 kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo),  $\varphi'_r$  = 22 ÷ 26
- Classificazione USCS, = CH

**Strato 2:** (da 4 m a 7.5 m di profondità)

Limo argilloso con ciottoli centimetrici di colore marrone molto consistente (*coltre di alterazione*).

- Peso di volume,  $\gamma$  = 19.7 ÷ 20.2 kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u$  = 90 – 180 kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace (picco),  $\varphi'$  = 22 °
- Coesione intercetta (picco),  $c'$  = 17 kN/m<sup>2</sup>
- Classificazione USCS, = CH

**Strato 3:** (da 7.5 m fino a 13 m)

Argilla limosa a strie grigie - marroni, molto consistente (*formazione alterata*).

- Peso di volume,  $\gamma$  = 19.9 ÷ 20.2 kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u$  = 85 ÷ 195 kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi'$  = 24.0 °
- Coesione intercetta,  $c'$  = 30.0 kN/m<sup>2</sup>
- Classificazione USCS, = CH/CL

**Strato 4:** (da 13 m fino alla massima profondità indagata)

Limo argilloso con livelli debolmente sabbiosi, di colore nocciola con screziature grigie ed ocracee, molto consistente (*formazione integra*).

- Peso di volume,  $\gamma$  = 20.1 kN/m<sup>3</sup>
- Resistenza al taglio non drenata,  $c_u$  = 62 kN/m<sup>2</sup>
- Angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi'$  = 24.0 °
- Coesione intercetta,  $c'$  = 50.0 kN/m<sup>2</sup>
- Classificazione USCS, = CH/CL

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 71 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Nota ai parametri geotecnici:

I parametri geotecnici relativi all'angolo di resistenza al taglio efficace assegnati alla formazione alterata (strato 3), in assenza di indagini di laboratorio, sono stati assegnati sulla base di dati riferibili all'alterazione delle formazioni Plio-Pleistoceniche proprie del territorio attraversato dal tracciato in progetto.

Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica non è stata rilevata la presenza di venute idriche sino alle massime profondità investigate.

6.3.1.3 *Analisi di stabilità del versante*

Di seguito si riportano le analisi di stabilità dei versanti effettuate lungo n. 2 sezioni rappresentative (Fig. 6.3.1—C) secondo i criteri riportati nel paragrafo 6.1.2. In particolare, le verifiche sono state eseguite sulla base dei seguenti parametri:

Parametri sismici:

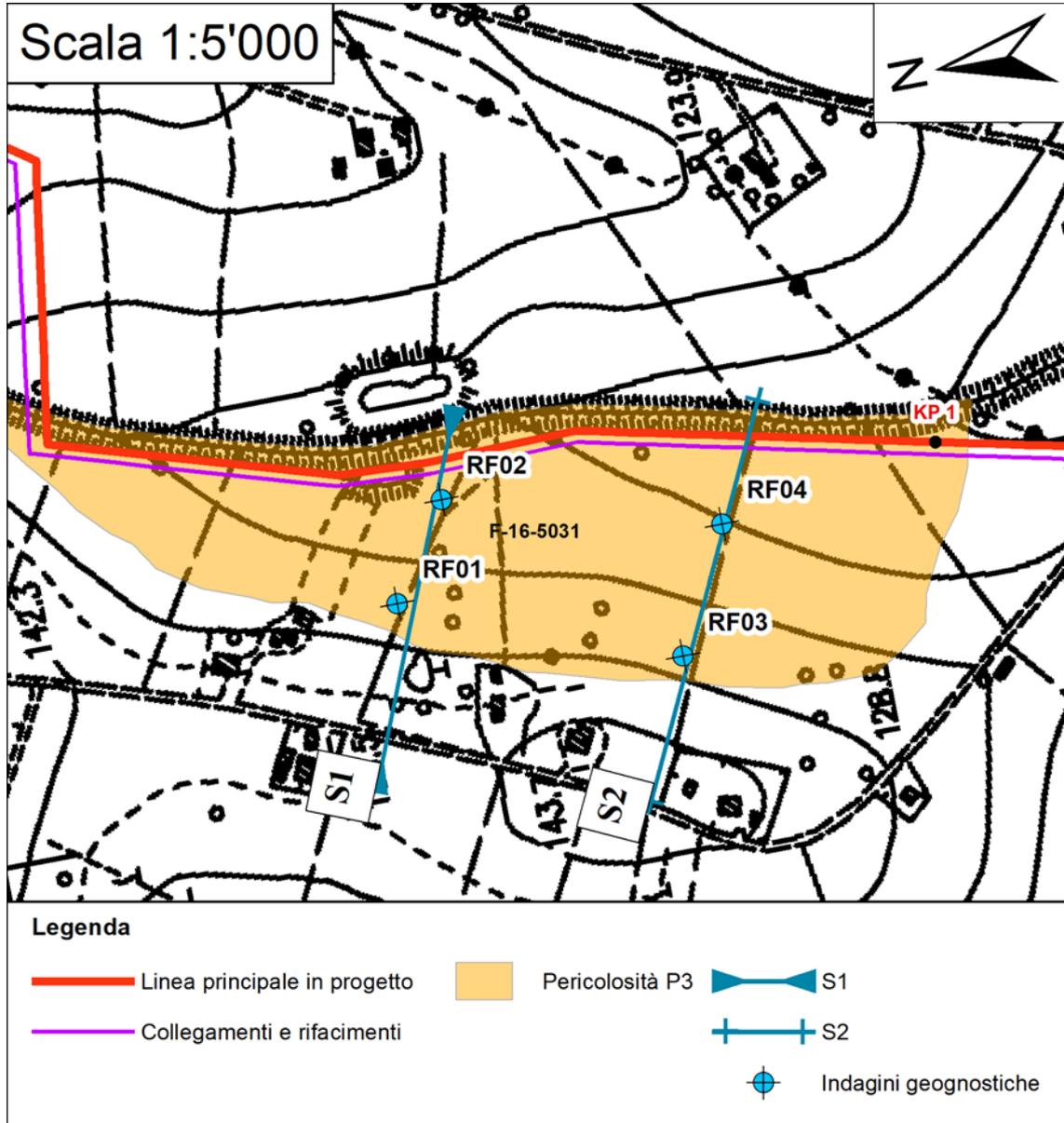
$k_h = 0.077$     $k_v = 0.039$

Condizioni idrauliche:

Falda attuale: assente

Falda di progetto: = 3.5 m (dal pc locale)

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023087
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> 0
		Fg. 72 di 119	



**Fig. 6.3.1—C: Area 01: Area PAI F-16-5031 (P3). Sezioni di analisi.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 73 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### **Sezione 1**

#### **Parametri geotecnici:**

Coltre di copertura:

$$\gamma = 20.3 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 23^\circ \quad c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

Coltre di alterazione:

$$\gamma = 20.9 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 27.0^\circ \quad c' = 14.0 \text{ kN/m}^2$$

Formazione Alterata:

$$\gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 24.0^\circ \quad c' = 30.0 \text{ kN/m}^2$$

Formazione Integra:

$$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 24.0^\circ \quad c' = 50.0 \text{ kN/m}^2$$

### **Sezione 2**

#### **Parametri geotecnici:**

Coltre di copertura:

$$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 24.0^\circ \quad c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

Coltre di alterazione:

$$\gamma = 19.7 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 22.0^\circ \quad c' = 17.0 \text{ kN/m}^2$$

Formazione Alterata:

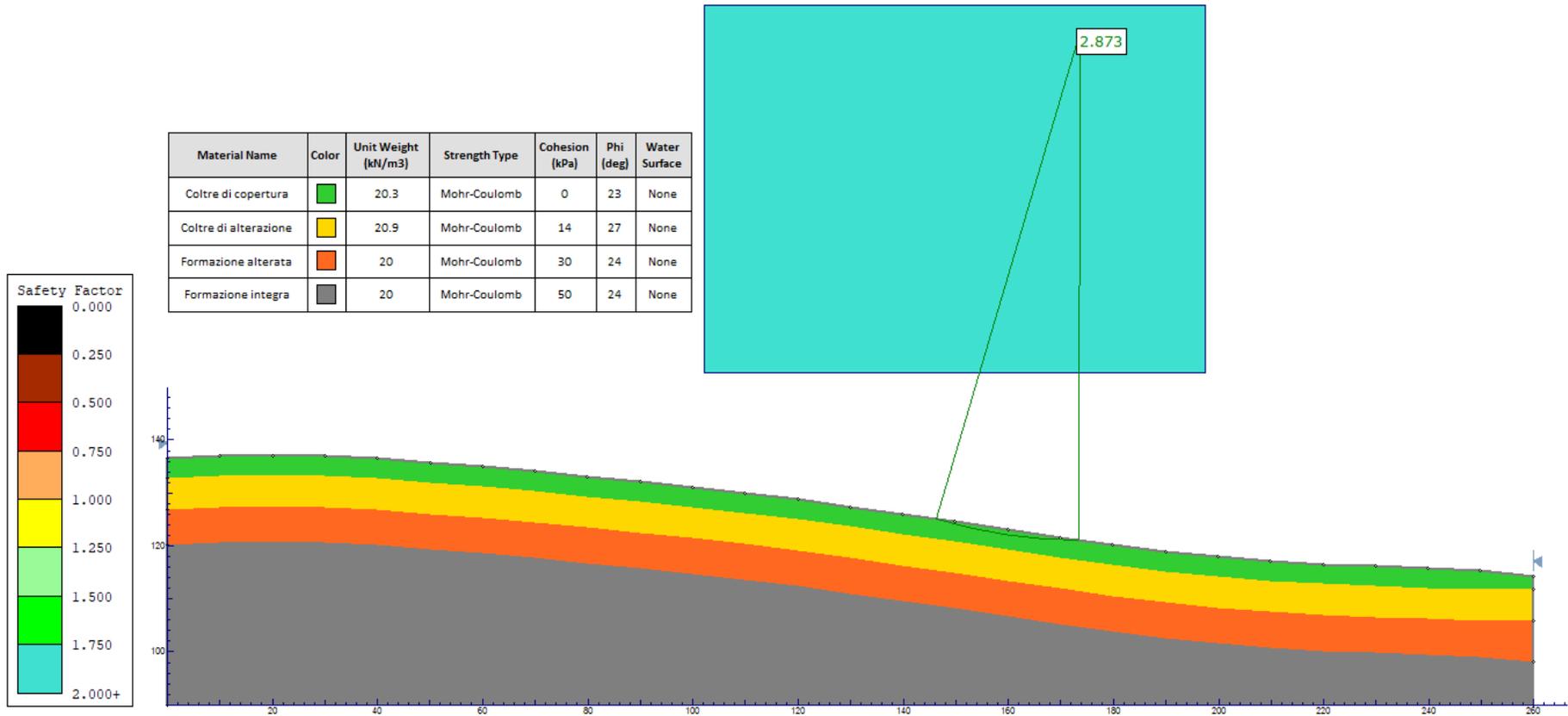
$$\gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 24.0^\circ \quad c' = 30.0 \text{ kN/m}^2$$

Formazione Integra:

$$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 24.0^\circ \quad c' = 50.0 \text{ kN/m}^2$$

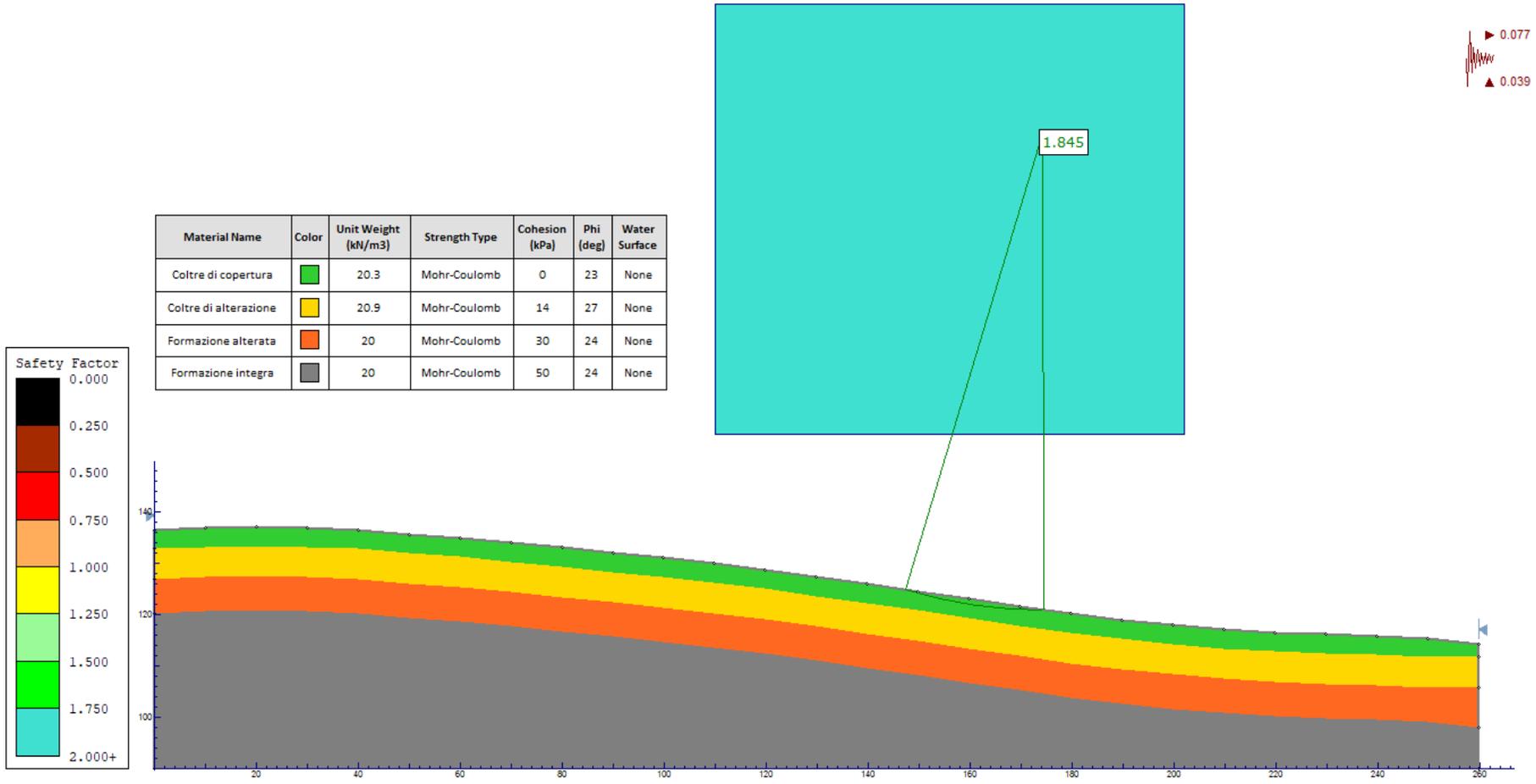
<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 74 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Sezione 1**



