

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 1 di 73

**Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti**  
**Tratto: Recanati – San Benedetto del Tronto**  
**DN 650 (26"), DP 75 bar ed opere connesse**

**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

**Annesso A**

**Relazione Geologica**  
 e  
**Indagini Geognostiche**

0	Emissione	Rocchetti	Guidotti	Sciosci	Nov. '17
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 2 di 73  Rev. <b>0</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
1.1	Scopo dell'opera	4
1.2	Documentazione di riferimento	5
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE</b>	<b>8</b>
3.1	Premessa	8
3.2	Inquadramento geologico	8
3.3	Assetto strutturale	11
3.4	Inquadramento geomorfologico	11
3.5	Assetto litologico-morfologico lungo le linee di progetto	12
3.5.1	Metanodotto Ravenna – Chieti DN 650 (26"): Tratto Recanati – S. Benedetto del Tronto	12
3.5.2	Derivazioni e allacciamenti in progetto	13
3.6	Suddivisione dei tracciati per caratteristiche orografiche	16
3.7	Suddivisione dei tracciati per litologia e scavabilità	17
3.8	Rappresentazione cartografica	18
3.8.1	Depositi continentali quaternari	19
3.8.2	Depositi marini quaternari	20
3.8.3	Successione plio-pleistocenica	20
3.8.4	Geomorfologia	21
<b>4</b>	<b>AMBIENTE IDRICO</b>	<b>22</b>
4.1	Idrologia superficiale	22
4.1.1	Bacino del fiume Potenza	23
4.1.2	Bacino del fiume Chienti	23
4.1.3	Bacino del fiume Tenna	24
4.1.4	Bacino del fiume Aso	24
4.1.5	Bacino del fiume Tronto	25
4.2	Caratteristiche idrografiche lungo il tracciato dei metanodotti	25
4.3	Idrogeologia	26

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 3 di 73 Rev. <b>0</b>

<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA</b>	<b>38</b>
5.1	Sismicità storica	38
5.2	Caratterizzazione sismogenetica	42
5.3	Pericolosità sismica di base	49
5.4	Risposta sismica locale	52
5.4.1	Categoria di sottosuolo	52
5.4.2	Categoria topografica	54
<b>6</b>	<b>INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)</b>	<b>60</b>
6.1	Interferenze dei tracciati con le aree a Pericolosità Idraulica	60
6.1.1	Compatibilità idraulica delle opere in progetto	64
6.2	Interferenze con aree a rischio e pericolosità geomorfologica	65
6.2.1	Esame delle interferenze	67
<b>7</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE</b>	<b>70</b>
7.1	Sondaggi geognostici	70
7.2	Prove penetrometriche	72
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>73</b>

### INDICE DEGLI ALLEGATI

<b>ALLEGATO 1:</b>	<b>Dis. LB-D-83209 rev. 0 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA (scala 1:10.000)</b>
<b>ALLEGATO 2:</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE (ALLEGATI 2A E 2B)</b>

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 4 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1 PREMESSA

La presente Relazione Geologica costituisce uno specifico annesso al Progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'opera denominata "Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26")", DP 75 bar ed opere connesse" che ha come principale intervento la realizzazione di nuovo gasdotto, in sostituzione dell'esistente, che dal comune di Recanati raggiungerà il comune di San Benedetto del Tronto. Nel suo percorso la linea interesserà, in particolare, le province di Macerata, Fermo ed Ascoli Piceno, estendendosi fra i territori comunali di Recanati, Montelupone, Potenza Picena, Montecosaro, Civitanova Marche, in provincia di Macerata, Sant'Elpidio a Mare, Porto Sant'Elpidio, Fermo, Lapedona, Altidona, Campofilone, Pedaso, in provincia di Fermo e Massignano, Cupra Marittima, Grottammare, San Benedetto del Tronto, Acquaviva Picena, Montepredone, in provincia di Ascoli Piceno.

### 1.1 Scopo dell'opera

#### *Premessa*

Il rifacimento del metanodotto Ravenna – Chieti DN 650 ( 26"), DP 75 bar consiste nella realizzazione di una nuova condotta di 331,2 km circa in sostituzione di quella esistente.

Il Progetto è stato suddiviso in due tratti funzionali consistenti in:

- RAVENNA - RECANATI il cui sviluppo è pari a 178,5 Km;
- RECANATI - CHIETI il cui sviluppo è pari a 152,7 Km.

Il metanodotto RECANATI - CHIETI è stato suddiviso a sua volta in ulteriori due tratti funzionalmente autonomi identificati come segue:

- **Tratto "Recanati - San Benedetto del Tronto" per una lunghezza di circa 76,70 km oggetto della presente istanza;**
- Tratto "San Benedetto del Tronto – Chieti" per una lunghezza di circa 75,970 km, oggetto di altra istanza.

#### *Scopo dell'opera*

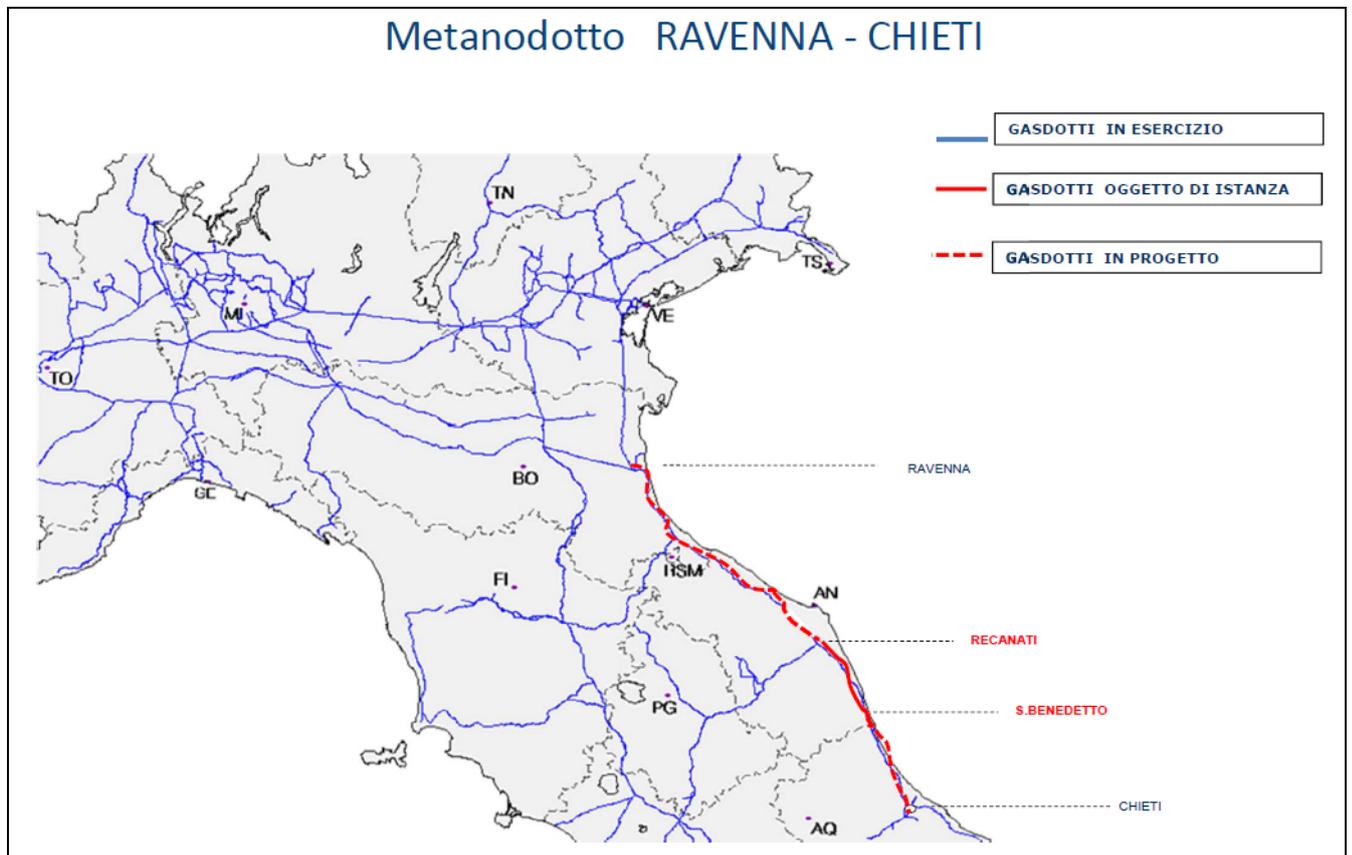
Snam Rete Gas opera sulla propria rete il servizio di trasporto del gas naturale, per conto degli utilizzatori del sistema, in un contesto regolamentato dalle direttive europee (da ultimo la Direttiva 2009/73/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 luglio 2009 relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale), dalla legislazione nazionale (Decreto Legislativo 164/00, legge n° 239/04 e relativo decreto applicativo del Ministero delle Attività Produttive del 28/4/2006) e dalle delibere dell'Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico.

Snam Rete Gas provvede a programmare e realizzare le opere necessarie per il mantenimento dei metanodotti e degli impianti esistenti al fine di assicurare il servizio di trasporto attraverso un sistema sicuro, efficiente ed in linea con le moderne tecnologie costruttive.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 5 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il metanodotto esistente Recanati – San Benedetto del Tronto attraversa la regione Marche con andamento nord-sud e garantisce il collegamento con i metanodotti della Rete Nazionale, met. Ravenna - Chieti esistente e met. Recanati - Foligno. Tale importante connessione risulta necessaria al fine di garantire flessibilità e sicurezza al servizio di trasporto verso gli utilizzatori del sistema dell'area centrale del Paese.

Il rifacimento del suddetto metanodotto, che sostituirà totalmente l'esistente interesserà le provincie di Macerata, Fermo, Ascoli Piceno, e contribuirà in modo sostanziale, a migliorare la flessibilità e la sicurezza dell'esercizio della rete per il trasporto di gas naturale tra le direttive Nord - Sud e viceversa. Inoltre l'impiego delle moderne tecniche realizzative permetterà di superare aree geologicamente complesse e soggette a fenomeni di instabilità contribuendo così, con maggior efficienza, alla salvaguardia della sicurezza del trasporto.



## 1.2 Documentazione di riferimento

La presente relazione cita, e si riferisce per approfondimenti, ai seguenti documenti allegati allo Studio di Impatto Ambientale (rif. SPC. LA-E-83010 rev. 0):

All. 5: LB-D-83213 rev. 0 PIANI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 6 di 73

All. 7 LB-D-83201 rev. 0 TRACCIATO DI PROGETTO (scala 1:10.000)

All. 12 LB-D-83209 rev. 0 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA (scala 1:10.000); questo elaborato è allegato anche alla presente relazione come Allegato 1.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 7 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La condotta in progetto "Rifacimento met. Ravenna – Chieti, tratto Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26"), DP 75 bar" verrà a sostituire il metanodotto in esercizio "Ravenna – Chieti, tratto Recanati - San Benedetto del Tronto, DN 650 (26"), MOP 70 bar" percorrendo il territorio, ove possibile, nello stesso corridoio individuato dalla condotta esistente, salvo localizzate varianti ed ottimizzazioni di tracciato, interessando, in gran parte, i medesimi territori comunali.

Il progetto in esame si articola in una serie di interventi il principale dei quali riguarda la posa di una nuova condotta DN 650 (26") della lunghezza di 76,700 km. La nuova linea andrà a sostituire il metanodotto esistente "Ravenna – Chieti, tratto Recanati - San Benedetto del Tronto, DN 650 (26"), MOP 70 bar" della lunghezza di 70,820 km, di cui è prevista la rimozione e, completerà l'intervento, l'adeguamento delle linee secondarie di vario diametro che, prendendo origine dal metanodotto esistente DN 650 (26"), garantiscono l'allacciamento al bacino di utenza marchigiano percorso dalla stessa condotta. Detto adeguamento si attua attraverso la contestuale realizzazione di n. 34 nuove linee secondarie e la dismissione di n. 34 tubazioni secondarie esistenti.

In sintesi, il progetto prevede la messa in opera di:

- una condotta principale DN 650 (26") lunga 76,700 km;
- trentaquattro linee secondarie di vario diametro per una lunghezza complessiva pari a 16,910 km;

e la dismissione di:

- una condotta DN 650 (26") per uno sviluppo lineare complessivo di 70,820 km;
- trentaquattro linee di vario diametro per uno sviluppo totale di 15,795 km.