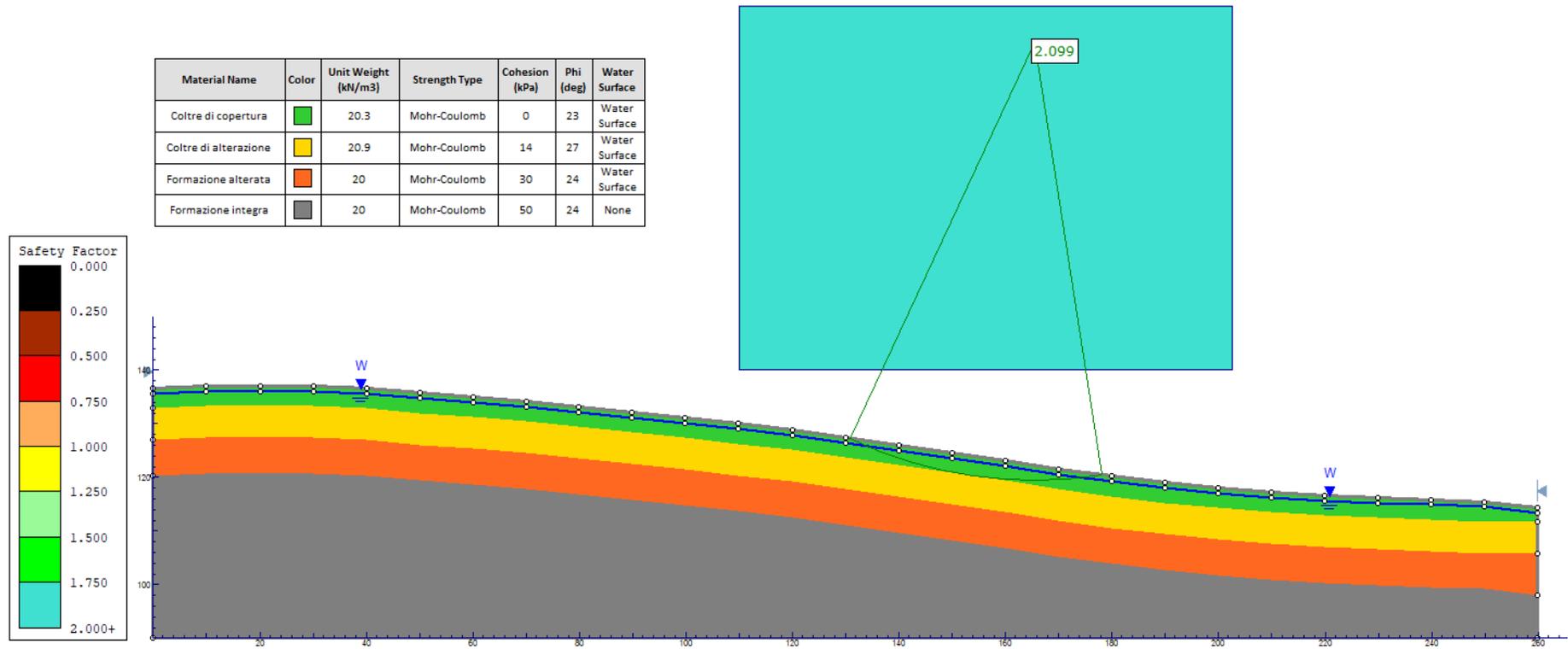
**Fig. 6.3.1—D: Stato di fatto Sezione 1 (falda assente): condizione statica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 75 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



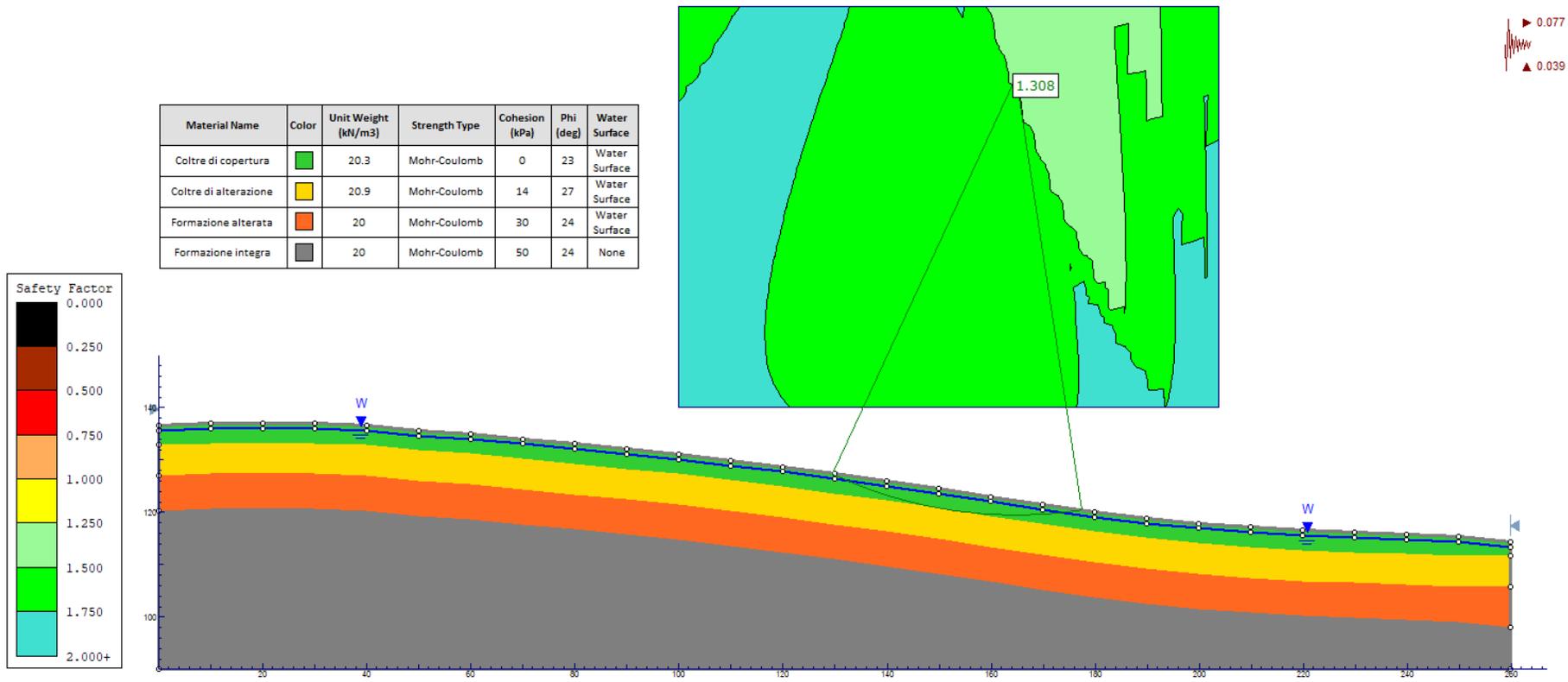
**Fig. 6.3.1—E: Stato di fatto Sezione 1 (falda assente): condizione sismica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023087
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 76 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.1—F: Stato di progetto Sezione 1 (falda a 3.5 m dal p.c. locale): condizione statica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>

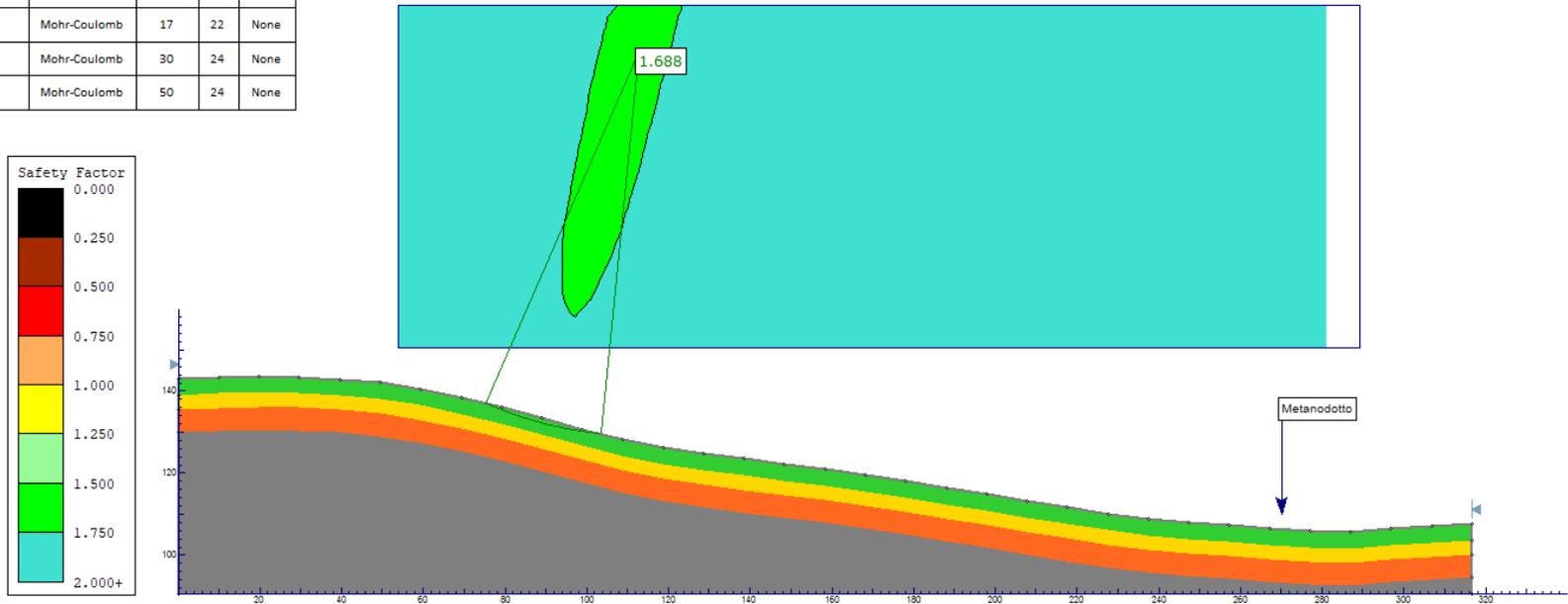


**Fig. 6.3.1—G: Stato di progetto Sezione 1 (falda a 3.5 m dal p.c. locale): condizione sismica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 78 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Sezione 2**

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura		19.5	Mohr-Coulomb	0	24	None
Coltre di alterazione		19.7	Mohr-Coulomb	17	22	None
Formazione alterata		21	Mohr-Coulomb	30	24	None
Formazione integra		20	Mohr-Coulomb	50	24	None



**Fig. 6.3.1—H: Stato di fatto Sezione 2 (falda assente): condizione statica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 79 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura	■	19.5	Mohr-Coulomb	0	24	None
Coltre di alterazione	■	19.7	Mohr-Coulomb	17	22	None
Formazione alterata	■	21	Mohr-Coulomb	30	24	None
Formazione integra	■	20	Mohr-Coulomb	50	24	None

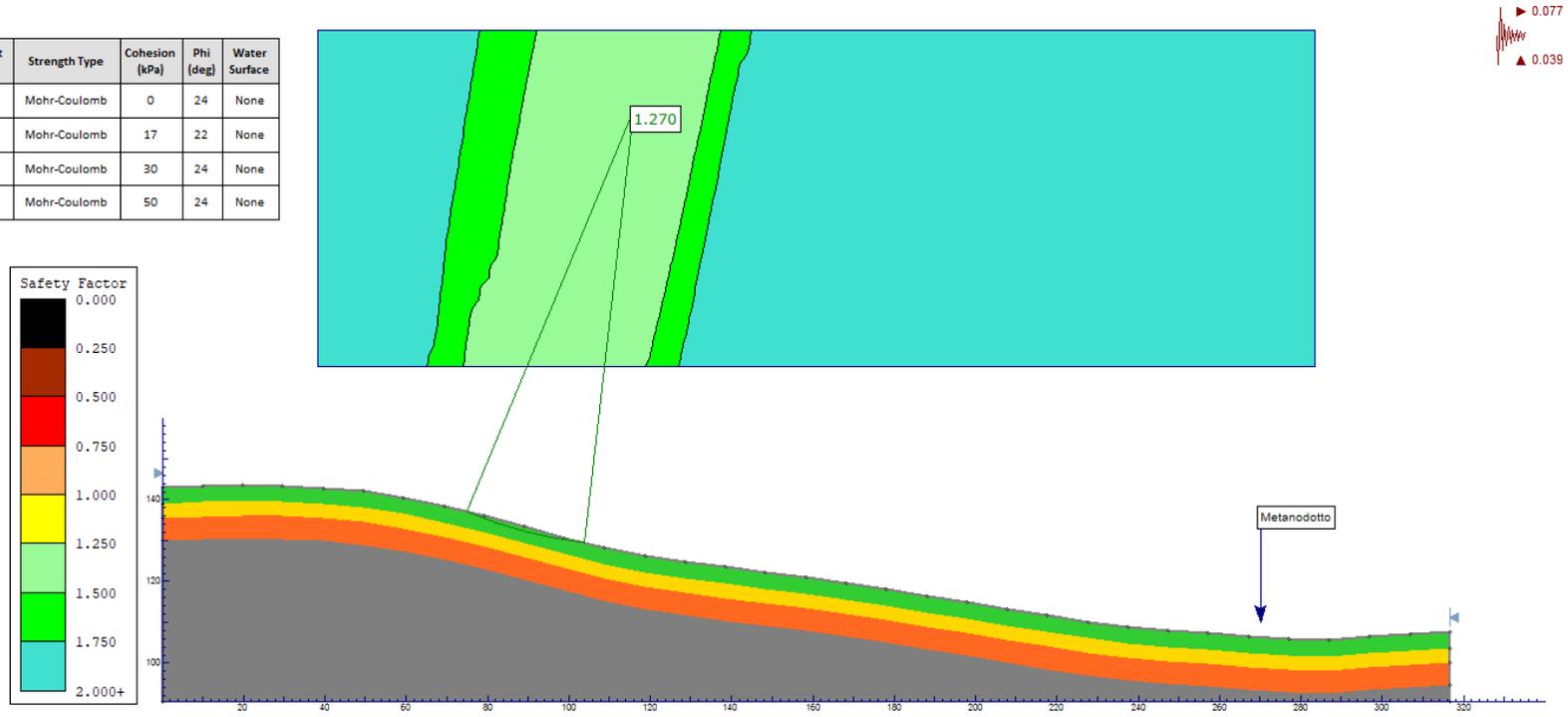
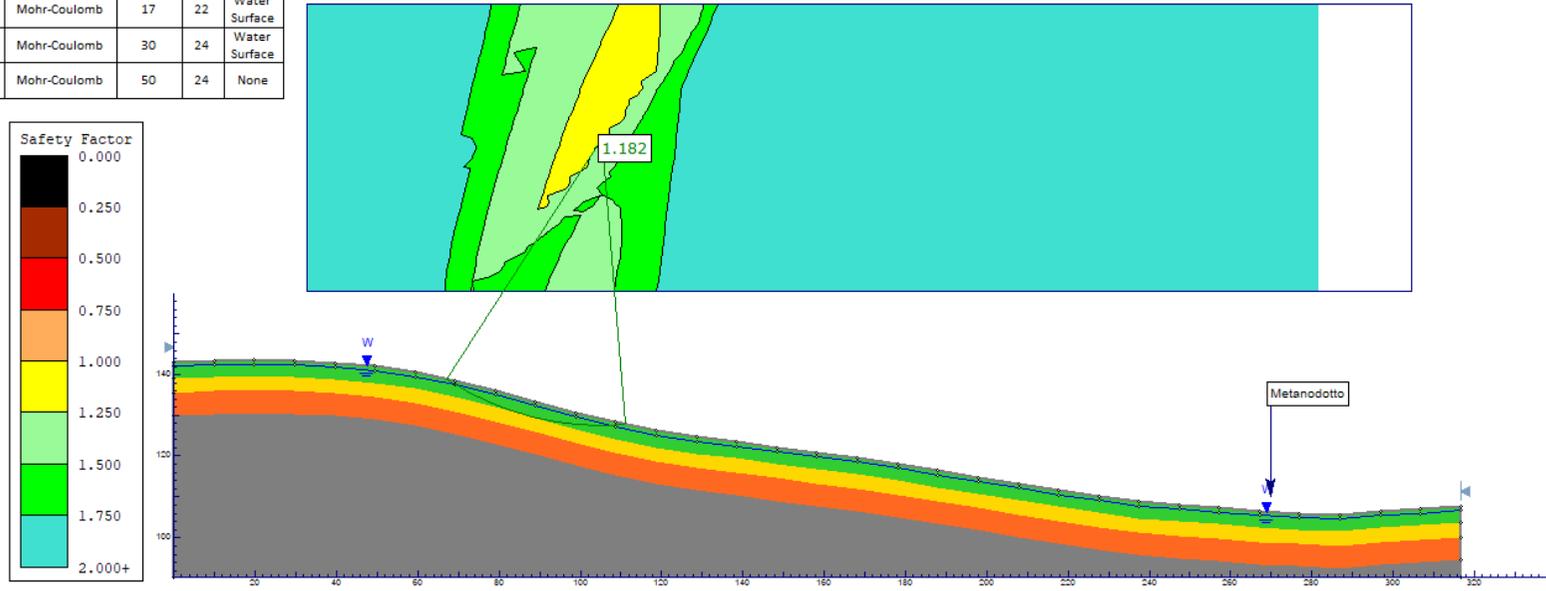