Si evidenziano alcuni tratti particolari, di seguito elencati, in cui si prevede:

- *condotta principale in progetto - tratti di tubazione esistente da mantenere in esercizio in cui verrà posato solo il cavo telecomando:*
  - dal km 4,910 al km 5,240 per una lunghezza complessiva pari a 0,330 km;
  - dal km 32,355 al km 32,830 per una lunghezza complessiva pari a 0,475 km;
  - dal km 38,720 al km 39,715 per una lunghezza complessiva pari a 0,995 km.
- *condotta principale in dismissione - tratti di tubazione già dismessi, non oggetto d'intervento:*
  - dal km 4,485 al km 4,815 per una lunghezza complessiva pari a 0,330 km;
  - dal km 29,040 al km 29,460 per una lunghezza complessiva pari a 0,420 km;
  - dal km 35,905 al km 36,905 per una lunghezza complessiva pari a 1,000 km.

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 8 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

#### 3.1 Premessa

Il territorio di studio è coperto dai fogli geologici CARG, in scala 1:100000 Ancona, Fermo, Ascoli Piceno, dalla cartografia regionale in scala 1:10.000 delle Regioni Marche e parzialmente dai fogli CARG a scala 1.50.000 Macerata e Civitanova Marche.

Per la redazione della carta “Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia”, scala 1:10000 (vedi Dis. LB-D-83209) si è fatto riferimento alla cartografia in scala 1:10.000 della Regione Marche, che ricopre integralmente il territorio di studio.

Relativamente all’analisi della pericolosità e del rischio connessi con la dinamica dei versanti e con la dinamica fluviale è stato tenuto conto dei documenti cartografici e delle relazioni generali del Piano stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI Marche) e del Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico del fiume Tronto.

Tutti i lavori e le pubblicazioni di argomento geologico consultati per l’elaborazione del rapporto sono riportati in bibliografia.

#### 3.2 Inquadramento geologico

Il tracciato del metanodotto attraversa unità geologiche appartenenti alla Successione plio-pleistocenica del Bacino periadriatico marchigiano-abruzzese ed ai depositi continentali quaternari che la ricoprono in modo discontinuo.

La Successione plio-pleistocenica si è deposta in una bacino subsidente, formatosi nella parte esterna dell’edificio a *thrust* dell’Appennino Centrale, mentre la parte interna andava incontro a fenomeni di progressivo sollevamento ed emersione (Bigi *et al.*, 1995).

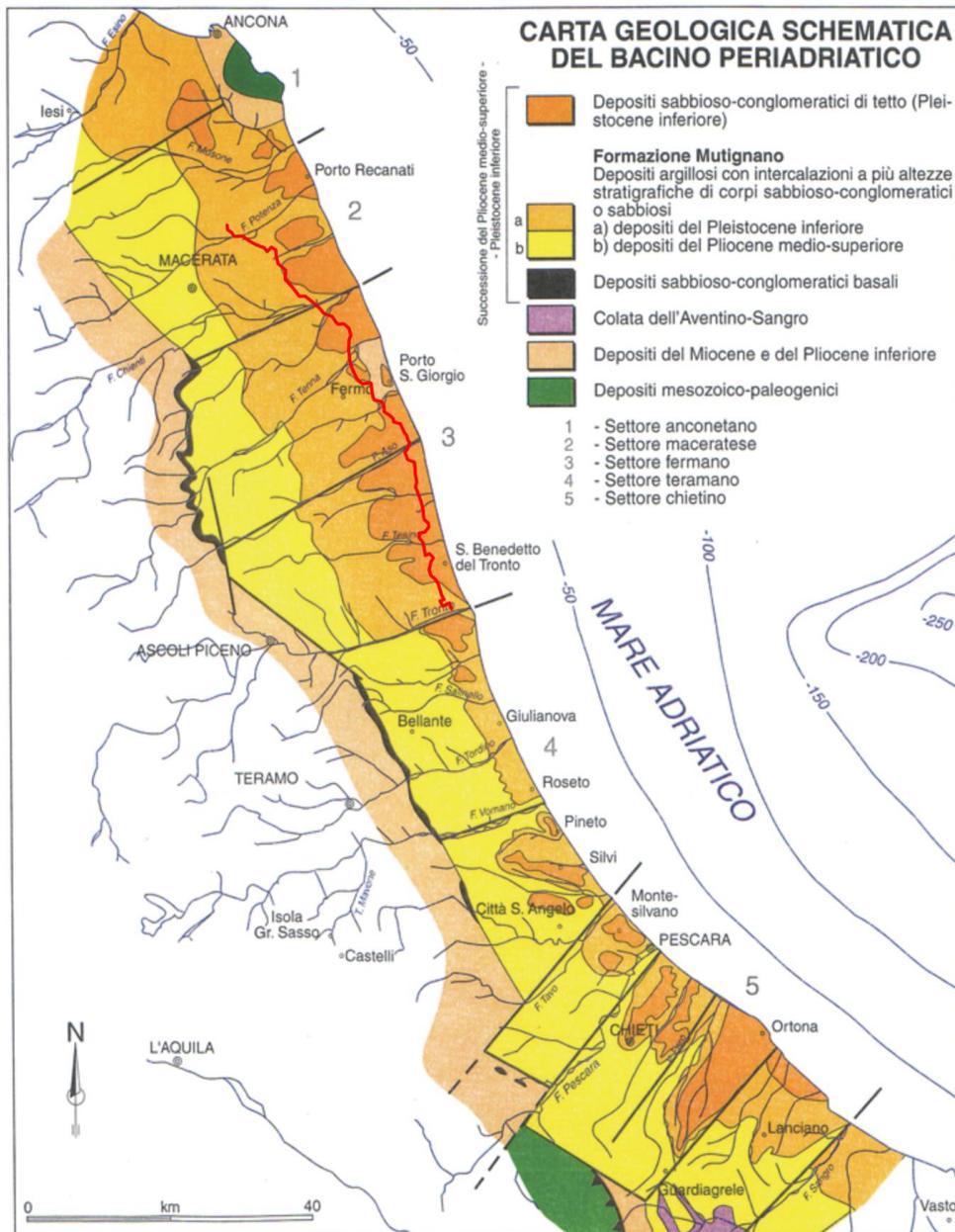
Seguendo lo schema di Centamore *et al.* (2009), la base della successione Plio-Pleistocenica è caratterizzata da depositi sabbioso-conglomeratici di ambiente neritico-litorale, affioranti al margine occidentale del bacino periadriatico, all’esterno del territorio di studio. Su tali depositi sabbioso-conglomeratici poggia una potente successione pelitica all’interno della quale si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti sabbioso-conglomeratici o sabbioso-argillosi a geometria tabulare o lenticolare (Argille Azzurre).

Superiormente la successione è chiusa in discordanza da depositi neritico-litorali, sabbioso-conglomeratici, del Siciliano (Formazione di Fermo). All’interno della successione siciliana i depositi conglomeratici, intercalati a più livelli nelle sabbie litorali, evidenziano la progradazione delle facies deltizie.

Le successioni neogenico-pleistoceniche si sono deposte in bacini caratterizzati da una fisiografia piuttosto complessa, in gran parte ereditata dalle fasi tettoniche precedenti e in continua evoluzione per gli effetti di una intensa tettonica sin-

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 9 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

sedimentaria, caratterizzata da eventi compressivi con direzione di raccorciamento NE-SO, che hanno riattivato in parte le strutture a *thrust* prodottesi nel Pliocene inferiore. Il bacino si è articolato in una serie di dorsali e depressioni sia ad andamento longitudinale che trasversale. Faglie trasversali ed oblique hanno suddiviso a loro volta i bacini in diversi settori a differente evoluzione tettonico- sedimentaria. Le dorsali sono costituite da anticlinali in crescita al disopra di incipienti *thrust*, probabilmente sviluppatasi per processi di inversione tettonica su antiche faglie normali listriche immergenti ad ovest.



**Fig.3.2/A:** Carta geologica schematica del bacino periadriatico. In rosso il tracciato in progetto (da: Centamore et al., 2009, modificato).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 10 di 73	<b>Rev.</b> 0

Il bacino periadriatico (Bigi *et al.*, 1995) risulta quindi differenziato, da nord a sud, in quattro settori (anconetano, fermano, teramano e chietino) i primi due dei quali rientrano nel territorio di studio.

Il settore anconetano è caratterizzato fino al Pliocene superiore da condizioni di alto morfologico, fino in parte all'emersione; nel Pleistocene inferiore esso subisce un parziale annegamento, cui corrisponde una sedimentazione prevalentemente argillosa. Nel Pleistocene medio infine si registra un ciclo trasgressivo delimitato a tetto ed a letto da depositi grossolani, depositi in ambienti di piattaforma e spiaggia.

Nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore il settore fermano rappresenta la parte più depressa del bacino, in cui si deposita una potente sequenza argillosa, di ambiente profondo, fino a batiale, interrotta da intercalazioni di depositi torbiditici clastici grossolani. Nel Pleistocene medio-superiore si ha una netta diversificazione delle condizioni fisiografiche del settore, con sedimentazione sabbioso-ghiaiosa di ambiente da piattaforma a spiaggia, a delta conoide, o argillosa con crostoni travertinosi (stagni costieri).

In discordanza sui vari termini della successione marina plio-pleistocenica affiorano depositi continentali del Pleistocene medio basale, di ambiente da conoide alluvionale a piana alluvionale, a lago costiero. Il paesaggio continentale era caratterizzato, ai piedi dei rilievi occidentali, da una serie di conoidi alluvionali coalescenti, che bordavano un'ampia piana alluvionale, in cui si sviluppava un reticolo idrografico di tipo *braided*, limitata verso est da laghi costieri (Centamore *et al.*, 2009).

I depositi continentali di origine fluviale, ampiamente diffusi nel territorio, sono tradizionalmente suddivisi in quattro ordini di terrazzi (Cantalamessa *et al.*, 2004) e classificati, nella più recente cartografia geologica, all'interno di diversi Sintemi. Le alluvioni del primo e del secondo ordine sono attribuite al Pleistocene inferiore-medio, quelle del terzo ordine al Pleistocene superiore, mentre il quarto ordine appartiene all'Olocene.

Dove terminano i rilievi collinari, esiste una fascia litorale relativamente poco estesa (da qualche centinaio di metri a circa un chilometro) formata da sedimenti di origine marina di variabile granulometria, da sabbie fini a ghiaie. Solo localmente sono presenti dune di limitate dimensioni, stabilizzate da vegetazione arborea e arbustiva.

I versanti di tutto il territorio sono interessati da estese coperture detritiche rappresentate principalmente da depositi eluvio – colluviali, sviluppati a spese delle sequenze argillose e argilloso-limose Plio-Pleistoceniche.

Molto diffusi nei versanti costituiti da litotipi argilloso-limosi delle sequenze Plio-Pleistoceniche sono i depositi di frana. Si tratta generalmente di accumuli di modesto spessore, legati a fenomeni superficiali di deformazione plastica (soliflussi) nelle coltri eluvio-colluviali o negli orizzonti alterati del substrato. Alle frane di scorrimento e colamento sono associati per contro depositi di maggiore spessore, che coinvolgono più profondamente il substrato argilloso.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 11 di 73  Rev. <b>0</b>

### 3.3 Assetto strutturale

Dopo la conclusione, nel Pliocene inferiore, della migrazione verso Est del sistema catena-avanfossa-avampaese in regime compressivo, il quadro geodinamico è caratterizzato da processi di sollevamento regionale e di tettonica estensionale nella parte interna-occidentale della catena in emersione e dall'impostazione del bacino periadriatico marchigiano-abruzzese in regime blandamente compressivo (formazione delle dorsali intrabacinali).

Nel Pleistocene inferiore, attenuatasi la fase compressiva all'origine delle dorsali intrabacinali, si ha un sollevamento differenziale della successione Plio-Pleistocenica che assume una struttura monoclinale con blanda inclinazione verso E di 3°-5°.

Durante il Pleistocene nel settore marchigiano si sviluppano sistemi di faglie normali di modesto rigetto, ad andamento sia appenninico che trasversali (Cantalamesa G. et al., 2004).

### 3.4 Inquadramento geomorfologico

Il territorio attraversato dal metanodotto percorre tre unità fisiografiche principali, costituite dai rilievi collinari, l'unità di paesaggio più diffusa, dalle piane alluvionali di fondovalle e dalla bassa fascia costiera.

Nel suo complesso il paesaggio collinare è progressivamente digradante verso Est; le dorsali principali che lo costituiscono hanno andamenti prevalentemente orientati in direzione SO-NE o OSO-ENE e raggiungono quote modeste, superando di poco i 200 m s.l.m. (Colle Sgariglia, Madonna della Noce).

La morfologia del rilievo è controllata sostanzialmente dall'assetto stratigrafico-strutturale della successione Plio-Pleistocenica: le sequenze arenaceo-conglomeratiche, e talora i terrazzi alluvionali Pleistocenici più alti, formano rilievi tabulario pianalti definiti da ripide scarpate spesso subverticali, che nella parte inferiore dei versanti assumono forme tendenzialmente concave, in corrispondenza dell'affioramento di *facies* argillose o argilloso-limose maggiormente erodibili. A spese delle unità argillose si sono sviluppate forme calanchive, che occupano sui versanti superfici caratterizzate da un denso reticolo idrografico minore.

Per quanto riguarda l'idrografia, le forme del rilievo controllano anche l'andamento, tipicamente antiappenninico, dei numerosi fiumi e torrenti che scorrono in gran parte lungo valli conseguenti, in direzione SO-NE o OSO-ENE. Da nord a sud i corsi d'acqua più importanti sono il Potenza, il Chienti, il Tenna, l'Aso, il Tesino ed il Tronto. Gli alvei hanno tracciati generalmente rettilinei o moderatamente sinuosi.

Il reticolo di drenaggio ha *pattern* variabili, più frequentemente angolati o subparalleli, a traliccio. Caratteristica della fascia periadriatica marchigiano-abruzzese è l'asimmetria areale dei versanti, significativamente più estesi in sinistra idrografica che in destra. Nei fondovalle più ampi sono riconoscibili i diversi ordini di terrazzamenti separati da scarpate ben marcate.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 12 di 73	<b>Rev.</b> 0

Nella successione Plio-Pleistocenica, generalmente a quote più alte dei terrazzi del I ordine, lungo le dorsali spartiacque, si riconoscono superfici di spianamento relitte, legate alle fasi più antiche di modellamento del rilievo, riferibili alla “superficie villafranchiana “ di Demangeot.

I fenomeni franosi sono particolarmente frequenti nei versanti a substrato argilloso e argilloso-limoso. Le coltri eluvio-colluviali e gli orizzonti superficiali alterati del substrato argilloso sono estesamente interessati da fenomeni di deformazione plastica (soliflussi), caratterizzati da movimenti lenti che riguardano coltri di spessore modesto. Le sequenze arenaceo-conglomeratiche sono soggette, dove formano scarpate subverticali, a frane di crollo, generalmente di limitate dimensioni. Frane di scorrimento rotazionale, colamenti, frane complesse, queste ultime corrispondenti spesso a scorrimenti rotazionali evolventi in colamento, interessano le parti marginali dei rilievi tabulari sabbioso-conglomeratici e i sottostanti versanti argillosi e argilloso-limoso-sabbiosi.

### **3.5 Assetto litologico-morfologico lungo le linee di progetto**

#### **3.5.1 Metanodotto Ravenna – Chieti DN 650 (26"): Tratto Recanati – S. Benedetto del Tronto**

Dall'area trappole di Recanati il tracciato percorre, nel versante sinistro della valle del Potenza, rilievi collinari a bassa acclività, formati da terreni appartenenti alle Argille Azzurre.

I bassi versanti e la pianura sottostante sono formati da depositi alluvionali terrazzati debolmente sospesi sull'alveo.

Risalendo il versante destro della valle del fiume Potenza la linea di progetto percorre ancora rilievi collinari a bassa acclività, formati da un substrato di Argille Azzurre con estese coperture di coltri eluvio-colluviali.

Il percorso collinare continua fino all'entrata nella valle del fiume Chienti, nei pressi di Montecosaro. L'ampio fondovalle è occupato da depositi alluvionali terrazzati.

A nord di Casette d'Ete il tracciato risale il versante destro della valle, che percorre all'interno della Formazione di Fermo, costituita principalmente dalle facies arenacee e conglomeratiche. La morfologia è più aspra, in particolare nel primo tratto collinare. Le sequenze arenaceo-conglomeratiche terminano poco prima dell'attraversamento della S.P. 27 Elpidiense.

Successivamente la linea attraversa colline dall'acclività poco accentuata, formate da depositi alluvionali terrazzati, fino al fondovalle del fiume Tenna.

Dopo la risalita sul versante destro, il tracciato attraversa, con frequente utilizzo di metodologie trenchless, numerose dorsali e valli secondarie orientate trasversalmente al percorso (tra le quali vi è il rilievo collinare della città di Fermo) costituite da argille e marne della Formazione delle Argille Azzurre, e dalle coperture superficiali (depositi eluvio-colluviali, accumuli di frana, depositi alluvionali terrazzati).

In prossimità di Casette Santa Margherita viene raggiunto lo stretto fondovalle del fiume Ete Vivo.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 13 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il tratto successivo percorre rilievi collinari formati nei bassi versanti da argille e marne (Formazione della Argille Azzurre) e nelle parti sommitali da sequenze arenaceo-conglomeratiche della Formazione di Fermo, in cui, a fondovalle incisi si alternano rilievi tabulari. Molto estese sono le coperture eluvio-colluviali e i depositi di frana.

Nell'attraversamento della valle del fiume Aso il tracciato percorre un versante sinistro estesamente occupato da depositi alluvionali terrazzati ed un versante destro più acclive, con accumuli di frana.

Un lungo tratto successivo è caratterizzato ancora da dorsali a morfologia tabulare di variabile ampiezza, costituite da sequenze prevalentemente arenaceo-conglomeratiche e arenaceo-pelitiche, alternate a incisioni vallive molto frequenti in cui scorrono corsi d'acqua secondari o di maggiore rilievo (i più importanti sono il torrente Menocchia, il torrente Sant'Egidio, il fiume Tesino, il torrente Albula), formate da una substrato argilloso prevalente, con copertura eluvio-colluviale pressoché continua e frequenti accumuli franosi, fino alla importante valle del fiume Tronto.

La valle del fiume Tronto è una tipica valle asimmetrica; il tracciato di progetto ne attraversa l'esteso versante sinistro, formato da ampi terrazzi alluvionali, di poco sospesi sull'alveo attuale e poi la vasta piana alluvionale, nei pressi dello svincolo autostradale di S. Benedetto del Tronto, dove il tracciato si arresta in corrispondenza del PIDI n.13.

### 3.5.2 Derivazioni e allacciamenti in progetto

Di seguito viene descritto l'assetto morfologico e litologico delle linee secondarie che non corrono in stretto parallelismo con la linea principale. In tale descrizione sono omesse quelle linee che, per la loro lunghezza ed ubicazione, sono di scarsa rilevanza.

#### Rifacimento Allacciamento Comune di Recanati 2° Presa DN100 (4")

Il tracciato del metanodotto, distaccandosi dalla linea principale in corrispondenza dell'impianto PIDS n. 01 in località San Leopardo nel comune di Recanati, si sviluppa in stretto parallelismo con la ex SS n. 77 "Val di Chienti" percorrendo la parte basale del versante sud-orientale del modesto rilievo collinare de "Il Boncio", nella zona di raccordo con la piana alluvionale del fiume Potenza. La morfologia del tratto è sub-pianeggiante, le litologie affioranti sono costituite da depositi eluvio-colluviali di natura limoso argillosa variamente intersecati con i depositi alluvionali terrazzati antichi sabbioso-ghiaiosi.

#### Nuovo Collegamento Allacciamento Simonetti Mario DN100 (4")

Il tracciato si distacca dal precedente metanodotto risalendo per circa 570 m, lungo la massima pendenza (circa 10%), il versante meridionale della collina de "Il Boncio", subito a ovest di Villa Fedè. Le litologie affioranti sono costituite, nella parte iniziale (primi 100 m) da depositi alluvionali terrazzati e quindi da depositi pelitici della formazione delle Argille Azzurre.

#### Rifacimento metanodotto Montelupone Arcalgas 1° Presa DN100 (4")

Il tracciato si distacca dalla linea principale in corrispondenza del PIDS n.1.1 in località Brugnoletto lungo la vallata del fosso del Bacile e risale il versante nordorientale della

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 14 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

dorsale collinare di Montelupone fino a giungere al punto di consegna sul crinale del rilievo in località C. Migliani. Dal punto di vista morfologico il versante, con acclività media attorno al 15-20%, è caratterizzato da ampie ondulazioni del terreno con aree di svuotamento e di accumulo legate a corpi di frana in evoluzione che denotano una instabilità generalizzata. Le litologie che caratterizzano l'area sono riferibili a litotipi argillosi della Formazione delle Argille Azzurre che costituiscono il substrato ricoperti da depositi di frana e coltri eluvio-colluviali di spessore variabile. L'area in dissesto sarà sottopassata utilizzando la metodologia "trenchless" impostata nel substrato formazionale che dal fondovalle risalirà sino alla sommità del crinale.

#### Collegamento Comune di Morrovalle DN 100 (4")

Il tracciato di circa 670 m di lunghezza, si distacca dalla linea principale in corrispondenza del PIDI n. 2, ubicato alla testata di un'ampia incisione valliva e risale il versante meridionale della dorsale collinare che si estende tra Morrovalle e Montecosaro, fino a giungere al punto di consegna in località Madonna del Pianto. Il versante è caratterizzato nel tratto superiore, presenta un'acclività media attorno al 20% con blande ondulazioni del terreno ricollegabili a frane attualmente quiescenti che, comunque, denotano una generalizzata instabilità dell'area. Il substrato è caratterizzato da litotipi argillosi della Formazione delle Argille Azzurre ricoperto da depositi di frana e sul fondo valle da coltri eluvio-colluviali di spessore variabile. L'area in dissesto sarà sottopassata utilizzando la metodologia "trenchless" impostata nel substrato formazionale che dal fondovalle risalirà sino alla sommità del crinale.

#### Rifacimento Derivazione per Civitanova Marche 1° Presa DN 150 (6")

Il tracciato in progetto si distacca dalla linea principale in corrispondenza dell'impianto PIDI n. 3, sul margine nord-orientale dell'abitato di Borgo Stazione di Montecosaro e si sviluppa per circa 3,3 km in direzione ENE fino al punto di consegna in località "Il Monticelio" nel Comune di Civitanova Marche.

Inizialmente, il tracciato si sviluppa in aree subpianeggianti riconducibili a terrazzi alluvionali antichi del fiume Chienti, in sinistra idrografica, che divengono gradualmente debolmente ondulate nella parte terminale. Le litologie sono caratterizzate dai depositi di alluvionali di natura sabbioso-limosa e ghiaiosa, lungo la piana del fiume Chienti e depositi eluvio-colluviali nella fascia pedecollinare; nel tratto terminale si rinvencono litotipi pelitico-arenacei ed arenacei ascrivibili alla Formazione delle Argille Azzurre e superiormente alla Formazione di Fermo.

#### Rifacimento Comune di S. Elpidio a Mare DN 150 (6")

Il metanodotto in progetto si distacca dal PIDI n. 5 della linea principale, ubicato sul pianalto della dorsale che collega Sant'Elpidio a Mare a Cascinare, subito a monte della SP 109 "Cascinare", discendendo lungo la massima pendenza nella testata della valle del fosso Castellano, in sinistra idrografica, dal quale, dopo averne percorso il fondovalle per circa 1 km, risale gradatamente fino al punto di consegna posto sul margine NE dell'abitato di Sant'Elpidio a Mare.

Morfologicamente il versante di discesa al fosso Castellano è caratterizzato da blande ondulazioni del terreno dovute a localizzati fenomeni di soliflusso e smottamento; il tratto di percorrenza del fondovalle è sub-pianeggiante con aree di ristagno d'acqua mentre il tratto di risalita al punto di consegna è costituito da un blando versante localmente interrotto da brevi scarpate di terrazzamento. La litologia è caratterizzata

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 15 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

da litotipi argilloso-limosi, limosi, arenaceo-pelitici e nella parte terminale, dalla facies arenaceo-sabbiosa della Formazione di Fermo ricoperti, lungo la percorrenza del fosso e nelle aree depresse, da depositi eluvio colluviali.

#### Rifacimento Collegamento Pozzi ELF San Giorgio a Mare DN 250 (10")

Il tracciato, di circa 2,640 km di lunghezza, si distacca in corrispondenza del PIDI n. 7 ubicato sul margine sud-occidentale dell'abitato di Salvano, nella valle del fiume Ete Vivo, in sinistra idrografica, ed attraversato il corso d'acqua mediante tecnologia "trenchless", ne percorre la valle, mantenendosi in destra idrografica subparallelo all'alveo, fino a giungere, dopo aver attraversato l'Autostrada A14 nei pressi del locale casello, al punto di consegna ubicato sulla costa immediatamente a sud della foce del fiume, sul margine nord-occidentale dell'area Pozzi ELF. Il tracciato interessa un'area caratterizzata da lineamenti pianeggianti interrotti localmente da piccole scarpate e dai rilevati dei corpi arginali del fiume. Litologicamente, l'area è caratterizzata da depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi recenti.