Fig. 6.3.1—I: Stato di fatto Sezione 2 (falda assente): condizione sismica.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 80 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

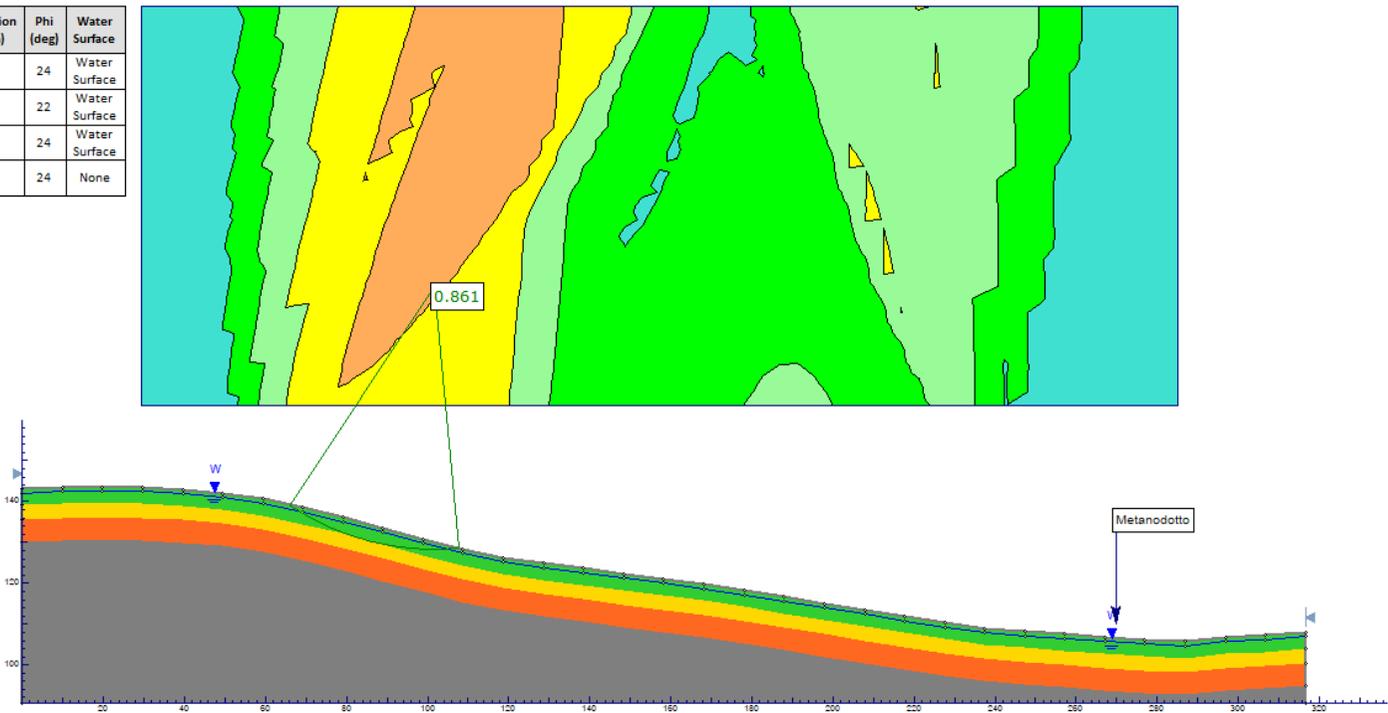
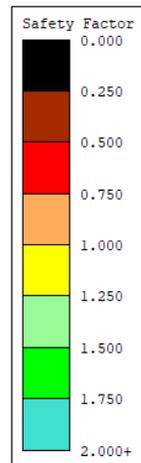
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura	Green	19.5	Mohr-Coulomb	0	24	Water Surface
Coltre di alterazione	Yellow	19.7	Mohr-Coulomb	17	22	Water Surface
Formazione alterata	Orange	21	Mohr-Coulomb	30	24	Water Surface
Formazione integra	Grey	20	Mohr-Coulomb	50	24	None



**Fig. 6.3.1—J: Stato di progetto Sezione 2 (falda a 3.5 m dal p.c. locale): condizione statica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura	Green	19.5	Mohr-Coulomb	0	24	Water Surface
Coltre di alterazione	Yellow	19.7	Mohr-Coulomb	17	22	Water Surface
Formazione alterata	Orange	21	Mohr-Coulomb	30	24	Water Surface
Formazione integra	Grey	20	Mohr-Coulomb	50	24	None



**Fig. 6.3.1—K: Stato di progetto Sezione 2 (falda a 3.5 m dal p.c. locale): condizione sismica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 82 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 6.3.1.4 Risultati della verifica tecnica di compatibilità

L'area in esame è stata analizzata mediante verifiche di stabilità eseguite lungo due sezioni in massima pendenza, secondo la metodologia descritta nel paragrafo 6.1.2. Le verifiche sono svolte in condizioni statiche e sismiche, con superficie piezometrica alla profondità rilevata (stato di fatto) ed alla profondità di progetto. Infatti, per assicurare la stabilità dell'opera anche nei confronti di una possibile saturazione dei sedimenti in concomitanza di periodi di forti e prolungati afflussi meteorici, si è prevista la realizzazione di una trincea drenante sottocondotta, tale da impedire la risalita della superficie piezometrica a quote superiori a 3.5 m dal pc locale.

Dall'esame dei risultati delle verifiche riportate schematicamente nel paragrafo precedente, è possibile formulare le seguenti considerazioni:

La sezione 1 non presenta criticità in quanto le verifiche in condizioni sismiche riportano un coefficiente di sicurezza FS pari a circa 1.3 (Fig. 6.3.1—G).

La sezione 2, allo stato di fatto, non presenta criticità in quanto il coefficiente di sicurezza in condizioni statiche è pari a 1.688 (Fig. 6.3.1—H) mentre in condizioni sismiche è pari a 1.270 (Fig. 6.3.1—I). Allo stato di progetto, considerando la risalita della falda alla profondità dei drenaggi, il coefficiente di sicurezza in condizioni statiche è pari a 1.182 (Fig. 6.3.1—J); in condizioni sismiche è pari a 0.861 ma le superfici di scorrimento critiche non coinvolgono il metanodotto in progetto (Fig. 6.3.1—K).

Pertanto, si ritiene che l'opera in progetto sia compatibile con le condizioni di stabilità nell'area interessata dai lavori. Inoltre, gli interventi previsti per l'ottimizzazione del tracciato e il ripristino delle condizioni morfologiche ed idrauliche non influiscono negativamente sulle condizioni geomorfologiche del versante.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 83 di 119	

### 6.3.2 Area 03: area PAI F-16-0259 (P3) – Linea principale

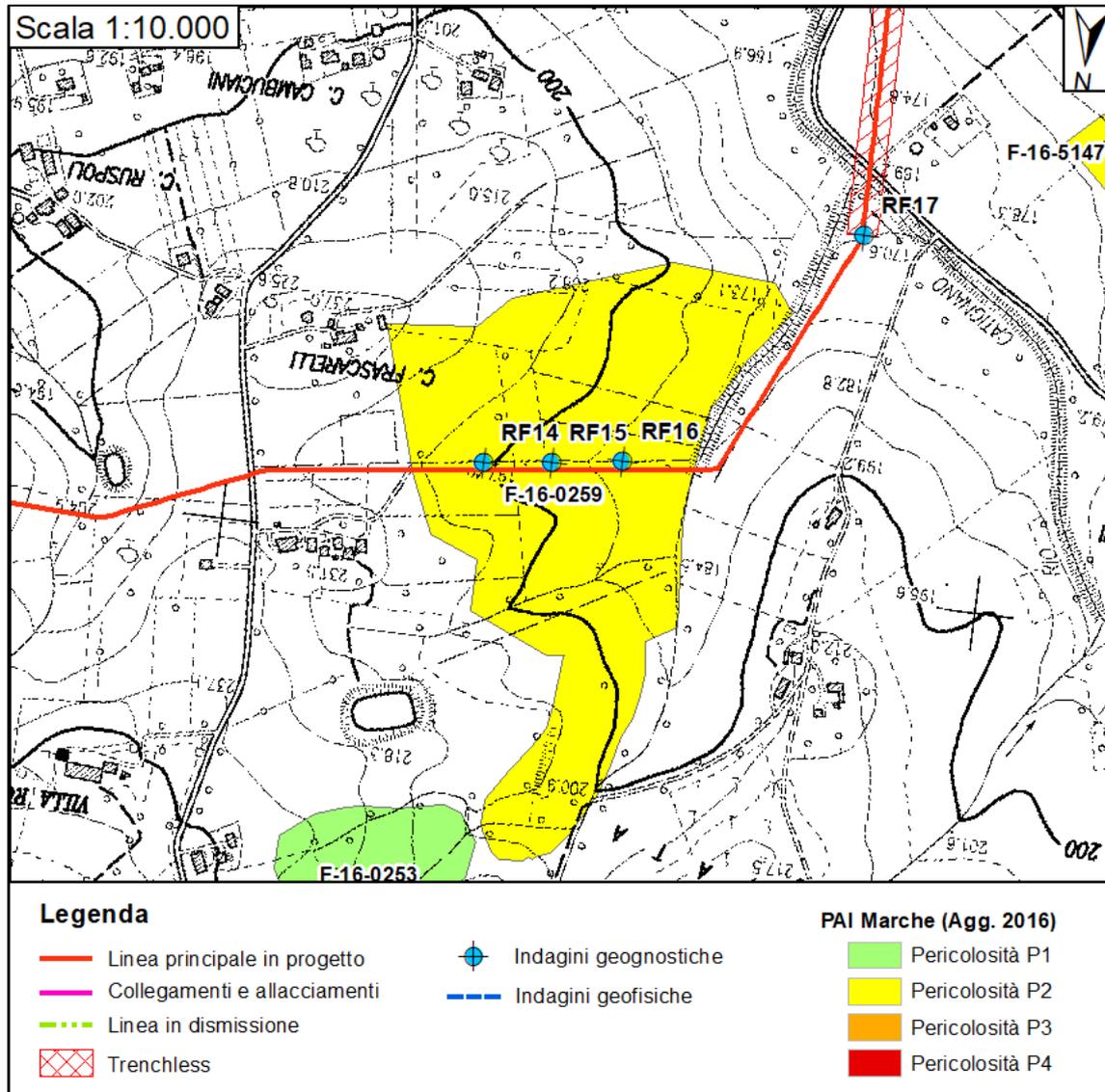


Fig. 6.3.2—A: Area 03: PAI F-16-0259 di pericolosità P3.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 84 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.2.1 Descrizione dell'area

L'area F-16-0259, classificata con indice di pericolosità P3 (pericolosità media), è rappresentata da un dissesto piuttosto esteso, localizzato lungo il versante occidentale della dorsale collinare di Pietracavata, in prossimità dell'abitato di C. Frascarelli, nel comune di Treia.

Il dissesto in oggetto, catalogato come movimento superficiale lento (soliflusso) attivo, presenta una lunghezza di circa 380 m ed una larghezza di 750 m, e interferisce con la linea principale in progetto lungo la massima pendenza del versante.

Il movimento gravitativo censito interessa i primi metri della coltre di copertura di origine eluvio-colluviale, mentre l'immediato sottosuolo risulta costituito da unità geologiche pleistoceniche prevalentemente argillose appartenenti alla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).



**Fig. 6.3.2—B:** Area 03: PAI F-16-0259 di pericolosità P3. Panoramica del versante interessato, con indicazione del tracciato e dell'area PAI attraversata.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 85 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.2.2 Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, la ditta L&R ha eseguito un'indagine geognostica consistita in:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con:
  - RF14, fino alla profondità di 15 m dal pc locale.
  - RF15, fino alla profondità di 15 m dal pc locale.
  - RF16, fino alla profondità di 20 m dal pc locale.

Le indagini sono state eseguite lungo la sezione di massima pendenza, indicata come S1 nel paragrafo seguente. I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso l'Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici (ISMGEO) ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.3.2—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici e le prove di laboratorio sono riportate nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da uno strato di limo argilloso grigio-verdastro a tratti nocciola, di circa 5.5 m di spessore, a matrice più fine nel sondaggio RF15. La coltre poggia su uno strato molto consistente di limo argilloso grigio-verdastro di circa 2 m; da circa 7 m alla profondità massima indagata si rileva uno strato di sabbia fine carbonatica limosa di colore grigio chiaro, addensata, con livelli cementati.

In particolare, trascurando lo strato di terreno vegetale, nei sondaggi è possibile individuare:

**Strato 1:** (dal pc sino a circa 5.50 m di profondità)

Limo argilloso e argilla limosa moderatamente consistente (*coltre di copertura*).

- |  |                |             |                   |
|--|----------------|-------------|-------------------|
| • Peso di volume,                                    | $\gamma$ =     | 18.9 ÷ 20.4 | kN/m <sup>3</sup> |
| • Resistenza al taglio non drenata                   | $c_u$ =        | 45 ÷ 100    | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (picco),   | $\varphi'$ =   | 22 ÷ 27     | °                 |
| • Coesione intercetta,                               | $c'$ =         | 29 ÷ 34     | kN/m <sup>2</sup> |
| • Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo), | $\varphi'_r$ = | 25 ÷ 26     | °                 |
| • Classificazione USCS,                              | =              | CL          |                   |

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 86 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Strato 2:** (da 5.5 m a 7.5 m di profondità)

Limo argilloso molto consistente (*formazione alterata*).

• Peso di volume,	$\gamma$ =	20.1 ÷ 20.7	kN/m <sup>3</sup>
• Resistenza al taglio non drenata,	$c_u$ =	55 ÷ 70	kN/m <sup>2</sup>
• Angolo di resistenza al taglio efficace (picco)	$\varphi'$ =	26 ÷ 29	°
• Coesione intercetta (picco),	$c'$ =	15 ÷ 36	kN/m <sup>2</sup>
• Angolo di resistenza al taglio efficace (residuo)	$\varphi'_r$ =	24	°
• Classificazione USCS	=	CL	

**Strato 3:** (da 7.5 m sino alle massime profondità investigate)

Sabbia fine carbonatica limosa, addensata, con livelli cementati (*formazione integra*).

• Peso di volume,	$\gamma$ =	20.7 ÷ 21.6	kN/m <sup>3</sup>
• Resistenza al taglio non drenata,	$c_u$ =	100 ÷ 300	kN/m <sup>2</sup>
• Angolo di resistenza al taglio efficace,	$\varphi'$ =	24.0	°
• Coesione intercetta,	$c'$ =	50.0	kN/m <sup>2</sup>
• Classificazione USCS	=	CH/CL	

Falda acquifera

Nel corso della campagna geognostica non è stata rilevata la presenza di venute idriche sino alle massime profondità investigate.

6.3.2.3 *Analisi di stabilità del versante*

Di seguito si riportano i risultati delle analisi di stabilità dei versanti effettuate lungo n. 1 sezione rappresentativa (Fig. 6.3.2—C) secondo i criteri riportati nel paragrafo 6.1.2. In particolare, le verifiche sono state eseguite sulla base dei seguenti parametri.