#### Rifacimento Comune di Grottammare DN 100 (4")

Il tracciato, di circa 1,1 km di lunghezza, si distacca in corrispondenza dell'impianto PIDS 9.2 del metanodotto principale in progetto, in prossimità della S.P: n. 23 "Cuprense" subito a ovest dell'abitato di Santa Maria Monte, sull'ampio rilievo tabulare che sovrasta l'abitato di Grottammare; da qui ne discende il versante meridionale di acclività attorno al 25%, sul margine di un impluvio, mantenendosi in stretto parallelismo con il metanodotto in esercizio, e giunge al punto di consegna al Comune di Grottammare, in prossimità del locale cimitero, percorrendo un area a debole acclività leggermente digradante verso sud.

Lungo il tracciato inizialmente affiorano, nella parte sommitale del rilievo tabulare, litotipi conglomeratici e successivamente, nella sottostante area, litotipi arenaceo sabbiosi della Formazione di Fermo, localmente ricoperti da coltri eluvio-colluviali di spessore variabile.

#### Nuovo Collegamento Centrale ENI SpA di Grottammare DN 250 (10")

Il tracciato si distacca dal PIDI n. 10 della linea principale in progetto, ubicato nella piccola conca valliva del fosso della Tavola e risalito il blando versante meridionale, supera il crinale della dorsale collinare ad ovest di Monte Secco per discendere nella valle del fiume Tesino percorrendo il versante settentrionale in stretto parallelismo con il metanodotto Ravenna-Chieti in esercizio; in prossimità di Casa Lorenzetti attraversa il fiume Tesino e giunge al punto di consegna ubicato sul fondovalle in sinistra idrografica.

Morfologicamente il versante di discesa al fiume Tesino, è caratterizzato da lineamenti debolmente ondulati interrotti da scarpate, in gran parte esterne alla linea in progetto, le principali delle quali di alcuni metri di altezza caratterizzano la parte alta del versante; tali morfologie sono riconducibili sia alla diversa competenza dei litotipi presenti che alla diffusa instabilità dell'area collegata principalmente a movimenti gravitativi della coltre superficiale. Nella parte basale del versante, subito a monte della Strada Comunale Bore Tesino, è presente una scarpata morfologica di circa 30 m di altezza diffusamente vegetata e senza indizi di fenomeni gravitativi in atto o pregressi, che borda tutta la piana alluvionale del fiume Tesino, in destra idrografica..

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 16 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Litologicamente il substrato è caratterizzato dalla litofacies arenaceo-sabbiosa con orizzonti conglomeratici della Formazione di Fermo, affiorante soprattutto nella parte alta del versante, ricoperta da coltri eluvio-colluviali e di frana; sul fondovalle sono presenti i depositi alluvionali terrazzati del Tesino, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi.

#### Collegamento Comune di San Benedetto del Tronto 2° Presa DN 100 (4")

Il tracciato si sviluppa per circa 690 m distaccandosi dalla linea principale in progetto, in corrispondenza del PIDI n.11, circa 1.5 km a ovest dell'abitato di San Benedetto del Tronto, a valle della SP n. 1 "Acquavivese" ed attraversata nel tratto iniziale una modesta vallecola percorre a mezzacosta il versante settentrionale della valle del fosso degli Zingari, a debole pendenza e profilo di superficie uniforme; la litologia è caratterizzata da depositi argilloso-limosi della Formazione delle Argille Azzurre.

#### Nuovo Collegamento Centrale ENI SpA San Benedetto del Tronto DN 250 (10")

Il tracciato di questa linea si distacca dal PIDI n.12 del metanodotto principale in progetto, subito a est di via Volterra sul margine occidentale dell'abitato di Porto d'Ascoli, e si sviluppa per circa 520 m percorrendo la piana del fiume Tronto, in sinistra idrografica, in direzione est fino al punto di consegna nell'area industriale di San Benedetto del Tronto. L'area è caratterizzata da lineamenti pianeggianti localmente interrotti da piccoli fossi e canali irrigui uno dei quali, il fosso Collettore, è attraversato dalla linea in progetto. La litologia è costituita dai depositi alluvionali recenti del fiume Tronto. L'andamento morfologico locale unitamente alla scarsa permeabilità dei sedimenti in superficie da origine localmente a diffusi ristagni idrici.

#### Collegamento Derivazione per Ascoli Piceno 1° Tratto DN 200 (8")

Il tracciato si distacca dalla linea principale al PIDI n. 13, subito a NO del casello di San Benedetto del Tronto dell'Autostrada A14 e percorre, per circa 740 m, l'area industriale di San Benedetto del Tronto. L'area è pianeggiante ed è litologicamente caratterizzata dai depositi alluvionali recenti, in sinistra idrografica del fiume Tronto.

### **3.6 Suddivisione dei tracciati per caratteristiche orografiche**

Le caratteristiche dell'assetto morfologico del territorio attraversato dalla linea principale e dalle linee secondarie in progetto, fatta esclusione dei tratti "trechless", sono riassunte nelle tabelle che seguono (vedi Tab. 3.6/A e B).

**Tab. 3.6/A: Assetto morfologico lungo il tracciato del metanodotto in progetto Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto DN 650 (26")**

<b>Assetto morfologico</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>%</b>
Pianeggiante, di fondovalle	41,600	61
Ondulato, di versante a bassa pendenza	17,035	25
Di versante a pendenza media	8,295	12
Di versante a pendenza medio - elevata	1,310	2
<b>Totale</b>	<b>68,240</b>	<b>100</b>

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 17 di 73  Rev. <b>0</b>

**Tab. 3.6/B: Assetto morfologico lungo le linee secondarie del metanodotto in progetto Ravenna – Chieti Tratto Recanati – S. Benedetto del Tronto DN 650 (26")**

Assetto morfologico	Lunghezza (km)	%
Pianeggiante, di fondovalle	9,740	65
Ondulato, di versante a bassa pendenza	4,100	27
Di versante a pendenza media	1,000	7
Di versante a pendenza medio - elevata	0,150	1
<b>Totale</b>	<b>14,990</b>	<b>100</b>

L'assetto morfologico del territorio attraversato dalle linee in dismissione, è riassunto nelle tabelle che seguono (vedi Tab. 3.6/C e Tab. 3.6/D).

**Tab. 3.6/C: Assetto morfologico lungo il tracciato principale in dismissione**

Assetto morfologico	Lunghezza (km)	%
Pianeggiante, di fondovalle	38,970	54
Ondulato, di versante a bassa pendenza	25,865	36
Di versante a pendenza media	5,575	8
Di versante a pendenza medio - elevata	1,110	2
<b>Totale</b>	<b>71,520</b>	<b>100</b>

**Tab. 3.6/D: Assetto morfologico lungo i tracciati secondari in dismissione**

Assetto morfologico	Lunghezza (km)	%
Pianeggiante, di fondovalle	10,260	65
Ondulato, di versante a bassa pendenza	4,270	27
Di versante a pendenza media	1,255	8
Di versante a pendenza medio - elevata	0	0
<b>Totale</b>	<b>15,785</b>	<b>100</b>

### 3.7 Suddivisione dei tracciati per litologia e scavabilità

Sulla base di quanto precedentemente descritto, i terreni interessati dagli scavi per la posa in opera delle condotte in progetto, possono essere raggruppati nelle seguenti classi di scavabilità:

- **Terre (T)**  
Depositi di versante ed eluvio – colluviali, depositi alluvionali attuali e terrazzati, di conoide, depositi litorali, accumuli di frana, sequenze argillose, argilloso-limose e

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 18 di 73  Rev. <b>0</b>

pelitico-sabbiose della Successione Plio-Pleistocenica: si tratta di unità costituite da terre incoerenti, di variabile granulometria, dalle ghiaie, in prevalenza eterometriche, alle sabbie, ai limi; della classe fanno parte anche i sedimenti coesivi come argille e marne della Formazione delle Argille Azzurre.

- **Rocce tenere (RT)**

Sequenze arenacee e arenaceo-conglomeratiche delle Formazioni di Fermo (FEMa e FEMb). All'interno di tali sequenze le arenarie sono spesso caratterizzate da debole cementazione, che ne avvicina le caratteristiche geotecniche a quelle delle terre.

La scavabilità è stata valutata per tutte le linee in progetto (vedi Tab. 3.7/A e Tab. 3.7/B).

**Tab. 3.7/A: Scavabilità lungo la linea principale progetto del metanodotto Ravenna-Chieti - Tratto Recanati S. Benedetto del Tronto DN 650 (26")**

Litologia	Lunghezza (km)	%
Terre sciolte	64,610	84
Rocce tenere	12,090	16
<b>Totale</b>	<b>76,700</b>	<b>100</b>

**Tab. 3.7/B: Scavabilità lungo le linee secondarie del metanodotto Ravenna-Chieti - Tratto Recanati S. Benedetto del Tronto DN 650 (26")**

Litologia	Lunghezza (km)	%
Metanodotto Recanati Chieti DN 650 (26")		
Terre sciolte	15,900	87
Rocce tenere	2,380	13
<b>Totale</b>	<b>18,280</b>	<b>100</b>

Relativamente alle condotte in dismissione va precisato che in questo caso gli scavi interesseranno sostanzialmente i materiali sciolti di rinterro della condotta.

### 3.8 Rappresentazione cartografica

La geologia del territorio interessato dalla direttrice in progetto è rappresentata nella carta "Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia", in scala 1:10000 (vedi Dis. LB-D-83209).

L'analisi della geologia del territorio è stata condotta, per l'intero sviluppo plano-altimetrico delle linee di progetto ed in dismissione, su una fascia contenuta entro 1 km, posta a cavallo dei tracciati.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 19 di 73  Rev. <b>0</b>

Per la redazione della carta geologica la distinzione delle varie unità è stata eseguita privilegiando essenzialmente l'aspetto litologico - geotecnico rispetto alle caratteristiche stratigrafiche e strutturali. In particolare sono state cartografate le unità di seguito riportate.

### 3.8.1 Depositi continentali quaternari

- *Depositi di frana indifferenziati (a1i), frane in evoluzione (a1a), frane senza indizi di evoluzione (a1q)*

Sono state classificate tre categorie di depositi franosi: i depositi di frana in evoluzione, ovvero attivi, per i quali sono evidenti indizi di movimento recente o in atto (a1a), i depositi di frana privi di indizi di movimento recente o in atto, quindi sostanzialmente quiescenti (a1q), i depositi di frana indifferenziati (a1i).

In linea generale le scadenti caratteristiche geotecniche dei depositi argillosi e argilloso-sabbiosi e dei depositi eluvio-colluviali e di versante da questi derivati, che costituiscono le unità litologiche predominanti, fanno sì che gli accumuli di frana siano ampiamente diffusi in tutto il territorio attraversato dalle linee di progetto, anche in versanti a bassa acclività.

Per quanto riguarda la classificazione del tipo di movimento, prevalgono i movimenti gravitativi superficiali di tipo soliflusso, seguiti dai colamenti, dalle frane complesse (scorrimenti rotazionali che evolvono in colamenti). Più rari sono gli eventi di crollo, a carico delle sequenze arenaceo-conglomeratiche Plio-Pleistoceniche, dove queste formano pareti subverticali.

- *Depositi di versante (dv)*

I depositi di versante sono rappresentati da coltri incoerenti, marcatamente eterometriche, ma generalmente con abbondante matrice fine pelitico-sabbiosa. Formano sovente la base delle scarpate costituite da arenarie e conglomerati della Successione Plio-Pleistocenica. L'età è olocenica.

- *Depositi eluvio-colluviali (ec)*

Affiorano estesamente lungo i versanti, negli impluvi delle valli secondarie e sulle superfici terrazzate. Sono formati in prevalenza da limi e sabbie più o meno argillose. I clasti sono prevalentemente arenacei o poligenici se derivati dai depositi alluvionali. Sono presenti concrezioni nodulari calcaree. Lo spessore è variabile, da qualche metro ad oltre 10-15 m. L'età è olocenica.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 20 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- Depositi alluvionali terrazzati Olocene (bto)*

Sono costituiti da depositi terrazzati sospesi qualche metro (3-4 m) sulla quota attuale dell'alveo e della piana alluvionale (fiumi Chienti e Tenna). Si tratta generalmente di ghiaie sabbiose, con intercalazioni limoso -argillose più abbondanti verso la parte sommitale dell'unità. L'età è olocenica.
- Depositi alluvionali terrazzati Pleistocene (btp)*

Depositi alluvionali terrazzati marcatamente sospesi sugli alvei attuali affiorano estesamente sui versanti delle valli principali. Sono generalmente costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose, clasto-sostenute, con clasti arrotondati di dimensioni centimetrico-decimetriche, e intercalazioni di livelli sabbiosi, al cui interno si riconoscono diversi orizzonti di paleosuoli bruno-rossastri. Gli ordini di terrazzi più alti sono sospesi fino a 120-140 metri sulla quota attuale dei fondovalle; i terrazzi inferiori hanno un dislivello di 5-15 metri sugli alvei attuali. L'età è Pleistocenica.
- Depositi alluvionali attuali (ba)*

Affiorano lungo gli alvei e le piane alluvionali dei fiumi e torrenti principali e dei loro maggiori affluenti. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da ghiaie e da subordinate sabbie e limi. Lo spessore è variabile, di ordine da metrico a decametrico.

### 3.8.2 Depositi marini quaternari

- Depositi sabbiosi fini recenti di spiaggia (qm)*

Sono compresi tra i depositi di spiaggia attuali ad est ed il substrato Plio-Pleistocenico ad ovest. Sono costituiti sedimenti prevalentemente sabbiosi e subordinatamente sabbioso-ghiaiosi, con subordinate intercalazioni di lenti limoso-argillose. L'età è olocenica.
- Depositi ghiaioso-sabbiosi attuali di spiaggia (qma)*

Formano una stretta fascia continua, dello spessore di poche centinaia di metri, lungo la linea di costa. Si tratta generalmente di depositi sabbioso-ghiaiosi. L'età è Olocene.

### 3.8.3 Successione plio-pleistocenica

- Formazione di Fermo (FEM)*

La Formazione di Fermo affiora tra il versante destro della valle dell'Ete Morto e la valle del Tronto, formando l'ossatura dei settori sommitali dei rilievi collinari dell'entroterra. Poggia, con una superficie di discontinuità di carattere regionale, sulla sottostante Formazione delle Argille Azzurre. E' costituita da una successione di arenarie e conglomerati, con subordinati limi e limi sabbiosi, dello spessore complessivo di 40 metri, di ambiente prevalentemente marino, al cui interno sono state individuate diverse unità litostratigrafiche (Cantalamessa et al. 2004).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 21 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La litofacies arenacea (FEMa) è composta da arenarie giallastre ben classate, in genere debolmente cementate, a stratificazione il più sovente piano-parallela.

La litofacies conglomeratica (FEMb), localmente presente al tetto della litofacies arenacea o ad essa intercalata, è formata da ghiaie e conglomerati poligenici ed eterometrici a matrice sabbiosa, a clasti arrotondati. L'ambiente deposizionale è sia marino (livelli intercalati alle arenarie) che continentale (ove la sequenza si trova al tetto della litofacies arenacea).

Le litofacies arenaceo-pelitica, limosa, argilloso-limosa (FEMc) sono state raggruppate in un'unica classe litologica per affinità di comportamento geotecnico e idrogeologico. L'unità arenaceo-pelitica, formata da alternanze di strati da medi a spessi di arenarie fini e di strati da medi a sottili di peliti, affiora in livelli di limitato spessore prevalentemente alla base della sequenza della Formazione di Fermo. L'unità limosa, costituita da limi sabbiosi e limi argillosi massivi chiude a tetto la successione arenaceo-conglomeratica nei rilievi collinari situati ad Est di Casette d'Ete. L'unità argilloso-limosa, formata da alternanze di argilliti e limi sabbiosi, costituisce principalmente sottili intercalazioni all'interno della litofacies conglomeratica. L'età della Formazione di Fermo è Siciliano (Pleistocene medio superiore).

- *Formazione delle Argille Azzurre (FAA)*

La Formazione delle Argille Azzurre affiora più estesamente nel settore settentrionale del territorio di studio, dove forma l'ossatura del rilievo collinare. Essa raggruppa diverse sequenze deposizionali, con variabili caratteri litologici, depositatesi in ambiente marino, da batiale a circum-litorale, durante il Pliocene ed il Pleistocene inferiore. La sequenza principale è formata da argille marnose grigio – azzurre ed argille siltose grigio avana, con subordinate intercalazioni di limi sabbiosi. Al suo interno sono intercalati diversi corpi clastici di forma lenticolare, caratterizzati da granulometria più grossolana. Nell'area di studio i corpi clastici sono costituiti principalmente dalla litofacies pelitico-arenacea, di origine torbiditica, formata da livelli medio sottili sabbiosi e da argille siltose grigio - azzurre. Lo spessore complessivo della Formazione delle Argille Azzurre nell'area di interesse si aggira intorno a 700 m.

### 3.8.4 Geomorfologia

Per quanto concerne l'assetto geomorfologico, nella carta "Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia", scala 1:10000, (vedi Dis. LB-D-83209) sono estesamente rappresentati i depositi superficiali, e sono evidenziati i principali elementi geomorfologici, sia delle forme fluviali, consistenti nelle scarpate di terrazzamento, sia delle forme di versante legate a fenomeni franosi ed erosivi, segnatamente le nicchie di distacco ed i calanchi.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 22 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 4 AMBIENTE IDRICO

### 4.1 Idrologia superficiale

I tracciati della linea principale di progetto e delle linee secondarie, relative alle derivazioni ed allacciamenti ad essa connessa, attraversano numerosi bacini idrografici, di maggiore o minore rilevanza per portate e dimensioni, ma tutti caratterizzati da forma allungata ed orientamento trasversale alla catena appenninica e normale alla costa adriatica (Fig. 4.1/A). La descrizione dell'idrografia dei bacini principali, riportata nel seguito, fa riferimento a dati ricavati in gran parte dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche.

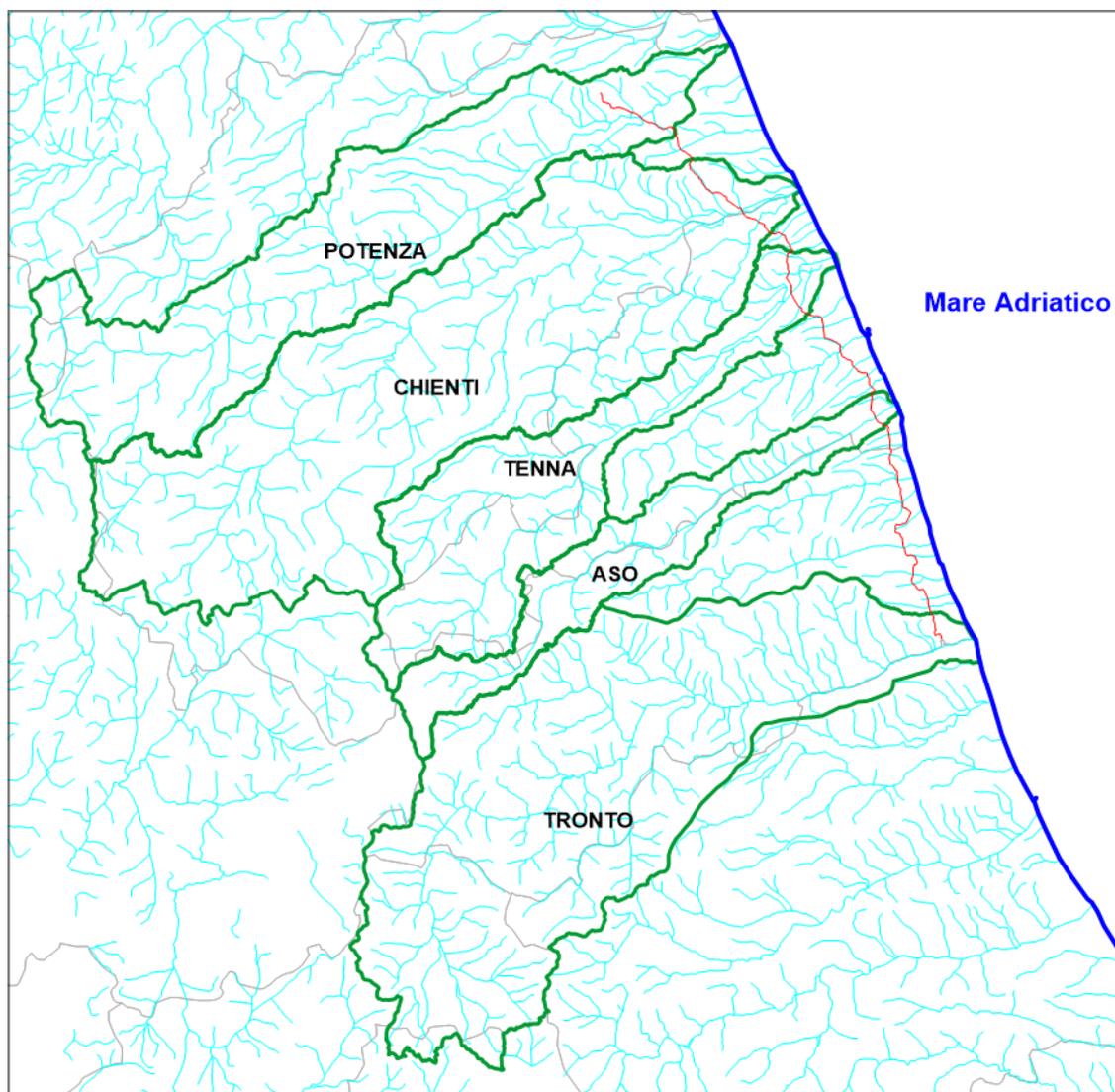


Fig. 4.1/A: Bacini idrografici dei fiumi principali. In rosso il tracciato di progetto.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 23 di 73	<b>Rev.</b> 0

#### 4.1.1 Bacino del fiume Potenza

Il fiume Potenza nasce come fosso Laverinello lungo le falde settentrionali del Monte Pennino, a quota 1.571 s.l.m., ed è alimentato dalle sorgenti di Capo Potenza che apportano contributi perenni. La superficie del bacino è di 780 km<sup>2</sup>.

Il corso d'acqua sfocia nel Mare Adriatico in prossimità del settore meridionale dell'abitato di Porto Recanati, dopo un corso di 98.5 km. Il bacino idrografico ha forma grosso modo rettangolare allungata, ad esclusione dei tratti di foce e di monte; nel tratto di foce si denota un restringimento verso l'asta principale con una forma tipica ad imbuto, mentre a monte, a causa del contributo del reticolo idrografico minore, il bacino si estende verso nord.

Nel breve tratto iniziale, sino alla confluenza con il fosso di Brescia, il fiume presenta un andamento tipicamente appenninico; il corso subisce poi una brusca deviazione assumendo una direzione antiappenninica, conservata per tutto il medio e basso corso. Dopo la confluenza con il fosso di Campodonico, il fiume Potenza si immette nella stretta di Spindoli. Tra gli abitati di Fiuminata e Pioraco il corso, rettilineo con orientazione NE, è pensile per un tratto di circa 3 km. A Pioraco il corso del fiume incide profondamente, con un salto notevole, la formazione del Calcare Massiccio. A valle della gola vengono a giorno importanti sorgenti subalvee, le quali apportano al fiume l'ultimo significativo contributo perenne. Successivamente, la valle si allarga a formare la conca di Castelraimondo. In seguito il fiume Potenza riceve in destra idrografica il torrente Palente, caratterizzato da un esteso bacino imbrifero. Nel tratto compreso tra San Severino Marche e Passo di Treia l'alveo si snoda su depositi alluvionali terrazzati quaternari. Successivamente e sino alla foce il corso diviene regolare, con un andamento spesso di tipo anastomizzato, a tratti debolmente meandriforme. Tra i corsi d'acqua minori che confluiscono nell'asta principale si segnalano il Rio Chiaro ed il Torrente Monocchia.

Per quanto riguarda il regime delle portate si riportano i dati tratti dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. Nella stazione di Cannucciaro, situata ad una distanza di circa 42 km dalla foce, la portata media (anni 1933 -1979, con interruzioni) è di 7,7 m<sup>3</sup>/s; la portata massima al colmo nel periodo di riferimento risulta di 111 m<sup>3</sup>/s, mentre quella minima giornaliera è pari a 1,4 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.1.2 Bacino del fiume Chienti

Il fiume Chienti nasce nei pressi dell'altopiano di Colfiorito (in località Chienti di Gelagna) e presso Fiordimonte; le due aste fluviali confluiscono in prossimità di Maddalena di Muccia. Il bacino idrografico, la cui altitudine media è di circa 489 m s.l.m., mostra nel suo complesso una morfologia regolare, piuttosto ampia ed allungata, coprendo una superficie di 1310 km<sup>2</sup>. L'asta principale ha una lunghezza di 98,5 km.