Parametri sismici:

$$k_h = 0.074 \quad k_v = 0.037$$

Condizioni idrauliche:

Falda attuale: assente      Falda di progetto: = -3.5 m (dal pc locale)

Parametri geotecnici:

Coltre:

$$\gamma = 19.9 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 25.0^\circ \quad c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

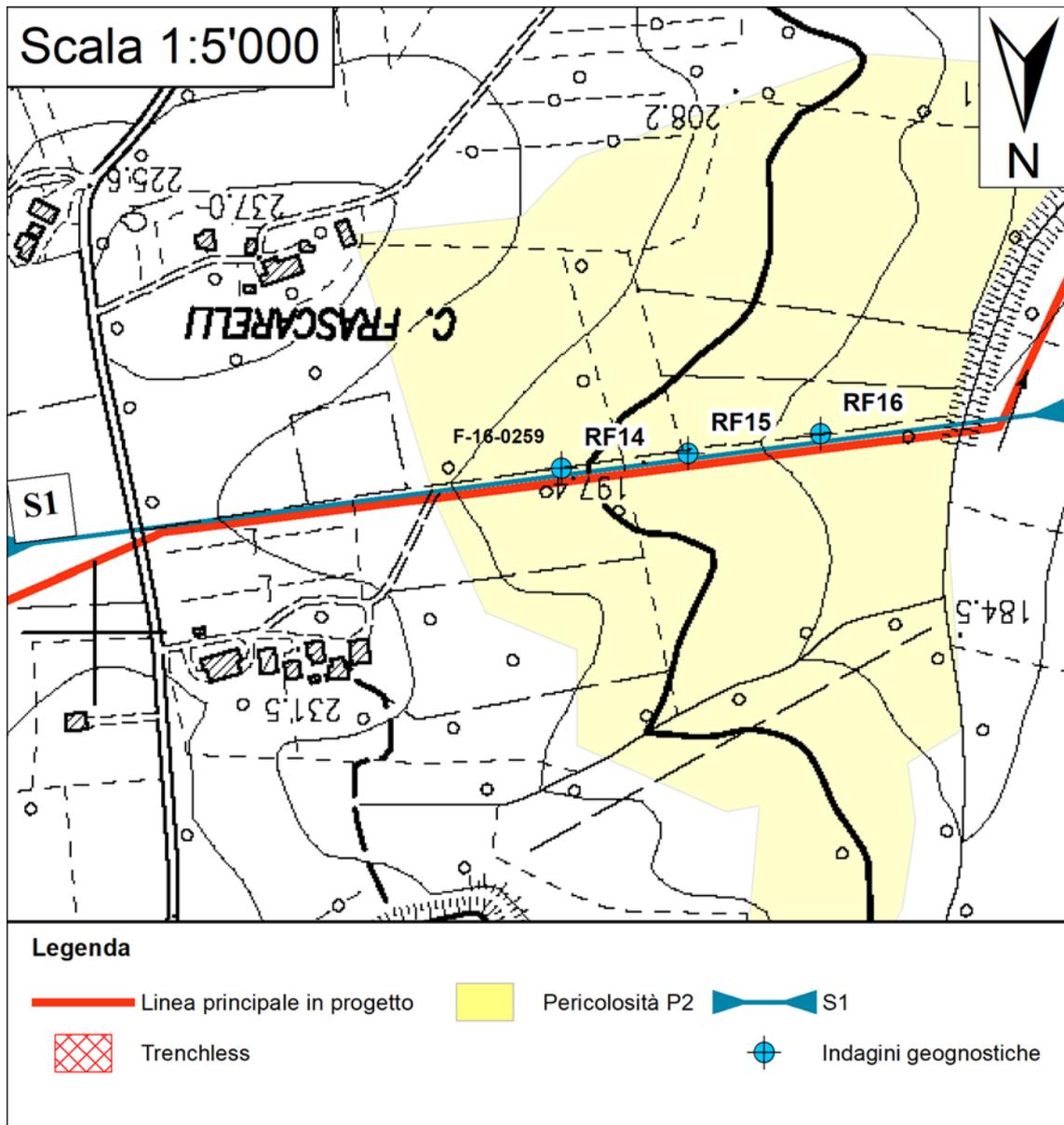
Formazione Alterata:

$$\gamma = 20.3 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 28.0^\circ \quad c' = 26.0 \text{ kN/m}^2$$

Formazione Integra:

$$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 24.0^\circ \quad c' = 50.0 \text{ kN/m}^2$$

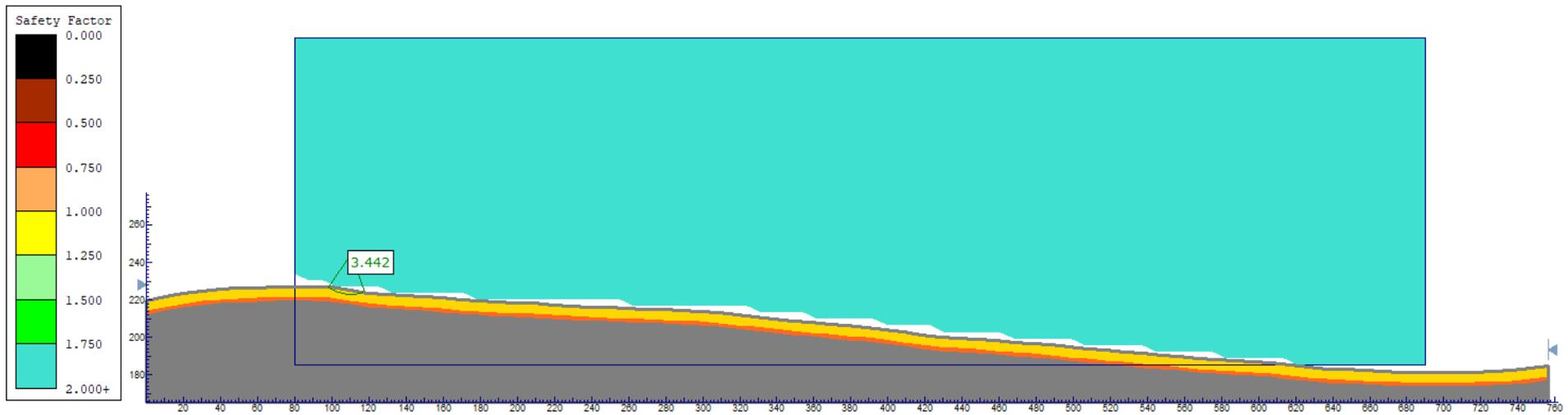
<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 87 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.2—C: Area 03: area PAI F-16-0259 (P3). Sezioni di analisi.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 88 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

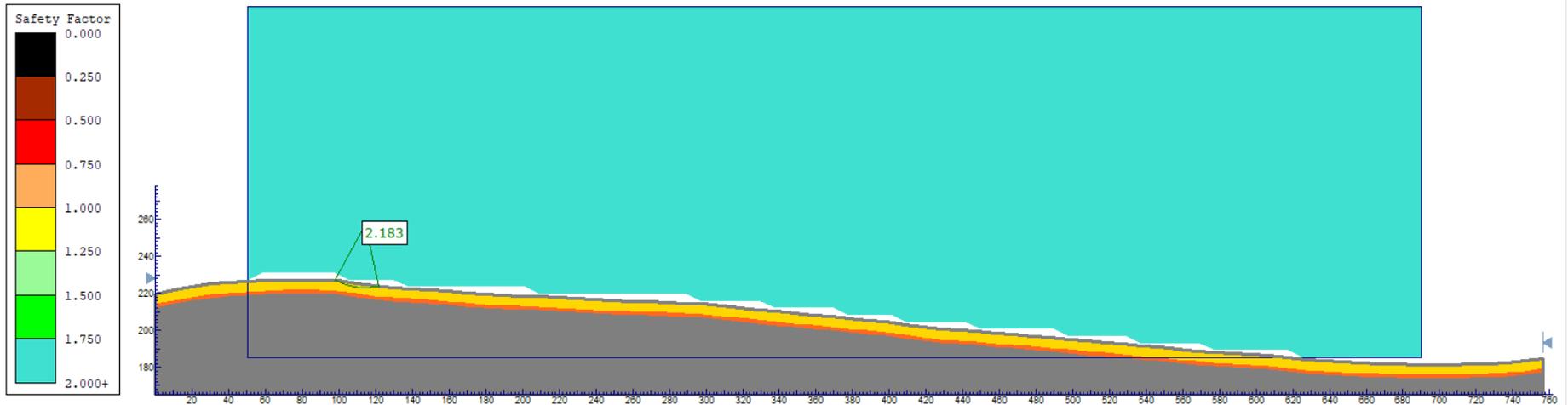
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura		19.9	Mohr-Coulomb	0	25	None
Formazione alterata		20.3	Mohr-Coulomb	26	28	None
Formazione integra		20	Mohr-Coulomb	50	24	None



**Fig. 6.3.2—D: Stato di fatto Sezione 1 (falsa assente): condizione statica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 89 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

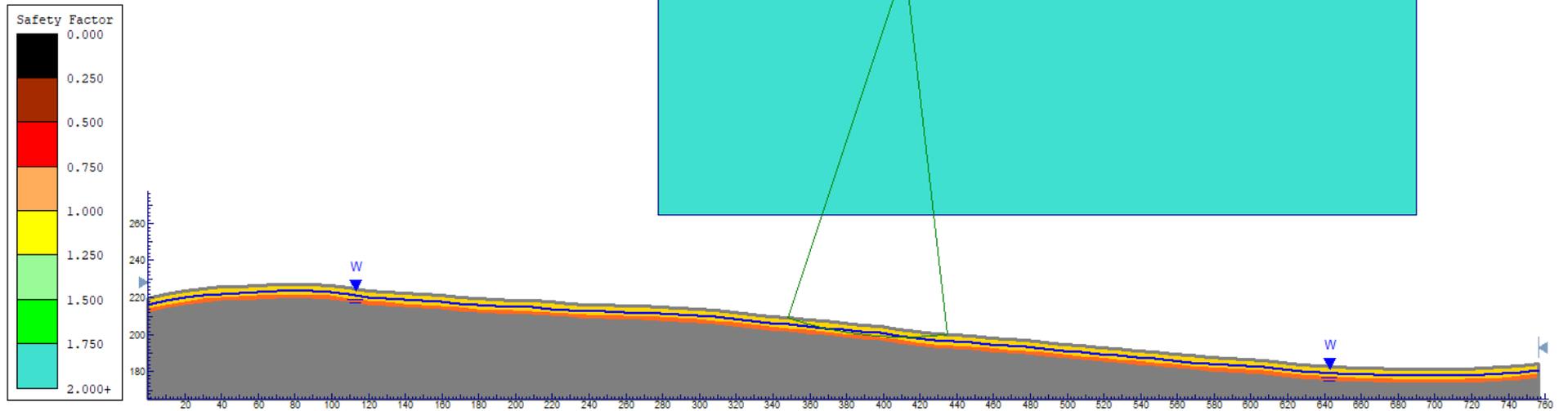
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura		19.9	Mohr-Coulomb	0	25	None
Formazione alterata		20.3	Mohr-Coulomb	26	28	None
Formazione integra		20	Mohr-Coulomb	50	24	None



**Fig. 6.3.2—E: Stato di fatto Sezione 1 (faldato assente): condizione sismica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 90 di 119	

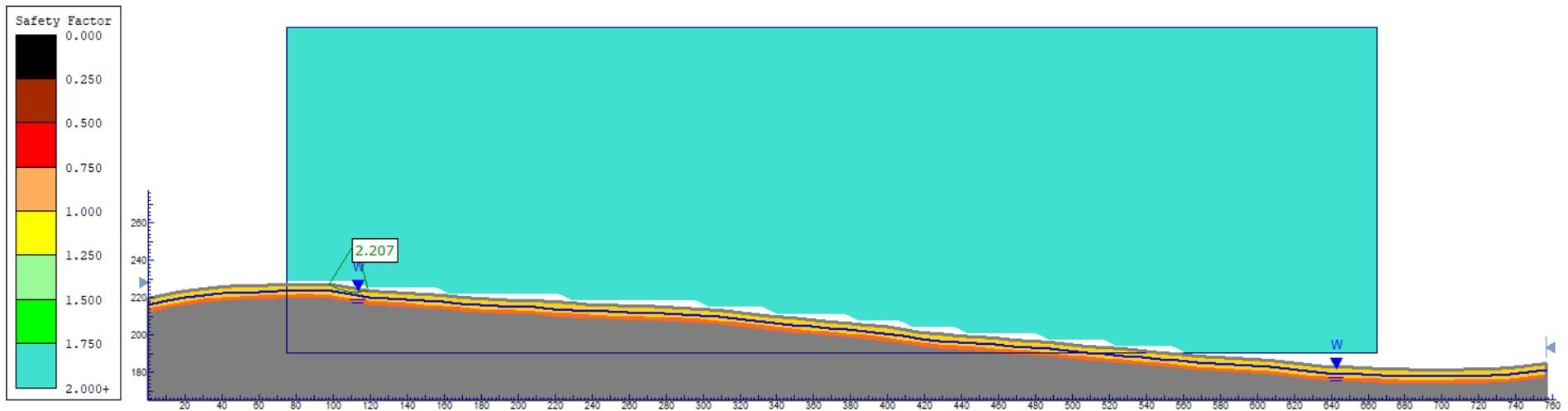
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura		19.9	Mohr-Coulomb	0	25	Water Surface
Formazione alterata		20.3	Mohr-Coulomb	26	28	Water Surface
Formazione integra		20	Mohr-Coulomb	50	24	None



**Fig. 6.3.2—F: Stato di progetto Sezione 1 (falda a 3.5 m dal p.c. locale): condizione statica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 91 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Coltre di copertura		19.9	Mohr-Coulomb	0	25	Water Surface
Formazione alterata		20.3	Mohr-Coulomb	26	28	Water Surface
Formazione integra		20	Mohr-Coulomb	50	24	None



**Fig. 6.3.2—G: Stato di progetto Sezione 1 (falda a 3.5 m dal p.c. locale): condizione sismica.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 92 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 6.3.2.4 Risultati della verifica tecnica di compatibilità

L'area in esame è stata analizzata mediante verifiche di stabilità eseguite lungo due sezioni in massima pendenza, secondo la metodologia descritta nel paragrafo 6.1.2. Le verifiche sono svolte in condizioni statiche e sismiche, con superficie piezometrica alla profondità rilevata (stato di fatto) ed alla profondità di progetto. Infatti, per assicurare la stabilità dell'opera anche nei confronti di una possibile saturazione dei sedimenti in concomitanza di periodi di forti e prolungati afflussi meteorici, si è prevista la realizzazione di una trincea drenante sottocondotta, tale da impedire la risalita della superficie piezometrica a quote superiori a 3.5 m dal pc locale.

Dall'esame dei risultati delle verifiche di stabilità del versante, riportati schematicamente nelle sezioni del paragrafo precedente, è possibile formulare le seguenti considerazioni:

Allo stato di fatto (falda assente) il pendio, in condizioni statiche, presenta un fattore di sicurezza  $F_s = 3.442$ , mentre in presenza di sollecitazioni sismiche si ha un fattore di sicurezza minimo  $F_s = 2.183$  (Fig. 6.3.2—D, Fig. 6.3.2—E). Allo stato di progetto, in condizioni statiche si ha  $F_s = 3.421$  (Fig. 6.3.2—F) e in presenza di sollecitazioni sismiche si ha  $F_s = 2.207$  (Fig. 6.3.2—G).