Il corso del fiume Chienti ha un andamento regolare, senza rilevanti deviazioni o cambi di direzione. Il profilo di equilibrio risulta modificato dalla presenza di invasi artificiali e di opere di presa per uso prevalentemente idroelettrico. Le stesse opere di presa condizionano attualmente l'evoluzione longitudinale del corso d'acqua principale. Procedendo da monte verso valle lungo l'asta principale, si succedono l'invaso di Polverina, l'invaso di Borgiano e l'invaso di Le Grazie nei pressi di Tolentino.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 24 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La morfologia fluviale risulta a tratti differenziata in funzione del substrato litologico attraversato. Si osservano andamenti meandriformi e rettilinei nel tratto montano in cui l'influenza delle formazioni cretache e la presenza di strutture anticlinali condizionano notevolmente il percorso e l'azione erosiva del corso d'acqua principale. Nella zona sub-appenninica e sino alla costa, si osserva invece un andamento spesso di tipo anastomizzato, a tratti debolmente meandriforme. I principali tributari, quali il torrente Vallicello, il torrente Fornace, il torrente Fiastra ed il fiume Ete Vivo, che presentano anch'essi tracciati per lo più regolari, condizionati localmente dalle unità litologiche attraversate.

Per quanto riguarda il regime delle portate, si riportano i dati della stazione di Tolentino (tratti dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, anni 1933 - 1937), situata ad una distanza di circa 40 km dalla foce. La portata media è di 13,1 m<sup>3</sup>/s; la portata massima al colmo nel periodo di riferimento risulta di 109 m<sup>3</sup>/s, mentre quella minima giornaliera è pari a 2 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.1.3 Bacino del fiume Tenna

Il fiume Tenna nasce dalle pendici orientali del Monte Bove Sud, nella catena dei Monti Sibillini, e sfocia nel Mare Adriatico in prossimità dell'abitato di Porto Sant'Elpidio, dopo un percorso di 68,9 km. La valle del fiume Tenna taglia trasversalmente le morfostutture dell'Appennino umbro-marchigiano. Nella parte montana il bacino idrografico è molto esteso, con forma quadrangolare. All'altezza di Servigliano subisce un brusco restringimento ed assume una forma sub-rettangolare, conservata sino quasi al mare, con una larghezza media di qualche chilometro. Solo avvicinandosi alla fascia costiera si amplia nuovamente per poi restringersi ancora, in prossimità della foce.

Nel primo tratto del suo corso, il fiume Tenna è inciso profondamente all'interno delle formazioni calcaree ed arenacee. A partire dalla confluenza con il torrente Ambro il fiume percorre una valle più ampia, dove assume un andamento sinuoso, formando una serie di ampie anse. In questo tratto si ha la confluenza con il torrente Tennacola, che rappresenta il maggior affluente. A Servigliano il fiume Tenna riceve il contributo dell'ultimo tributario montano: il torrente Salino.

Successivamente l'alveo del fiume Tenna, meno profondo e in gran parte rettificato, attraversa una pianura alluvionale che si allarga man mano che i rilievi laterali diventano meno elevati. In prossimità della foce l'attuale andamento del corso fluviale marca un netto scostamento rispetto al paleo-alveo.

Per quanto riguarda il regime delle portate, con riferimento alla stazione di Amandola (dati tratti dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, anni 1927 - 1979) situata ad una distanza di circa 50 km dalla foce, la portata media è di 13,1 m<sup>3</sup>/s; la portata massima al colmo nel periodo di riferimento risulta di 92 m<sup>3</sup>/s, mentre quella minima giornaliera è pari a 0,5 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.1.4 Bacino del fiume Aso

Il fiume Aso nasce dalle pendici occidentali di Monte Porche e sfocia nel Mare Adriatico in prossimità dell'abitato di Pedaso, dopo circa 69 km di percorso. Il bacino, di forma marcatamente stretta ed allungata, si estende per una superficie di 281 km<sup>2</sup>,

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 25 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

con un'altitudine media di circa 564 m slm. La morfologia del bacino è articolata e suddivisibile in due zone principali: la prima, occidentale, con caratteri prevalentemente montuosi e morfogenesi più marcata; la seconda, orientale, con tratti collinari e costieri a morfologia più dolce. Il corso del fiume Aso ha orientazione prevalentemente anti-appenninica (NE-SO).

Dalle sorgenti sino all'abitato di Montemonaco, l'alveo, a andamento irregolare, e caratterizzato da elevato gradiente, incide direttamente le sequenze carbonatiche e per alcuni tratti anche corpi arenacei. Dall'abitato di Pignotti sino alla località Madonna del Lago, l'alveo incide i depositi alluvionali con andamento meandriforme, con anse ad evoluzione molto lenta. Da Madonna del Lago alla foce tratti prevalentemente rettilinei si alternano a tratti sinuosi. Lo sbocco a mare del corso d'acqua presenta una foce non ramificata che non sporge sensibilmente dal profilo generale della costa.

Dai dati degli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale si ricava che in corrispondenza della sezione di Comunanza "Sant'Anna", distante circa 40 km dalla foce, la portata massima al colmo nel periodo di riferimento (1936-1953) ha raggiunto 105 m<sup>3</sup>/s, mentre quella minima giornaliera risulta di 0,58 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.1.5 Bacino del fiume Tronto

Il bacino del fiume Tronto si estende su una superficie di 1.189 Km<sup>2</sup> con un'altitudine media di 775 m circa. Il corso d'acqua principale nasce dalle pendici settentrionali dei Monti della Laga (circa a quota 1.900 m slm) e sbocca nel Mare Adriatico in prossimità di Porto d'Ascoli, dopo un percorso di 97,5 Km.

Il bacino, di forma irregolarmente allungata in direzione anti-appenninica, è limitato a sud e sud-est dai Monti della Laga e dal sistema Montagna dei Fiori-Montagna di Campi, ad ovest dalla dorsale del monte Pizzuto, a nord dal massiccio carbonatico dei monti Sibillini, in cui spicca il monte Vettore, la più alta vetta del bacino.

Nel tratto iniziale e fino all'altezza di Arquata del Tronto il fiume ha direzione prevalentemente S-N; alle falde del monte Vettore muta nettamente direzione assumendo fino alla foce una direzione all'incirca NE-SO.

Tra i principali affluenti si segnalano, in destra idrografica, il torrente Castellano ed il torrente Marino e, in sinistra idrografica, il torrente Scandarella, il torrente Chifente, il torrente Fluvione ed il torrente Chiaro.

#### 4.2 Caratteristiche idrografiche lungo il tracciato dei metanodotti

Metanodotto Recanati – Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto DN 650 (26") in progetto

Date le caratteristiche dell'idrografia delle regioni medio-adriatiche, con reticolo di drenaggio sviluppato in larga parte in direzione normale alla costa, e data la collocazione della linea di progetto con andamento circa parallelo alla linea di costa stessa ed a breve distanza da questa, gli attraversamenti di corsi d'acqua, sia di fiumi

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 26 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

e torrenti che del reticolo idrografico minore, sono molto frequenti, e riguardano i tratti terminali delle aste, in prossimità della foce.

L'area Trappole di Recanati è situata all'interno del bacino del fiume Potenza, che viene attraversato dopo qualche chilometro nei pressi di San Firmano. Abbandonato dopo breve percorso il bacino del fiume Potenza, e attraversati corsi d'acqua minori con recapito diretto in Adriatico, il tracciato entra nel bacino del fiume Chienti, di cui percorre l'ampia vallata attraversandone l'asta principale nei pressi di Santa Maria Apparente, e in seguito quella dell'affluente fiume Ete Morto.

La rete idrografica percorsa successivamente, i cui corsi d'acqua principali sono il fiume Tenna, il fiume Ete Vivo, il fiume Aso, il torrente Monocchia ed il fiume Tesino, è caratterizzata da bacini allungati con scarso sviluppo delle aste secondarie (*pattern* angolati in prevalenza). I corsi d'acqua minori, in particolare tra Ete Vivo e Aso, sono sovente caratterizzati da valli profondamente incise. Il bacino del fiume Tronto è attraversato solo per una breve distanza, in gran parte lungo la piana alluvionale, dove il tracciato di progetto termina.

#### Metanodotto Recanati - Chieti DN 650 (26") in dismissione

Il metanodotto in dismissione corre strettamente parallelo e prossimo alla linea di progetto per gran parte del tracciato. Nei pochi tratti in cui c'è divaricazione tra i due tracciati, la linea in dismissione attraversa gli stessi corsi d'acqua, generalmente a monte degli attraversamenti di progetto.

#### Derivazioni ed allacciamenti in progetto e in dismissione

Per quanto riguarda i tracciati delle derivazioni ed allacciamenti in progetto, in considerazione della brevità delle loro lunghezze, l'attraversamento dei corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico della regione si limita, in pochi casi, all'attraversamento di fossi e rii secondari; solo il tracciato del Rifacimento Collegamento Pozzi ELF San Giorgio a Mare DN 250 (10") e la relativa linea in dismissione ad esso sub-parallela, attraversano il fiume Ete Vivo in località Salvano.

### **4.3 Idrogeologia**

La suddivisione in complessi idrogeologici delle successioni sedimentarie affioranti lungo i tracciati dei metanodotti qui adottata fa riferimento nelle linee generali agli studi idrogeologici del Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche (2008).

Nell'insieme il quadro idrogeologico è relativamente semplice. Gli acquiferi sono rappresentati dal complesso alluvionale, dal complesso dei depositi detritici, dal complesso arenaceo-conglomeratico della Successione Plio-Pleistocenica; comportamento da aquitardo-aquiclude ha per contro il complesso dei depositi argillosi della Successione Plio-Pleistocenica.

#### **• Acquiferi**

Il complesso alluvionale comprende i depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati, affioranti nel fondovalle e nei bassi versanti dei principali corsi d'acqua. I depositi sono

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 27 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

costituiti da sedimenti a granulometria prevalentemente ghiaiosa, ghiaioso-sabbiosa o ghiaioso-limosa, con intercalazioni di livelli limoso-argillosi, più frequenti avvicinandosi alla costa. Nell'alto corso delle valli le alluvioni, quasi esclusivamente ghiaiose, hanno spessori intorno a 10-20 m ed ospitano una falda libera. Nel tratto intermedio delle valli si raggiungono spessori decisamente maggiori, fino a 50 m; i livelli a granulometria più fine non hanno continuità tale da confinare la circolazione degli orizzonti a permeabilità più elevata; la falda è freatica. Nel settore terminale delle pianure dei corsi d'acqua più importanti le sequenze alluvionali più grossolane sono caratterizzate dalla presenza di livelli fini estesi e sufficientemente continui che separano gli orizzonti più permeabili in un acquifero multistrato semi-confinato; nei depositi alluvionali delle pianure minori tale condizione non si verifica e la falda si mantiene freatica. Una copertura di sedimenti argilloso-limoso-sabbiosi è presente pressoché in tutti i settori terminali delle pianure alluvionali.

La ricarica degli acquiferi alluvionali avviene principalmente per alimentazione da parte dei corsi d'acqua nei settori mediano e terminale delle pianure, anche per infiltrazione diretta delle precipitazioni nei settori più interni.

La conducibilità idraulica dei corpi ghiaioso-sabbiosi, secondo i dati del Piano di Tutela delle Acque delle Marche (2008), può stimarsi nell'ordine di  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  m/s; le coperture argilloso-limose hanno per contro valori compresi nell'intervallo  $10^{-4}$  -  $10^{-8}$  m/s.

Il complesso dei depositi detritici è costituito principalmente da coltri eluvio-colluviali a granulometria argilloso-limosa o limoso-sabbiosa, ed in misura minore, da depositi di versante a granulometria medio-fine, formati a spese delle sequenze arenaceo-conglomeratiche, e da accumuli di frana. I depositi detritici sono caratterizzati da permeabilità complessivamente media, ma variabile, in funzione della granulometria e dell'abbondanza della matrice fine.

L'infiltrazione dalle precipitazioni rappresenta il fattore di ricarica più importante, in ragione delle condizioni di bassa acclività dei depositi; il complesso è sede di circolazione idrica significativa, non confinata. In particolare le estese coltri eluvio-colluviali argilloso-limose ed argilloso-siltoso-sabbiose a bassa permeabilità media, affioranti in prossimità dei fondovalle, ospitano falde con forte escursione stagionale del livello piezometrico, che alimentano numerosi pozzi, il reticolo idrografico di fossi e torrenti e gli acquiferi delle pianure alluvionali.

Il complesso arenaceo-conglomeratico comprende principalmente i depositi di chiusura della Successione Plio-Pleistocenica (FEMa, FEMb) formati da sedimenti eterometrici, a granulometria da grossolana a medio-fine, con grado di cementazione generalmente debole, quindi caratterizzati da alta permeabilità primaria. Le condizioni morfologiche e stratigrafico-strutturali favoriscono un'elevata infiltrazione diretta dalle precipitazioni, tuttavia in gran parte degli affioramenti l'estensione relativamente ridotta dei depositi limita la dimensione delle riserve idriche. Le sorgenti che scaturiscono dal complesso sono pertanto caratterizzate da portate modeste (dell'ordine di qualche l/min) e notevoli escursioni nel regime annuale.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 28 di 73	<b>Rev.</b> 0

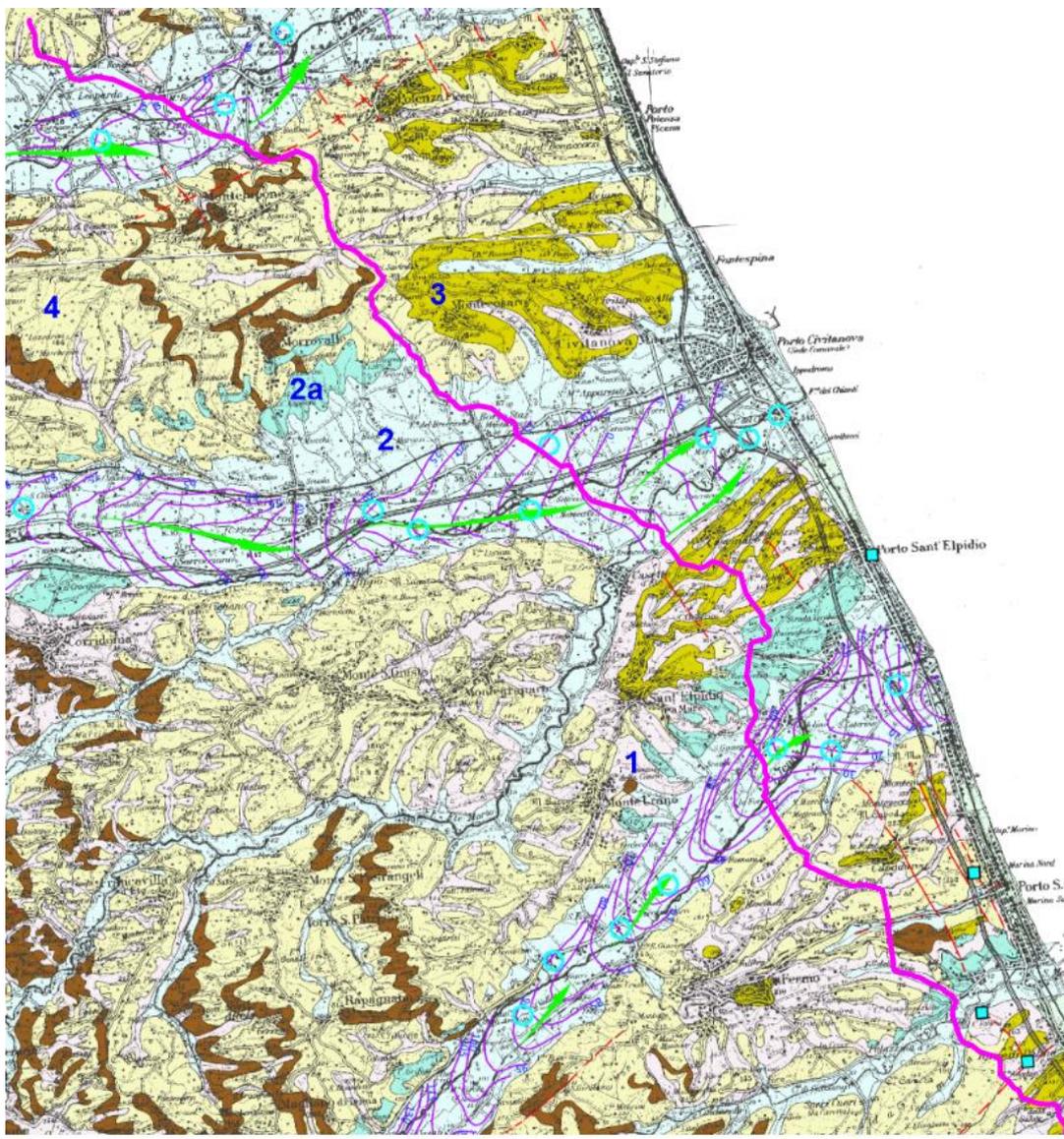
- **Complessi idrogeologici di tipo aquitardo - aquiclude**

I depositi pliocenici a dominante argilloso-marnosa delle Argille Azzurre (FAA), le *litofacies* limosa, limoso-argillosa, arenaceo-pelitica della Formazione di Fermo (FEMc), costituiscono un complesso idrogeologico scarsamente permeabile per porosità; le caratteristiche di plasticità rendono sostanzialmente trascurabile anche la permeabilità secondaria.

La scarsa permeabilità rende predominanti i fenomeni di ruscellamento rispetto all'infiltrazione. A scala regionale all'interno delle sequenze argilloso-marnoso sono presenti potenti intercalazioni arenacee, che costituiscono corpi idrici significativi, estesi in profondità nel sottosuolo, con caratteristiche di acquiferi confinati, come documentato da pozzi per ricerche di idrocarburi (Piano di Tutela delle Acque della regione Marche, 2008). Esse alimentano anche sorgenti a regime stagionale e perenne, la cui portate minime possono superare anche 1 l/s.

Nel territorio di studio tali corpi acquiferi sono presenti solo marginalmente, affiorando soprattutto nel settore occidentale della Successione Plio-Pleistocenica.

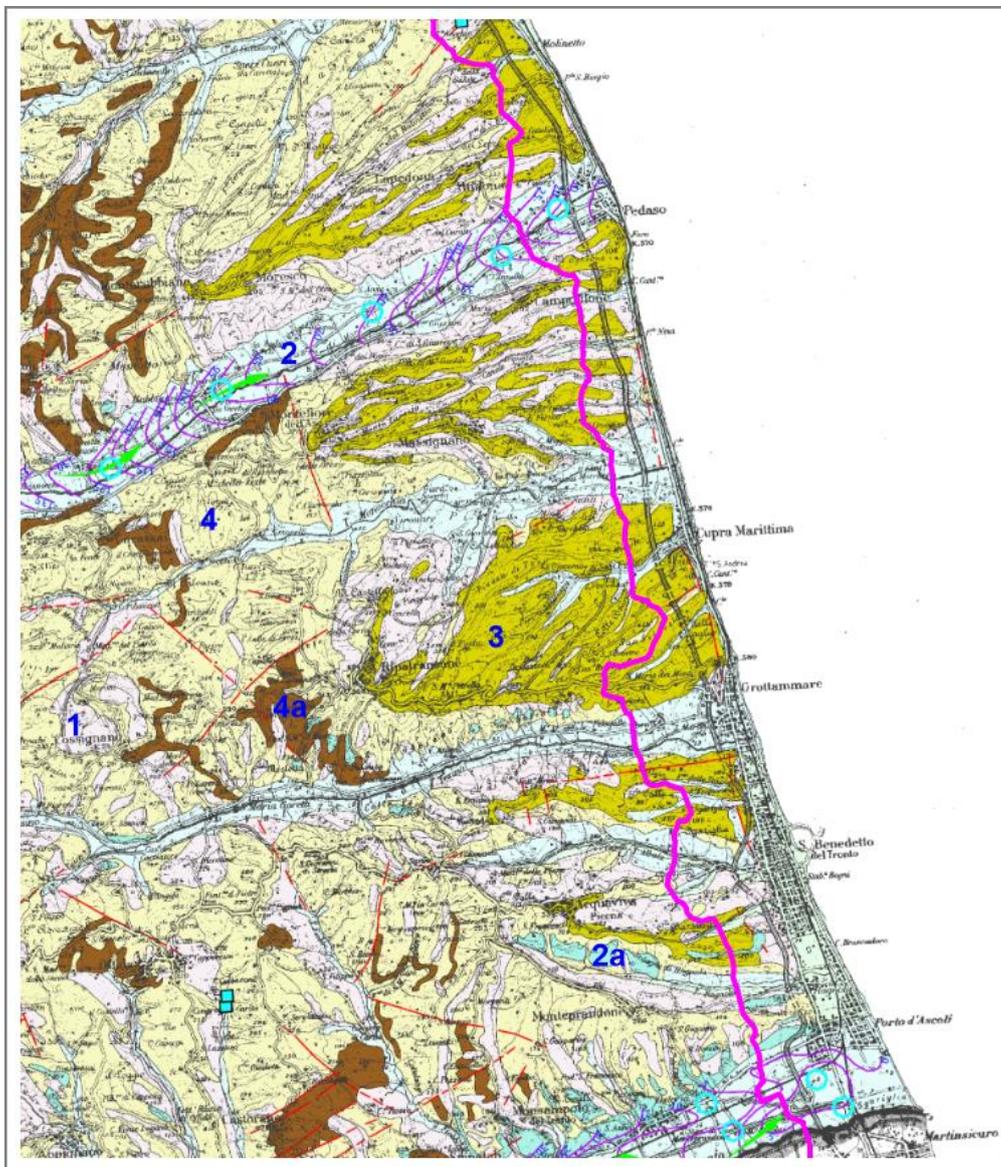
	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83035
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 29 di 73



**Fig. 4.3/A: Carta idrogeologica del settore marchigiano nord (dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche, modificato).**

**LEGENDA:** *Complesso detritico (1), Complesso alluvionale (2 e 2a, alluvioni terrazzate), Complesso arenaceo-conglomeratico (3), Complesso argilloso (4 e 4a, corpi arenacei). Nelle principali piane alluvionali sono riportate le linee isofreatiche della falda libera. In viola il tracciato del metanodotto.*

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 30 di 73



**Fig. 4.3/B: Carta idrogeologica del settore marchigiano sud (dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche, modificato).**

*LEGENDA: Complesso detritico (1), Complesso alluvionale (2 e 2a, alluvioni terrazzate), Complesso arenaceo-conglomeratico (3), Complesso argilloso (4 e 4a, corpi arenacei). Nelle principali piane alluvionali sono riportate le linee isofreatiche della falda libera. In viola il tracciato del metanodotto.*

- **Rappresentazione cartografica delle caratteristiche idrogeologiche**

Le unità litologiche rappresentate nella carta “Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia”, scala 1:10000, (vedi Dis. LB-D-83209) sono state classificate in base al tipo ed al grado di permeabilità.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 31 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per quanto riguarda i terreni a porosità esclusivamente interstiziale, un alto grado di permeabilità è stato attribuito al Complesso dei depositi alluvionali, un medio grado al Complesso detritico, un basso grado al Complesso argilloso.

Un alto grado di permeabilità è stato riconosciuto alle *facies* arenaceo-conglomeratiche della Successione Plio-Pleistocenica, in cui alla porosità primaria si affianca localmente, nei litotipi più cementati, una permeabilità secondaria per fratturazione.

- **Sorgenti e pozzi**

In generale le sorgenti presenti nel territorio di studio sono alimentate da circolazione all'interno delle sequenze arenaceo-conglomeratiche della Successione Plio-Pleistocenica e localizzate in prossimità del limite con le sequenze argilloso-limose sottostanti o i depositi eluvio-colluviali da esse derivati. Si tratta di numerose sorgenti di modesta portata (qualche l/min), a regime stagionale, utilizzate localmente come risorsa idrica secondaria.

In località Contrada (in comune di Fermo) si trova una concessione mineraria per acque minerali, la Fonte di Palme. La sorgente è situata in prossimità del fondovalle del Fosso di Molinetto ed è verosimilmente alimentata da circuiti sviluppati nelle sequenze arenaceo-conglomeratiche della dorsale di Torre di Palme. La linea di progetto attraversa l'area della concessione ad una distanza minima di circa 300 dall'emergenza ed in massima parte idrogeologicamente a valle della sorgente. L'interferenza del metanodotto si può ritenere pertanto trascurabile.

Nella fascia litorale marchigiano-abruzzese sono note sorgenti mineralizzate, a chimismo cloruro-sodico, cloruro-solfatico, solfatico o bicarbonatico, associate frequentemente a vulcanelli di fango, o rappresentate da ristagni d'acqua sorgiva con chiazze fangose (Nanni *et al.*, 1999). Nel territorio attraversato dal tracciato di progetto si possono ricordare le numerose sorgenti situate tra il Chienti e l'Aso (tra Porto Sant'Elpidio e Pedaso), tutte caratterizzate da chimismo cloruro-sodico.

L'alimentazione di tali emergenze deriva da salamoie plioceniche portate a giorno lungo fasce tettonizzate, che si mescolano in vario grado con le acque contenute negli acquiferi alluvionali di fondovalle (Nanni *et al.*, 1999).