Pertanto, si ritiene che l'opera in progetto sia compatibile con le condizioni di stabilità esistente nell'area interessata dai lavori. Inoltre, gli interventi previsti per l'ottimizzazione del tracciato e il ripristino delle condizioni morfologiche ed idrauliche non influiscono negativamente sulle condizioni geomorfologiche del versante.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 93 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.3 Area 04: area PAI F-19-1424 (P1) – Linea principale

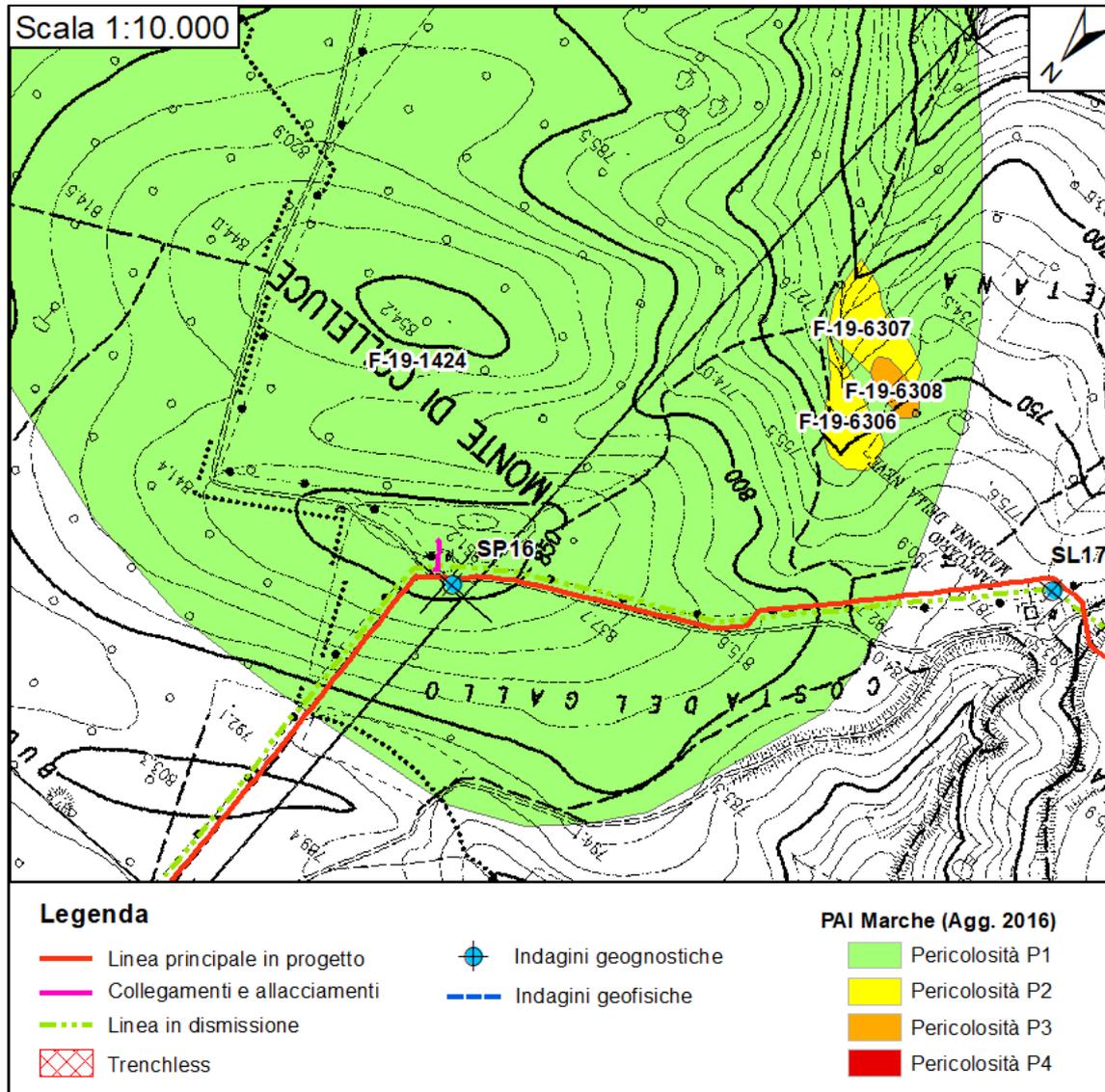


Fig. 6.3.3—A: Area PAI F-19-1424 (P1).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 94 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.3.1 *Descrizione dell'area*

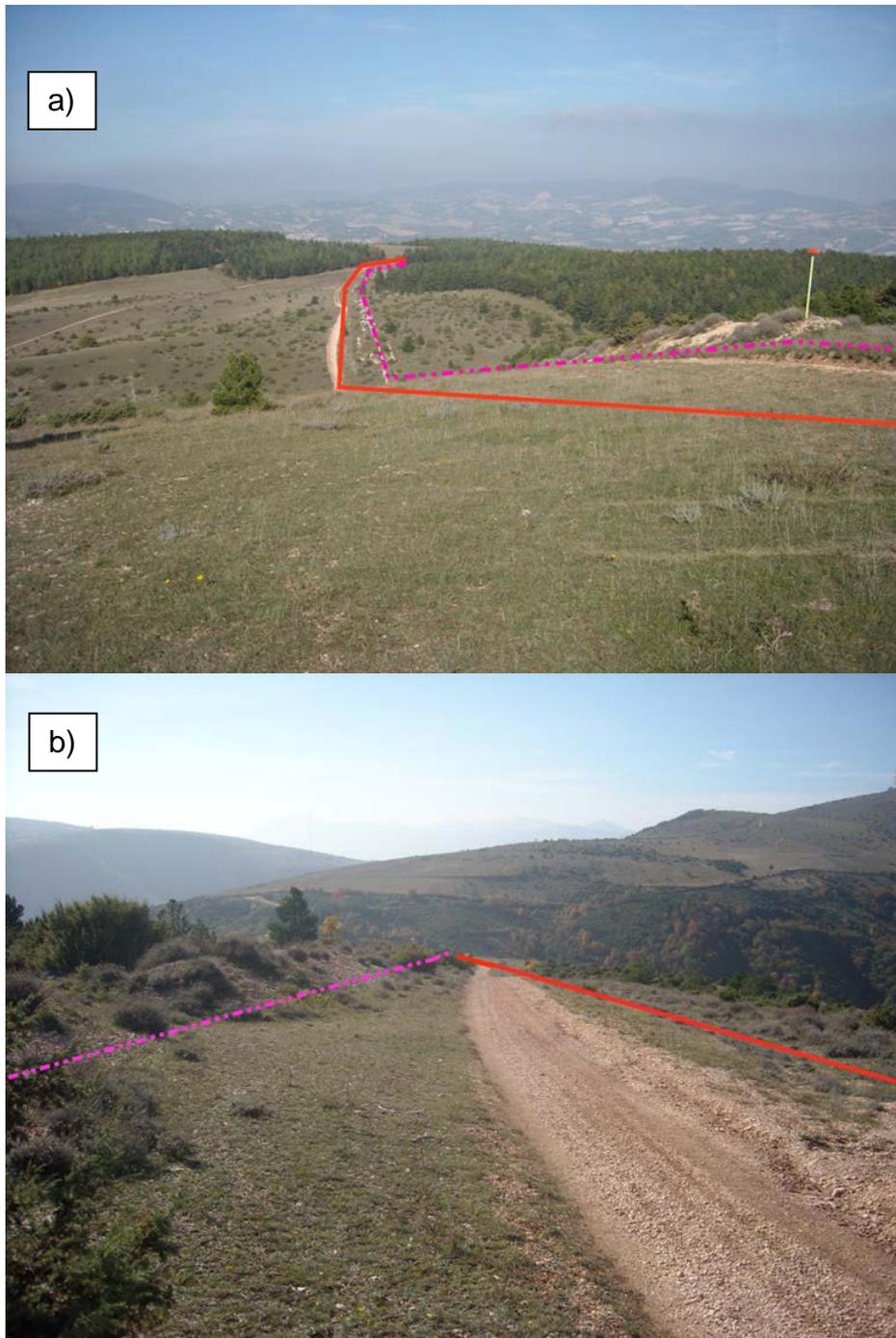
L'area individuata è ubicata in località Costa del Gallo, in corrispondenza dell'attraversamento del Monte di Colleluce tra i comuni di San Severino Marche e Serrapetrona.

La linea principale in progetto interferisce con una DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante) di notevoli dimensioni censita dall'AdB della Regione Marche per un tratto di circa 900 m che interessa gran parte dei versanti occidentale e meridionale del rilievo.

Il dissesto gravitativo, con codice F-19-1424, è stata classificata con Indice di Pericolosità P1 (pericolosità moderata) e presenta una lunghezza di circa 1.3 km ed una larghezza di circa 2 km, andando dalla zona di cresta dell'anticlinale di Monte di Colleluce fino a giungere alle pendici del versante sud-occidentale a ridosso del Rio Gesolone.

La linea principale in progetto interferisce con tale dissesto nel settore di cresta del rilievo, area in cui la cartografia geologica ufficiale evidenzia l'affioramento della formazione calcarea della Scaglia Rossa (SAA).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 95 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.3—B: Area PAI F-19-1424 (P1). Panoramica dell'area attraversata: a) Crinale nord di Monte di Colleluce, b) Crinale di Costa del Gallo.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 96 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.3.2 *Caratteristiche stratigrafiche dei terreni*

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche dei terreni presenti nell'attraversamento in esame, la ditta METHODO ha eseguito un'indagine geognostica consistita in:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo identificato in planimetria con SP16, spinto fino ad una profondità di 8 m dal pc locale.

L'ubicazione della verticale del sondaggio è riportata nella Fig. 6.3.3—A, mentre per la stratigrafia si rimanda all'Allegato 2.

L'esame dei dati stratigrafici ha messo in evidenza una successione stratigrafica, caratterizzata da circa 2.8 m di spessore formazione alterata caratterizzata da clasti eterogenei con screziature ocracee intervallati da elementi marnosi e calcareo marnosi, che poggia sulla formazione integra vera e propria caratterizzata da calcari rosso-rosati e marne calcaree rosate e inclusioni selcifere (Formazione della Scaglia Rossa, SAA).

### 6.3.3.3 *Risultati della verifica tecnica di compatibilità*

In base all'art. 12 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI dell'AdB della Regione Marche ("disciplina delle aree di versante in dissesto"), nelle aree a pericolosità AVD\_P1 e AVD\_P2 sono consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto delle vigenti normative tecniche.

Come si può osservare dai dati disponibili e da quanto emerso nel corso dei sopralluoghi e delle indagini effettuate, la percorrenza della linea principale in oggetto interessa la parte sommitale del rilievo montuoso caratterizzato da un contesto morfologico caratterizzato da lineamenti debolmente ondulati a cui si alternano ampie aree ad andamento sub-pianeggiante. La morfologia appare del tutto regolare; non sono osservabili forme riferibili a movimenti gravitativi, né sono presenti coperture detritiche di spessore ed estensione rilevanti. Il substrato della Scaglia Rossa è affiorante o sub - affiorante. Il settore dell'area PAI percorso dai tracciati della condotta esistente e di quella in progetto risulta stabile. Inoltre, si può affermare che il dissesto attraversato (deformazione gravitativa profonda) sia caratterizzato da movimenti nulli o trascurabili rispetto alla vita dell'opera in progetto. Date le sostanziali condizioni di stabilità del versante interessato dal progetto, non si ritiene necessario l'utilizzo di alcuna particolare opera complementare, oltre ai normali interventi di ripristino di linea.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con codice F-19-1424, a pericolosità moderata (P1), esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 97 di 119	

### 6.3.4 Area 05: area PAI F-16-0584 (P2) – Linea principale

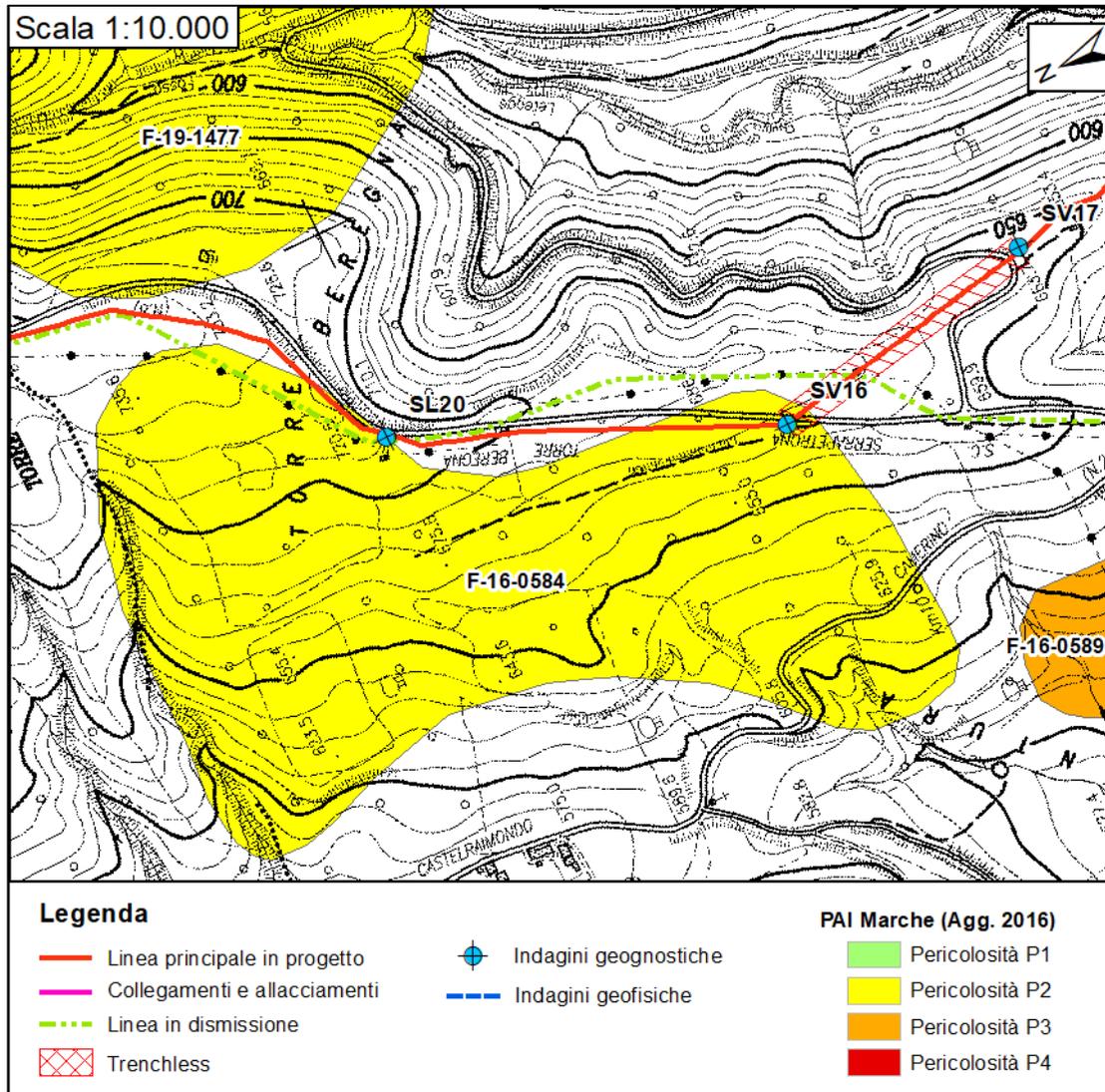


Fig. 6.3.4—A: Area 06: Codice F-16-0584 (P1) dell'AdB della Regione Marche.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 98 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 6.3.4.1 *Descrizione dell'area*

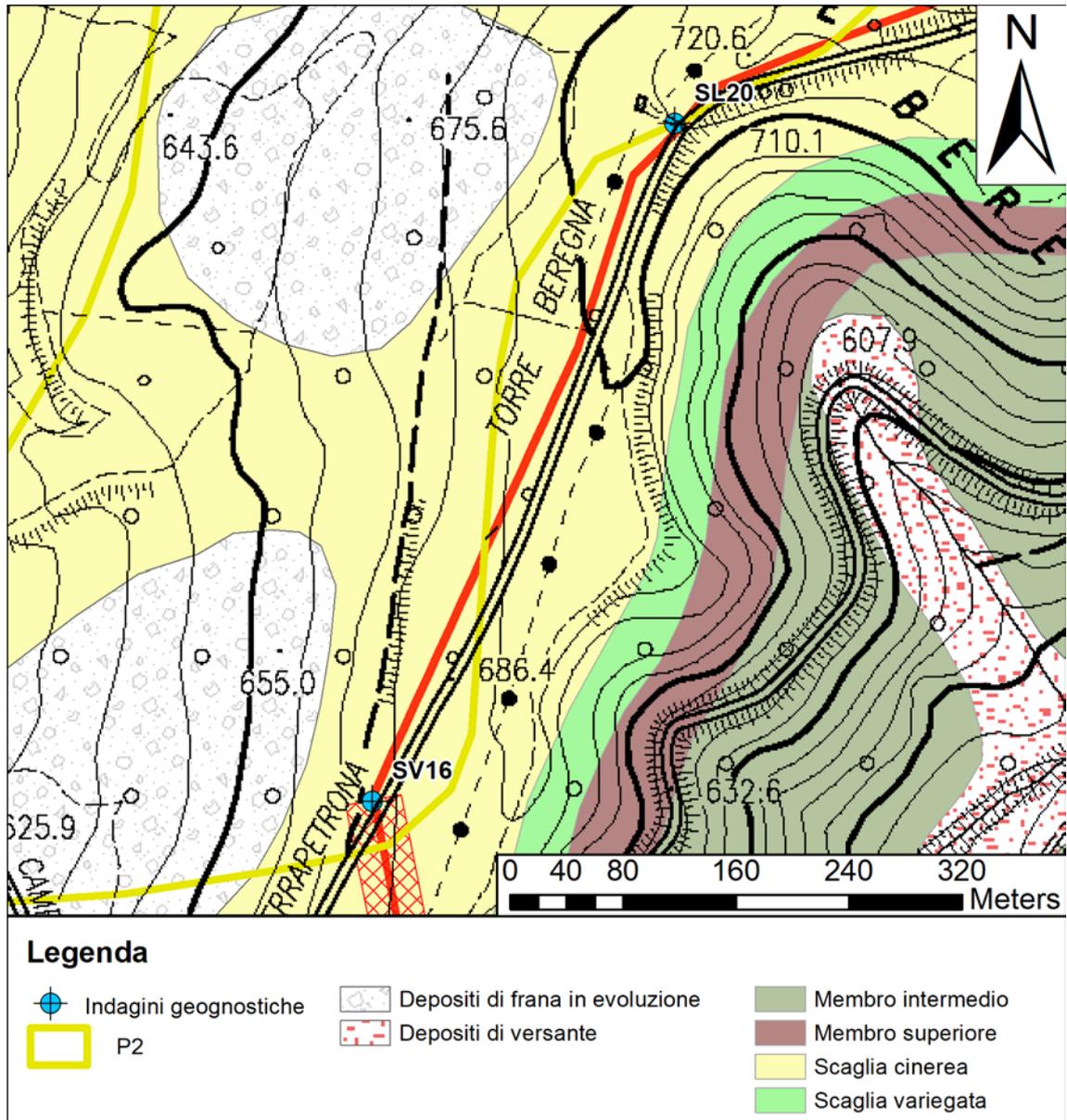
L'area individuata si sviluppa lungo il versante occidentale del rilievo di Torre Beregna, nel comune di Camerino.

L'area PAI, censita dall'AdB della Regione Marche con codice F-16-0584, che interessa il versante, lambendo nel settore di coronamento la linea principale in progetto in due differenti punti.

L'area, classificata con Indice di Pericolosità P2 (pericolosità media), è rappresentata da una frana per scivolamento con stato di attività quiescente. Il dissesto, di notevoli dimensioni, è caratterizzato da una forma piuttosto irregolare e presenta una lunghezza variabile da 300-600 m ed una larghezza di circa 1000 m.

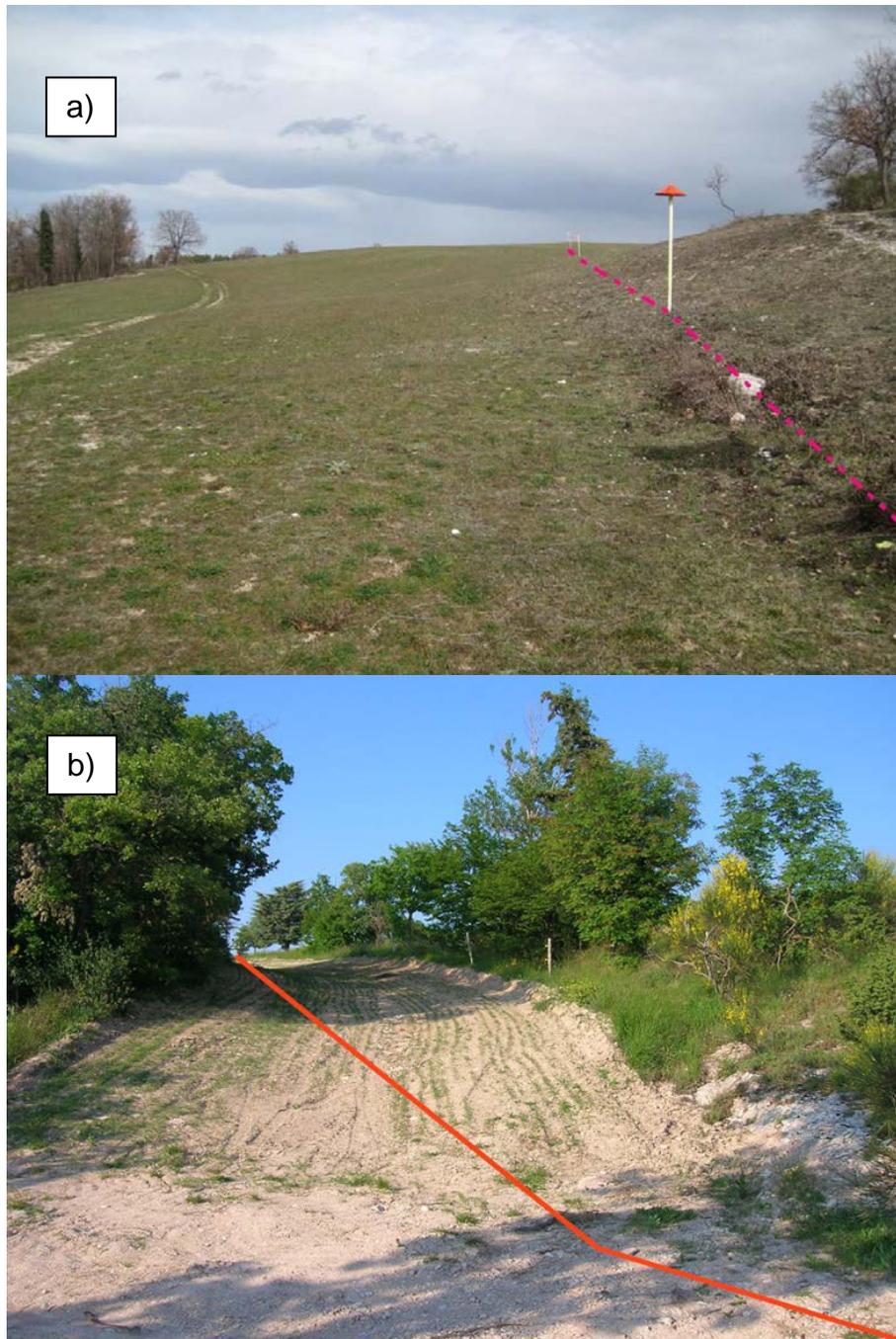
Si precisa che la linea in progetto lambisce tale dissesto nella zona di coronamento, ovvero nel tratto di cresta del rilievo in corrispondenza della strada che da Serrapetrona discende verso Camerino, per delle lunghezze pari a circa 120 e 180 metri. Il substrato è costituito da marne e calcari marnosi della Scaglia Cinerea come riportato dalla cartografia geologica ufficiale. Inoltre, nella Carta Geologica Regionale 1:10000 la frana cartografata ha dimensioni molto più ridotte e corrisponde alla parte inferiore dell'area PAI, non interessando né la strada provinciale né il tracciato (Fig. 6.3.4—B).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 99 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.4—B: Area 06 – Stralcio della cartografia geologica ufficiale della Regione Marche con ubicazione indagini e perimetro area PAI.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 100 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.4—C: Area PAI F-16-0584 (P2). Panoramica dell'area attraversata: a) linea in dismissione (Vista in direzione Nord), b) in progetto nel tratto dell'Area PAI (vista in direzione Nord)**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 101 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 6.3.4.2 *Caratteristiche stratigrafiche dei terreni*

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche dei terreni presenti nell'attraversamento in esame, le ditte METHODO e TECHNOSOIL, hanno eseguito delle indagini geognostiche consistite in:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati in planimetria con SL20 e SV16, spinti rispettivamente fino ad una profondità di 4 e 10 m dal pc locale.

L'ubicazione delle verticali dei sondaggi è riportata nella Fig. 6.3.4—A, mentre per le stratigrafie si rimanda all'Allegato 2.

L'esame dei dati stratigrafici ha messo in evidenza una successione stratigrafica formata generalmente da marna calcarea e calcari marnosi di colore marrone rosato con livelli centimetrici marnoso argillosi. Solo nel sondaggio SL20 sono stati riscontrati circa 2 metri di formazione alterata formata da argilla limosa con inclusi calcarei e calcareo marnosi di colore grigio-rossastro. Tali litologie, compatibilmente a quanto riportato dalla cartografia geologica ufficiale, sono riconducibili alla formazione della Scaglia Cinerea (SCC).

#### 6.3.4.3 *Risultati della verifica tecnica di compatibilità*

In base all'art. 12 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI dell'AdB della Regione Marche ("disciplina delle aree di versante in dissesto"), nelle aree a pericolosità AVD\_P1 e AVD\_P2 sono consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto delle vigenti normative tecniche.

Come si può osservare dai dati disponibili e da quanto emerso nel corso dei sopralluoghi e delle indagini effettuate, la percorrenza della linea principale in oggetto lambisce marginalmente l'area PAI (P2) in corrispondenza dell'area di coronamento. Sia il tracciato di progetto che il metanodotto in dismissione attraversano un settore dell'area a morfologia sub – pianeggiante, con debole inclinazione verso ovest, privo di indizi morfologici di movimenti gravitativi. Dai sondaggi eseguiti lungo l'attraversamento non risulta inoltre la presenza di coltre, con l'affioramento della formazione della Scaglia Cinerea. Le condizioni del settore attraversato appaiono sostanzialmente stabili.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con codice F-16-0584, a pericolosità moderata (P2), esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 102 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.5 Area 06: area PAI F-19-1523 (P1) – Linea principale

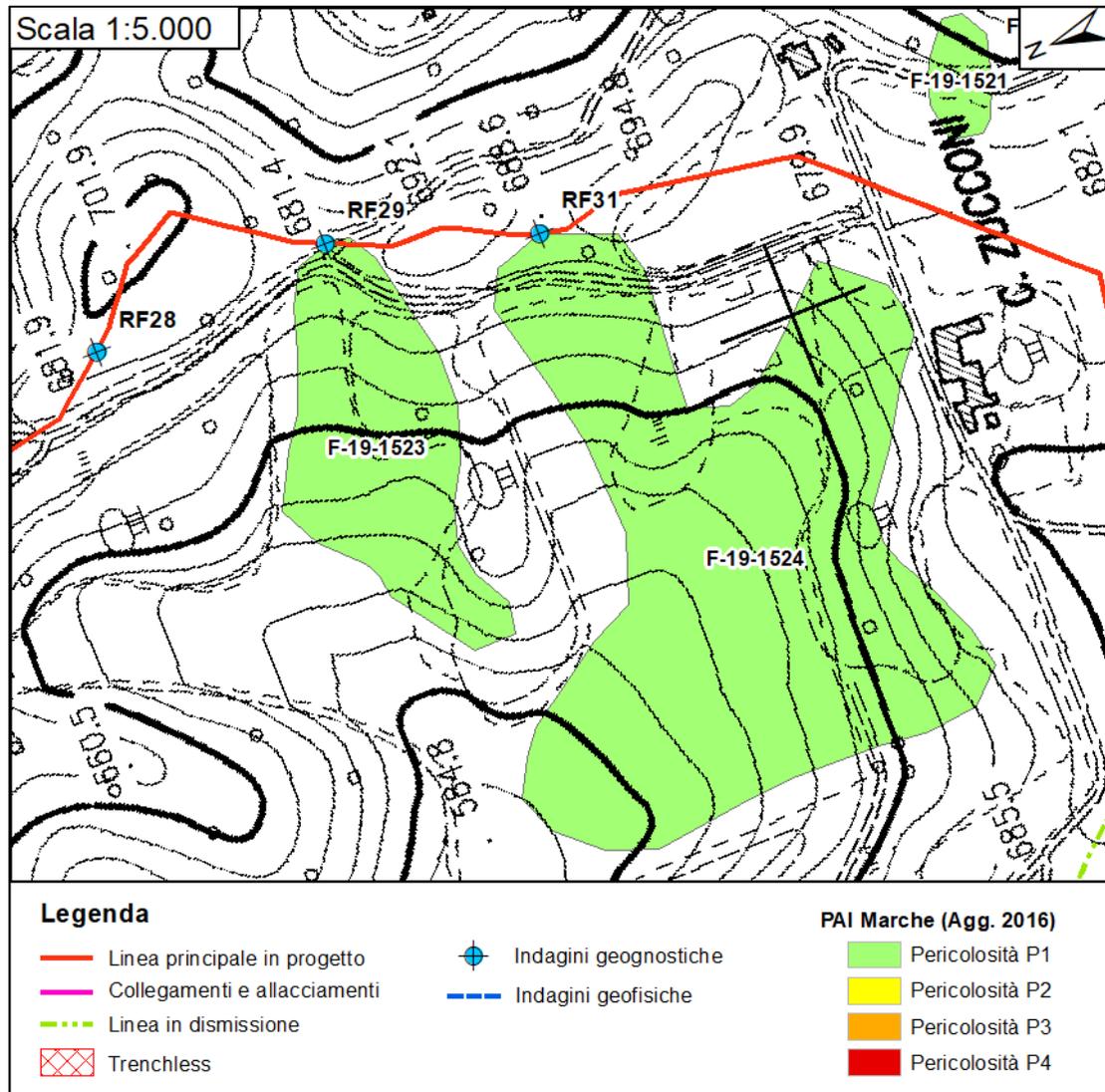


Fig. 6.3.5—A: Area 08: area PAI F-19-1523 (P1).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 103 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.5.1 *Descrizione dell'area*

L'area è ubicata lungo il versante orientale del rilievo collinare a sud di Colle Pizzulo, tra Contrada Zucconi e Contrada Montenero nel comune di Camerino; l'area presenta forma allungata - lobata (lunghezza di circa 300 m, larghezza massima inferiore a 100 m) ed occupa il settore superiore, fino al crinale della dorsale in corrispondenza di una sella dove è impostata la strada sterrata che conduce a Case Zucconi

Il versante interessato, con pendenza di circa il 20% e profilo superficiale piuttosto regolare, presenta una lunghezza di circa 350 m e interferisce con la linea principale in progetto per circa 20 m sul crinale a monte della strada sterrata che conduce a Case Zucconi.

In base alla cartografia geologica ufficiale, l'area PAI risulta caratterizzata a monte dall'affioramento della litofacies arenacea della Formazione di Camerino (FCIc), mentre a valle si estende la coltre di depositi eluvio-colluviali del Sintema del Musone (MUSb2).

Il settore attraversato risulta completamente impostato sui litotipi arenacei della Formazione di Camerino che formano il substrato litoide dell'area. Gli strati arenacei affiorano nel settore considerato e costituiscono l'ossatura dell'intera dorsale che si sviluppa tra Colle Pizzulo e Case Zucconi, in affioramento gli strati presentano giacitura con direzione NO-SE, immersione verso NE e inclinazione di circa 30 ° (vedi Fig. 6.3.5—Ba e Fig. 6.3.5—Bb).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 104 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.5—B:** Area 08: Panoramica del versante attraversato: a) particolare del substrato arenaceo affiorante lungo la strada in corrispondenza dell'interferenza del tracciato con l'area PAI, b) Particolare del settore di crinale compreso nell'area PAI.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 105 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.5.2 *Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni*

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, la ditta GIT service ha eseguito un'indagine geognostica consistita in:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo identificato in planimetria con RF29, fino ad una profondità di 15 m dal pc locale.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata nella Fig. 6.3.5—A, la stratigrafia del sondaggio geognostico è riportata nell'Allegato 2.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata dall'affioramento della formazione alterata costituita da limo sabbioso con sparsi clasti centimetrici, fino a circa 3.7 m di profondità, la quale poggia sulla formazione integra caratterizzata da un primo strato di calcarenite frantumata, passante a limo sabbioso e argilla marnosa. Tali litologie, compatibilmente a quanto riportato dalla cartografia geologica ufficiale, sono riconducibili alla litofacies arenacea della Formazione di Camerino (FCIc). Nel corso della campagna geognostica non è stata rilevata la presenza di venute idriche sino alle massime profondità investigate.

### 6.3.5.3 *Risultati della verifica tecnica di compatibilità*

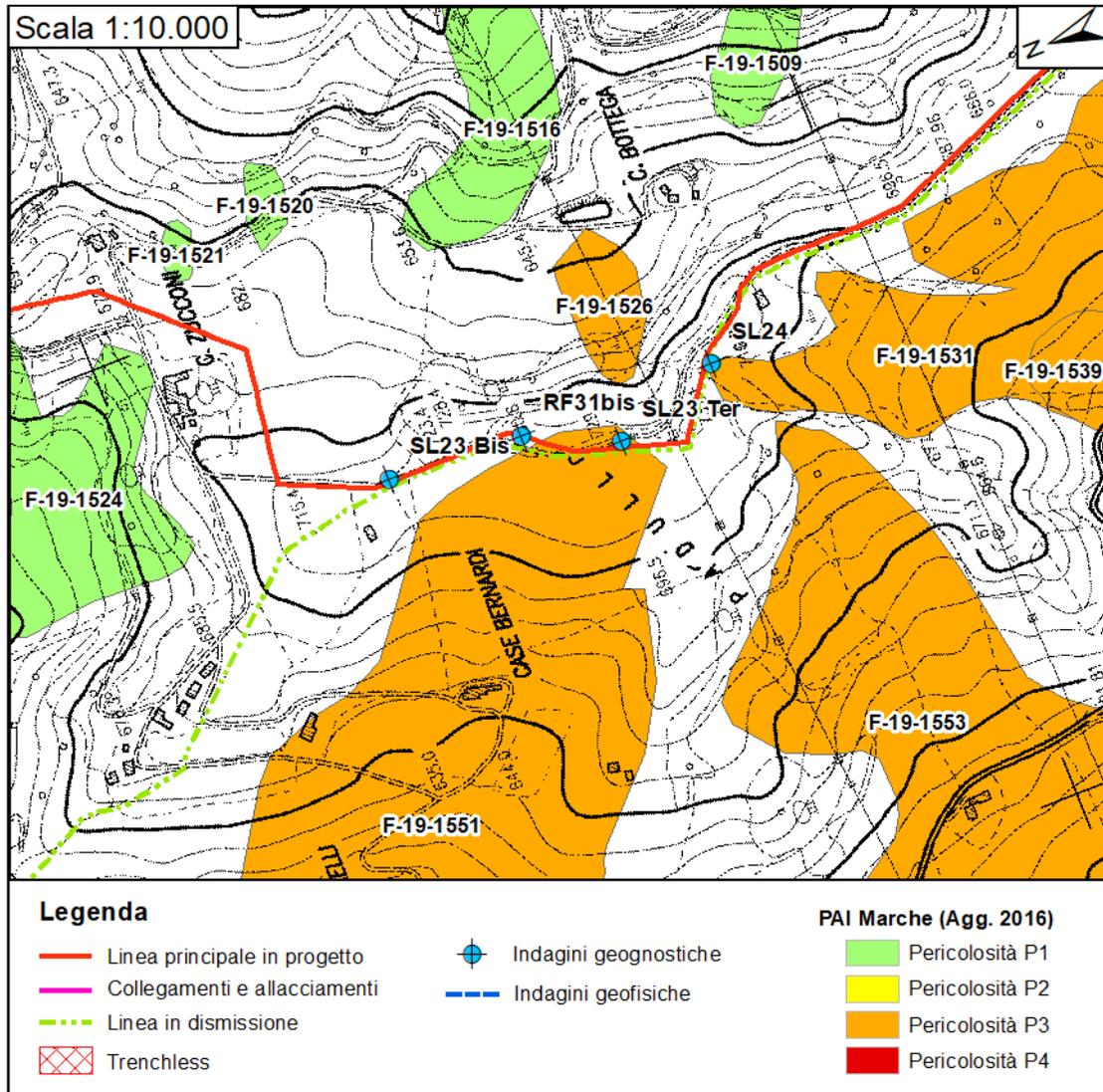
In base all'art. 12 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI dell'AdB della Regione Marche ("disciplina delle aree di versante in dissesto"), nelle aree a pericolosità AVD\_P1 e AVD\_P2 sono consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto delle vigenti normative tecniche.

L'area in dissesto si individua lungo il sottostante versante che delimita il settore occidentale del crinale, a destra della strada sterrata. I fenomeni interessano esclusivamente le coltri superficiali che ricoprono le arenarie della Formazione di Camerino che, rispetto al versante, si presentano in condizioni giaciture (reggipoggio). A seguito di ulteriori sopralluoghi effettuati e dall'analisi dei risultati forniti dal sondaggio, il contesto geologico-geomorfologico evidenzia la mancanza di indizi legati a movimenti gravitativi di varia natura interferenti con le opere in progetto. I lavori di realizzazione della condotta andranno a interessare esclusivamente il settore di crinale in cui il substrato arenaceo è sub-affiorante. Alla luce di quanto sopra descritto, non si prevedono opere di stabilizzazione del versante in dissesto, in quanto tale settore non sarà interessato dai lavori di realizzazione della condotta. Per il ripristino dell'area, pertanto, si prevedono le normali sistemazioni di linea, il ripristino della strada e la regimazione superficiale delle acque di ruscellamento mediante canalette in terra lungo la strada.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con codice F-19-1523, a pericolosità moderata (P1), esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 106 di 119	

**6.3.6 Area 07: area PAI F-19-1551 (P3) – Linea principale**



**Fig. 6.3.6—A: Area 09: area PAI F-19-1551 (P3).**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 107 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.6.1 *Descrizione dell'area*

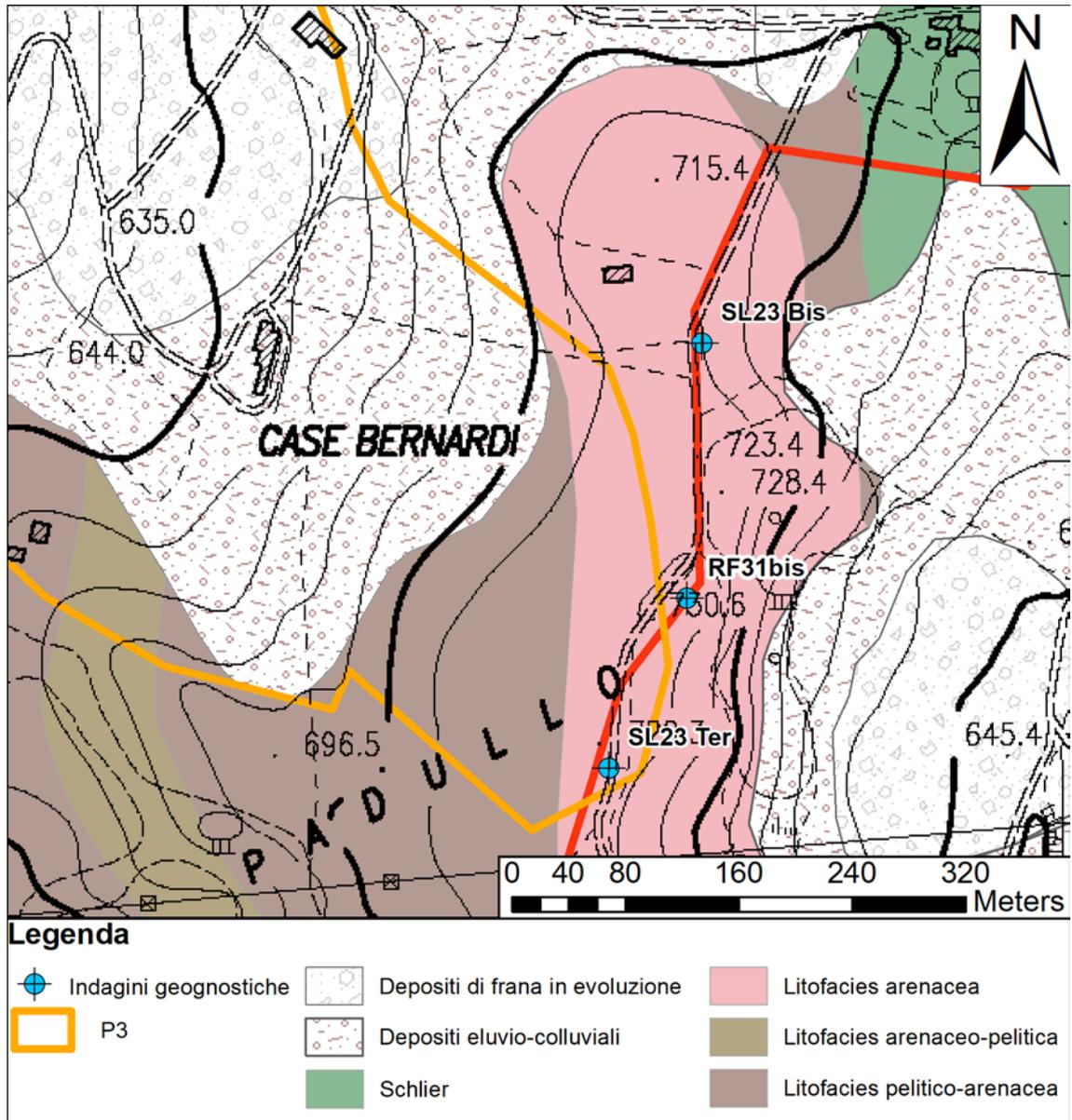
L'area individuata si sviluppa lungo il versante occidentale della dorsale di Padullo, compreso tra gli abitati di C. Zucconi e Case Bernardi, nel comune di Camerino. La linea principale in progetto lambisce il versante caratterizzato da un'area PAI, censita dall'AdB della Regione Marche con codice F-19-1551, nel settore apicale del rilievo.

L'area, classificata con Indice di Pericolosità P3 (pericolosità elevata), è rappresentata da una frana con attività complessa. Il dissesto, di notevoli dimensioni, è caratterizzato da una forma allungata-lobata con lunghezza di circa 1200 m ed una larghezza di circa 800 m.

Si precisa che la linea in progetto lambisce tale dissesto per un tratto di circa 150 m nella zona di coronamento, ovvero nella zona di cresta del rilievo in corrispondenza della strada che da C. Zucconi va verso Colle Tenosa.

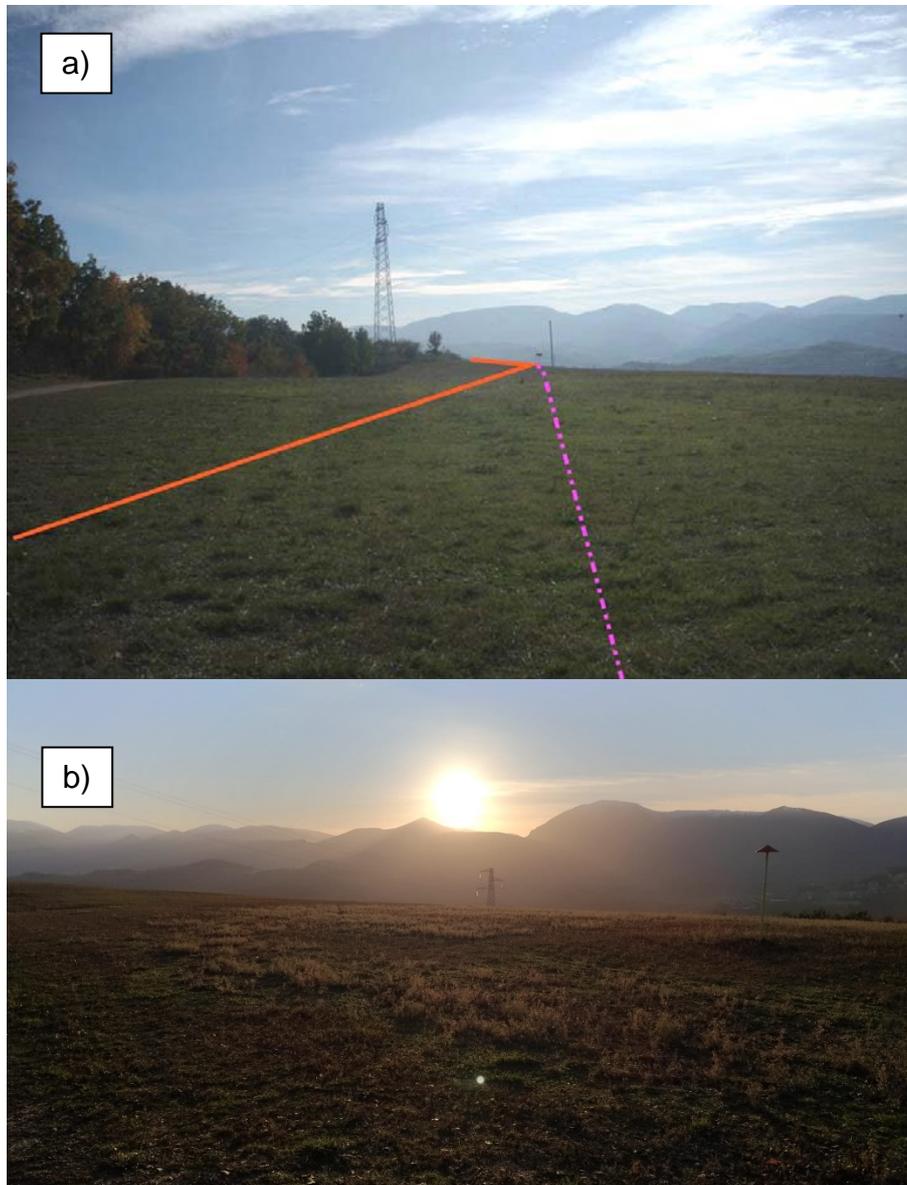
La frana cartografata nella sezione Monte Fiungo della Carta Geologica Regionale 1:10.000 ha forma e dimensioni differenti, essendo situata invece a valle di C. Bernardi e non comprendendo l'area di crinale. La cartografia geologica ufficiale, nel tratto di interesse, evidenzia l'affioramento di un substrato rappresentato dalla litofacies arenacea appartenente alla Formazione di Camerino (FC1c).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 108 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.6—B** Area 07 – Stralcio della cartografia geologica ufficiale della Regione Marche con ubicazione indagini e perimetro area PAI.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 109 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.6—C: Area PAI F-15-1551 (P3). Panoramica dell'area attraversata: a) settore di crinale compreso nell'area PAI vista in senso gas, b) vista dalla strada.**

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 110 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.6.2 *Caratteristiche stratigrafiche dei terreni*

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche dei terreni presenti nell'attraversamento in esame, la ditta METHODODO, ha eseguito un'indagine geognostica consistita in:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo identificato in planimetria con SL23ter, spinto fino alla profondità di 10 m dal pc locale.

L'ubicazione della verticale del sondaggio è riportata nella Fig. 6.3.6—A, mentre per la stratigrafia si rimanda all'Allegato 2.

L'esame dei dati stratigrafici ha messo in evidenza la presenza di substrato caratterizzato da una successione stratigrafica formata da sabbia limosa, alternanza di livelli sabbiosi e limosi molto consistenti passanti ad argilla con sabbia e argilla marnosa compatta più in profondità. Tali litologie, compatibilmente a quanto riportato dalla cartografia geologica ufficiale, sono riconducibili alla litofacies arenacea della Formazione di Camerino (FC1c).

### 6.3.6.3 *Risultati della verifica tecnica di compatibilità*

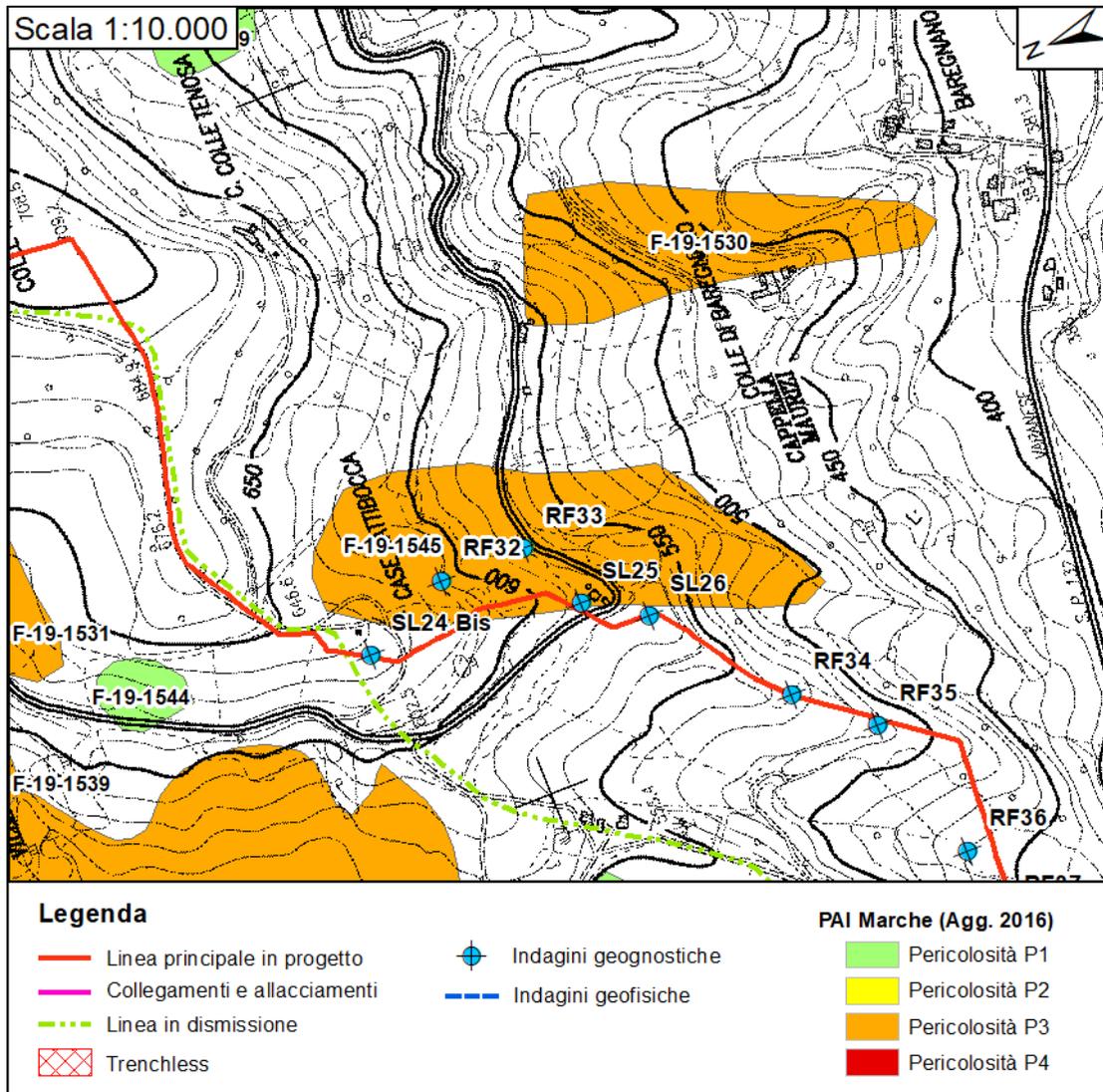
Il tracciato interferisce con l'area individuata in cresta, in un'area sub-pianeggiante. I sopralluoghi effettuati e l'analisi dei risultati forniti dal sondaggio mostrano che l'opera attraversa terreni caratterizzati dalla formazione arenacea affiorante (Formazione di Camerino) con buone caratteristiche geomeccaniche come si evince dalle prove geotecniche in situ condotte nel corso del sondaggio (misure speditive con Pocket penetrometer e Torvane, S.P.T.).

I dissesti censiti nel PAI si sviluppano nel sottostante versante e in particolare nell'ampia conca dove sono ubicati i due nuclei abitati di C. Bernardi e C. Santarelli. La frana cartografata nella sezione Monte Fiungo della Carta Geologica Regionale 1:10.000 è situata a valle di C. Bernardi e interessa i depositi eluvio colluviali che, sul versante, ricoprono il substrato formato dalle torbiditi pelitico – arenacee della Formazione di Camerino che costituiscono l'ampio crinale di Padullo. Alla luce di quanto descritto, l'area interessata dai lavori di costruzione della condotta in progetto e di rimozione di quella esistente risulta stabile. Pertanto, in considerazione della morfologia dell'area sia per la posa della condotta in progetto sia per la rimozione di quella esistente, si prevedono esclusivamente i normali ripristini di linea e non si prevedono opere di stabilizzazione dei settori di versante adiacenti alle condotte in quanto non interessati da dissesti in atto.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area PAI con codice F-19-1551, a pericolosità elevata (P3), esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		<b>Rev.</b> <b>0</b>
		Fg. 111 di 119	

**6.3.7 Area 08: area PAI F-19-1545 (P3) – Linea principale**



**Fig. 6.3.7—A: Area 10: area PAI F-19-1545 (P3).**

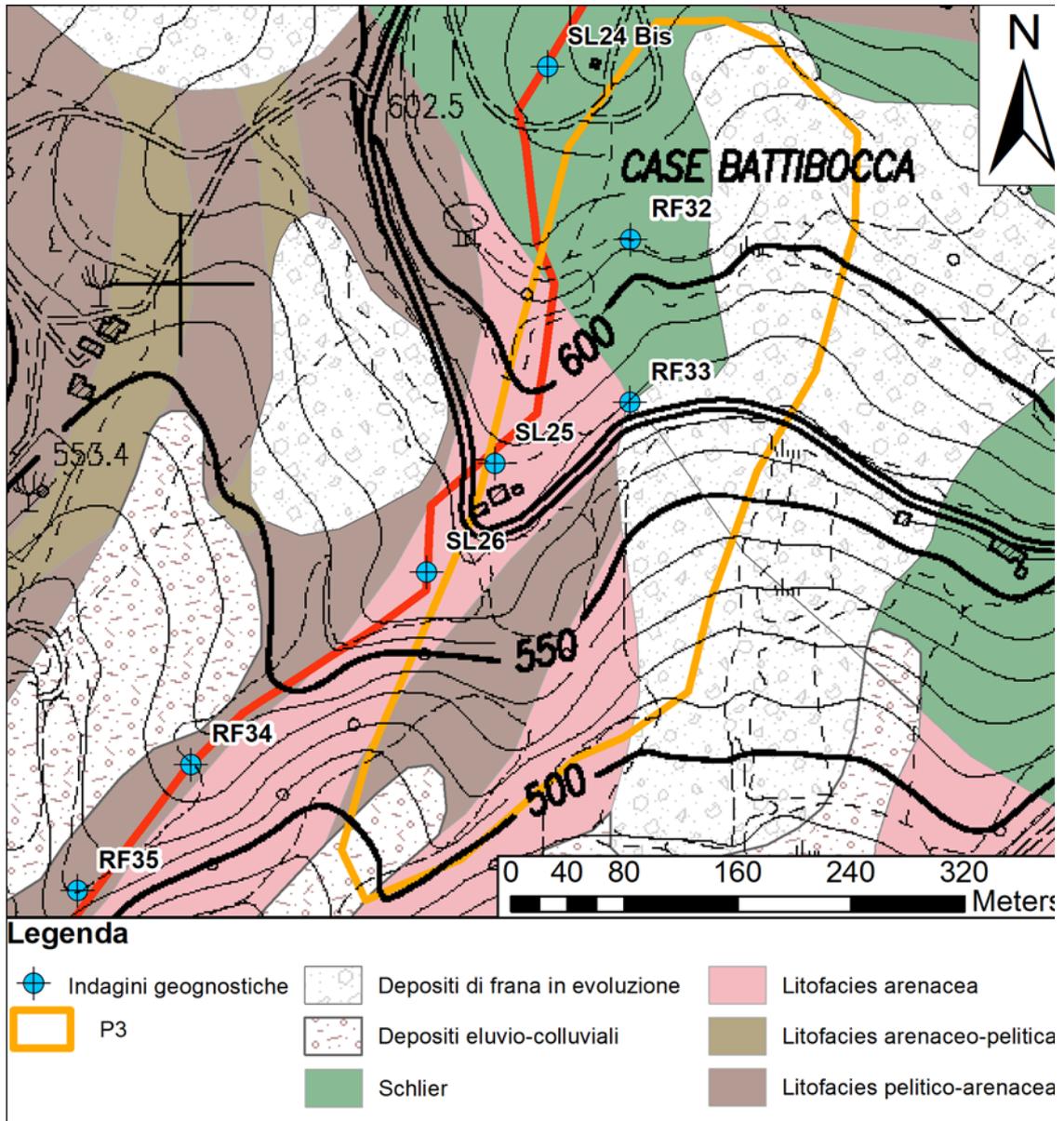
<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 112 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.7.1 *Descrizione dell'area*

L'area F-19-1545, classificata con indice di pericolosità P3 (pericolosità elevata), è rappresentata da un dissesto piuttosto esteso sul versante orientale della dorsale che da Colle Tenosa discende verso la valle del rio S: Luca, circa 1 km a nord-ovest della frazione Santa Lucia di Camerino in località Case Battibocca.

Il dissesto in oggetto, catalogato come colamento, presenta forma allungata con larghezza di circa 200 m e lunghezza di circa 650 m; il fianco occidentale dell'area corrisponde alla linea di crinale della dorsale. La tubazione in progetto interferisce l'area P3 per circa 150 m attraversandola in cresta, dove la carta geologica riporta le formazioni dello Schlier (SCH) e la litofacies arenacea della formazione di Camerino (FCIc). Nella Carta Geologica Regionale 1:10000 non sono segnalati dissesti lungo l'attraversamento, mentre depositi di frana in evoluzione sono riportati più a valle e limitati alla parte inferiore del versante (Fig. 6.3.7—B).

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)	Fg. 113 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.7—B:** Area 06 – Stralcio della cartografia geologica ufficiale della Regione Marche con ubicazione indagini e perimetro area PAI.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 114 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 6.3.7—C:** Area 10: area PAI F-19-1545 (P3). Panoramica del versante interessato: vista del crinale attraversato dalla condotta di progetto

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 115 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 6.3.7.2 *Caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni*

Al fine di definire la natura litologica e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame, la ditta METHODO ha eseguito un'indagine geognostica nel periodo di maggio 2010, consistita in:

- n. 1 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificato in planimetria con SL25, spinto fino ad una profondità di 10 m dal pc locale.

Ad integrazione delle indagini disponibili, la ditta G.I.T. Service ha eseguito un'indagine geognostica nel periodo di gennaio 2019, consistita in:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificato in planimetria con RF32 e RF33, spinti rispettivamente fino ad una profondità di 15 m e 20 m dal pc locale.

I campioni di terreno prelevati nel corso dell'indagine sono stati trasportati presso l'Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici (ISMGEO) ove sono state eseguite prove per la classificazione geotecnica dei terreni e le prove meccaniche per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio.

L'ubicazione della verticale di indagine è riportata nella Fig. 6.3.7—A, le stratigrafie dei sondaggi geognostici sono riportate nell'Allegato 2 della presente relazione.

L'esame dei dati stratigrafici e geotecniche ha messo in evidenza una successione stratigrafica caratterizzata da una coltre di copertura superficiale esigua nella zona di cresta (in corrispondenza dell'attraversamento della linea in progetto) e di circa 2 m al limite dell'area individuata dalla carta geologica. I sondaggi RF32 e SL25 riportano da circa 1 m alternanze di sabbia da mediamente a fortemente addensata con alternanze argillose fortemente consistenti, riconducibili alla formazione di Camerino, mentre a circa 10 m è rinvenuto il substrato costituito da argilla marnosa.

### 6.3.7.3 *Risultati della verifica tecnica di compatibilità*

Il tracciato di progetto attraversa l'area individuata dal PAI per un breve tratto di circa 150 m lungo la cresta dove la morfologia del rilievo, le caratteristiche e le condizioni del substrato arenaceo indicano condizioni di stabilità geologica; infatti dai sondaggi eseguiti lungo l'attraversamento, risulta che al di sotto della coltre di terreno vegetale i litotipi presenti sono costituiti da terreni sabbiosi, arenacei e argillitici della Formazione di Camerino con buone caratteristiche geomeccaniche, come mostrato dalle prove geotecniche in situ condotte nel corso del sondaggio (misure speditive con Pocket penetrometer e Torvane, esecuzione di S.P.T.).

L'area interessata da movimenti franosi che determina l'area PAI si individua nell'ampia conca a est della cresta interessata dal tracciato in progetto, a una distanza di circa 60-100 m dal tracciato. Nella Carta Geologica Regionale 1:10.000, infatti, è cartografata una vasta area interessata da colamento. Il tracciato risulta esterno al dissesto rilevato, pertanto non si prevedono interventi di stabilizzazione del dissesto che non verrà in alcun caso interessato dai lavori di realizzazione della condotta. Tuttavia, in considerazione della conformazione del versante e al fine di migliorare le condizioni di stabilità dei materiali di rinterro lungo la discesa si prevede la realizzazione, al di sotto della condotta, di tratti di trincea drenante sottocondotta a cui si alterneranno brevi segmenti di letto di posa drenante. Tali interventi, oltre a contribuire al miglioramento delle condizioni di stabilità dei materiali di rinterro,

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 116 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

impediranno eventuali infiltrazioni d'acqua lungo la trincea, garantendo la stabilità del settore di crinale interessato dai lavori.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza di tale area esista la compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 117 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 7 INTERFERENZE DELLA LINEA IN DISMISSIONE CON LE AREE PAI A PERICOLOSITÀ MODERATA (P1)

Lungo la linea in dismissione, la condotta fuori esercizio sarà rimossa ripristinando le condizioni morfologiche e le opere di stabilizzazione esistenti (come opere di sostegno e di drenaggio).

Nei tratti di linea in dismissione ricadenti in aree PAI, i lavori di rimozione non comporteranno un aggravio delle preesistenti condizioni di stabilità del versante.

Si consideri che i lavori per la rimozione della condotta fuori esercizio e del successivo rinterro della trincea non comportano sostanziali modifiche delle condizioni di stabilità dei versanti preesistenti ai lavori di rimozione, in quanto poco invasivi e richiedenti movimenti terra di ridotta entità.

Infatti, le principali fasi di lavoro consistono in:

- a) scotico di terreno nella fascia a cavallo della condotta;
- b) taglio della condotta in sezioni individuate in base alla lunghezza da rimuovere, alle condizioni morfologiche delle aree, alla presenza d'infrastrutture, ecc.;
- c) estrazione della condotta, per ogni tratto, procedendo con idonei mezzi di tiro e/o di sollevamento;
- d) ripristini morfologici e delle opere di stabilizzazione, se presenti.

Per quanto riguarda l'ultima fase di lavoro, si evidenzia che:

- le opere di stabilizzazione, se presenti, saranno ricostruite come preesistenti;
- i drenaggi verranno ripristinati in modo da assicurarne la loro continuità funzionale;
- le opere di drenaggio superficiale (cunette, fascinate, ecc.) verranno ricostruite.

In aggiunta, è da evidenziare che la condotta in dismissione è generalmente posizionata sulla massima pendenza dei versanti; conseguentemente, tale configurazione non comporta scavi o allentamenti di terreno trasversali al potenziale movimento gravitativo.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 118 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 8 CONCLUSIONI

Nel presente studio, relativo al progetto “Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito) DN 650 (26”), DP 75 bar ed opere connesse”, sono descritte le interferenze dei tracciati in progetto ed in dismissione con le aree PAI individuate nel Piano di Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità del Bacino Regionale delle Marche.

Le aree PAI sono state oggetto di indagini geognostiche che hanno consentito la definizione del Modello geologico del sottosuolo. Le analisi di stabilità eseguite sulla base del modello geologico ricostruito non evidenziano situazioni critiche né in condizioni statiche, né sismiche. Le verifiche eseguite indicano che l’opera in progetto è compatibile con le condizioni di stabilità delle aree analizzate.

<b>CLIENTE</b> 	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Regione Umbria		<b>SPC. LA-E-83014</b>	
<b>WBS CLIENTE</b> NR/19136	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Recanati – Foligno (fraz. Colfiorito)		Fg. 119 di 119	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 9 BIBLIOGRAFIA

Kulhawy, F. H., & Mayne, P. W. (1990). Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design. Ostigov. <https://doi.org/EPRI-EL-6800>

Robertson, P. K. (2010). Estimating in-situ state parameter and friction angle in sandy soils from CPT. Proceedings of the 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, 10(1985), 2–43.

Robertson, P. K., & Cabal, K. L. (2010). Estimating soil unit weight from CPT. 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, (May), 8 p.

Schertmann, John. (1978). Guidelines for cone penetration test: performance and design. no. FHWA-TS-78-209 (p. 145).