Nelle piane alluvionali infatti (tra Chienti ed Aso) acque salate sono estratte anche dai pozzi perforati negli acquiferi a falda libera di fondovalle.

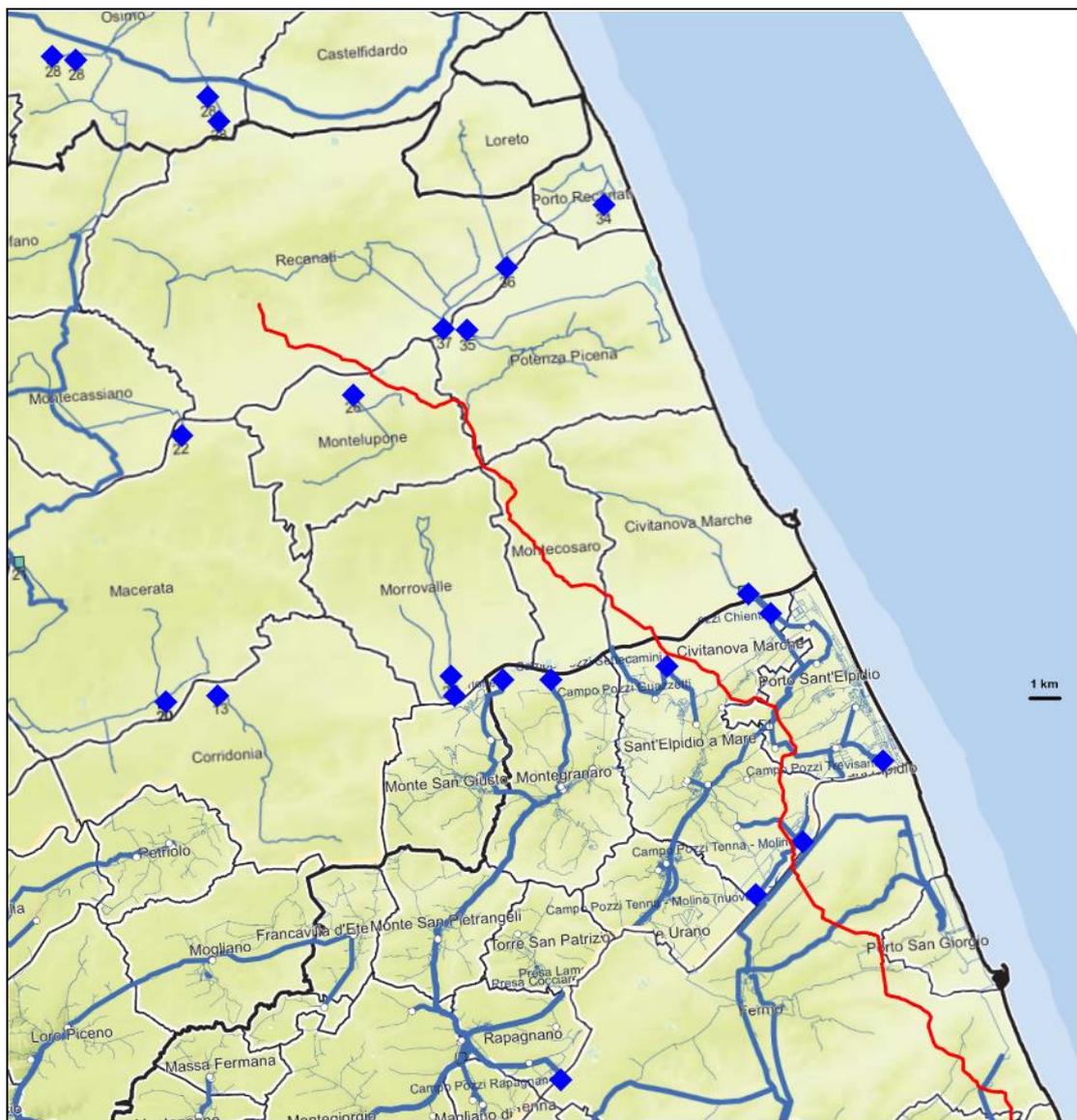
Negli acquiferi alluvionali, che rappresentano la risorsa idrica più importante del territorio, sono molto diffusi pozzi per uso agricolo-industriale e per approvvigionamento idrico. Pozzi per uso quasi esclusivamente agricolo sono numerosi anche nei rilievi tabulari formati dai depositi arenaceo-conglomeratici della Successione Plio-Pleistocenica.

Per quanto riguarda i pozzi degli acquedotti pubblici, in fig. 2.2/D è rappresentata la localizzazione dei campi pozzi del settore marchigiano. Nel settore costiero si tratta di piccole derivazioni (con portate inferiori a 100 l/s), secondo la classificazione del Piano Regolatore degli Acquedotti della Regione Marche.

I campi pozzi che interessano il tracciato di progetto sono situati nelle piane alluvionali del Potenza, del Chienti, e del Tenna, generalmente a distanze di ordine chilometrico dal tracciato di progetto. Solo in alcuni casi le distanze sono minori. Nel caso del

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 32 di 73

campo pozzi Settecamini, alimentato dalle acque di subalveo del Chienti, la distanza minima è di circa 400 m per la linea in progetto e di circa 200 m per la linea in dismissione. Entrambe le linee sono comunque situate esternamente all'area di Salvaguardia delle Acque (ex art. 21 del Dlgs 152/06), identificata nella cartografia del PRG di Sant'Elpidio a mare. Il campo pozzi Tenna – Molino, alimentato dalle acque di subalveo del Tenna, ha distanze minime superiori ai 200 m.



**Fig. 4.3/C: Rete acquedottistica delle Marche. (tratta e modificata dal Piano degli acquedotti della Regione Marche, 2014).**

- Tracciato di progetto
- ◆ Campi pozzi
- Rete acquedottistica principale
- Rete acquedottistica secondaria

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 33 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- **Quadro della circolazione sotterranea**

La struttura idrogeologica della fascia costiera è determinata in linea generale dall'assetto stratigrafico regionale. Le sequenze scarsamente permeabili del complesso argilloso sostengono e limitano inferiormente la circolazione idrica sia negli acquiferi delle piane alluvionali sia negli acquiferi delle sequenze arenaceo-conglomeratiche Plio-Pleistoceniche.

Le risorse idriche di maggiore rilevanza sono concentrate negli acquiferi alluvionali delle piane alluvionali più estese, dove avvengono i maggiori prelievi per approvvigionamento sia agricolo-industriale che idropotabile. Gli acquiferi alluvionali sono caratterizzati da spessori di ordine decametrico, di norma crescenti verso valle, e limitati inferiormente dai depositi argilloso-marnosi plio-pleistocenici. L'alimentazione avviene principalmente per ricarica da parte dei corsi d'acqua, ed in misura minore per infiltrazione diretta dalle precipitazioni (Piano di Tutela delle Acque, 2008).

Gli acquiferi dei depositi arenaceo-conglomeratici sono sede di una circolazione idrica sviluppata, che alimenta numerose emergenze sorgentizie. I volumi ridotti delle sequenze arenaceo-conglomeratiche, dovuti anche alla frammentazione di tali depositi in corpi separati, con ricarica legata quasi esclusivamente alle precipitazioni, produce sorgenti a regime stagionale e di importanza locale, con portate di pochi l/min.

Per quanto riguarda il complesso argilloso con carattere di aquitardo-aquiclude, la bassa permeabilità favorisce il prevalere di fenomeni di scorrimento superficiale e ruscellamento. La ridotta infiltrazione efficace implica quindi una scarsa circolazione sotterranea, legata, dove presente, alla coltre superficiale di alterazione, o all'esistenza locale di litotipi arenacei a maggiore permeabilità relativa. A scala regionale i corpi arenacei costituiscono livelli acquiferi significativi, estesi in profondità nel sottosuolo, con caratteristiche di circolazione confinata, come documentato da pozzi per ricerche di idrocarburi (Piano di Tutela delle Acque della regione Marche, 2008). Nel territorio di studio tali corpi acquiferi sono presenti solo marginalmente, affiorando soprattutto nel settore occidentale della Successione Plio-Pleistocenica.

Una circolazione più profonda, che modifica il quadro generale, è testimoniata dall'alimentazione delle sorgenti mineralizzate, le cui acque provengono, in parte o interamente, da salamoie intrappolate nei sedimenti argillosi Plio-Pleistocenici a bassa permeabilità, interrompendo localmente, lungo le fasce tettonizzate, la funzione di aquiclude del complesso argilloso.

- **Stima di massima della soggiacenza della superficie piezometrica lungo i tracciati di progetto**

La stima della soggiacenza della falda freatica negli acquiferi alluvionali del fondovalle dei principali corsi d'acqua è stata eseguita sulla base della cartografia piezometrica ricavata nel settore marchigiano dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche per i fondovalle del Potenza, del Chienti, del Tenna, dell'Aso e del Tronto (tavole 48, 56, 60, 65 e 76). Per i tratti della linea di progetto che si svolge in territorio collinare, non essendo disponibili dati piezometrici pubblicati, la valutazione è stata fatta in base a considerazioni idrogeologiche di carattere generale.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 34 di 73

### Metanodotto Recanati - Chieti DN 650 (26")

#### *Settori collinari*

L'assetto idrogeologico dei rilievi collinari attraversati dalla linea di progetto, che costituiscono le dorsali spartiacque tra le numerose valli occupate dagli acquiferi alluvionali, è caratterizzato da una sostanziale uniformità.

Nel tratto iniziale del tracciato, fino alla valle del Chienti, i rilievi collinari sono costituiti da terreni dell'aquitardo-aquiclude argilloso. Nel seguito del percorso, nella grande maggioranza dei casi i rilievi sono formati da una successione costituita inferiormente da terreni dell'aquitardo-aquiclude argilloso, e nelle parti sommitali da sequenze prevalentemente arenacee e conglomeratiche a maggior grado di permeabilità relativa. Si può ritenere che nell'attraversamento dell'aquitardo-aquiclude argilloso, caratterizzato da scarsa circolazione idrica, non vi sia interferenza con falde di significativa rilevanza come risorse idriche.

E' verosimile stimare che anche nell'attraversamento dell'acquifero arenaceo-conglomeratico costituente le parti sommitali delle colline si possano escludere significative interferenze della condotta con le acque sotterranee, se non, localmente, in prossimità del limite di permeabilità tra acquifero arenaceo e aquiclude argilloso, dove l'orizzonte saturo dell'acquifero può avvicinarsi al piano campagna.

Per quanto riguarda le opere in sottterraneo (*microtunnel*, TOC e *Raise Borer*) previste all'interno dei rilievi collinari, la maggior parte di esse attraversano terreni argillosi, al di sotto del limite di tetto dell'aquiclude con le sequenze dell'acquifero arenaceo-argilloso. Nel caso del *Raise Borer* di Contrada di Valle, situato tra le progressive km 43 e 44, l'opera, che prevede l'attraversamento del limite inferiore delle sequenze arenacee, interferirà con terreni saturi dell'acquifero arenaceo-conglomeratico. Si tratta di risorse non utilizzate e di limitata importanza, dato il ridotto volume dell'acquifero attraversato, che costituisce la parte sommitale di un rilievo collinare; inoltre nei lavori sottofalda è possibile realizzare durante tutte le fasi costruttive un tunnel impermeabilizzato, riducendo così in maniera sostanziale l'impatto con la falda.

#### *Piane alluvionali*

Tenuto conto della scala di rappresentazione dei dati di origine (intorno a 1:100.000 in tutti i casi) e del periodo di rilevamento dei livelli piezometrici (fine anni '70 – primi anni 2000), la valutazione ha un carattere di prima approssimazione. In linea generale si può considerare che una soggiacenza dell'ordine della decina di metri o superiore consenta di ritenere trascurabile l'interferenza con la falda, nel caso ordinario di posa della condotta in trincea (con profondità di scavo intorno a 2 m). Con valori compresi tra 5 e 10 m l'interferenza può essere possibile temporaneamente, in regime di falda alta; è da considerarsi molto probabile per valori inferiori a 5 metri.

Nei depositi alluvionali dell'acquifero del Potenza della sponda sinistra (fig. 4.3/D), la soggiacenza dapprima elevata, intorno a 10 m, scende progressivamente nella piana alluvionale a valori di qualche metro. Oltre l'alveo del Potenza, in sponda destra, la soggiacenza risale progressivamente ritornando ai valori elevati, di circa una decina di metri, a SO dell'abitato di Aneto.

Nei depositi alluvionali della fondovalle del fiume Chienti (fig. 4.3/E) la soggiacenza lungo la linea di progetto è molto elevata, largamente superiore alla decina di metri, tranne che nell'intorno dell'attraversamento dell'alveo.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 35 di 73

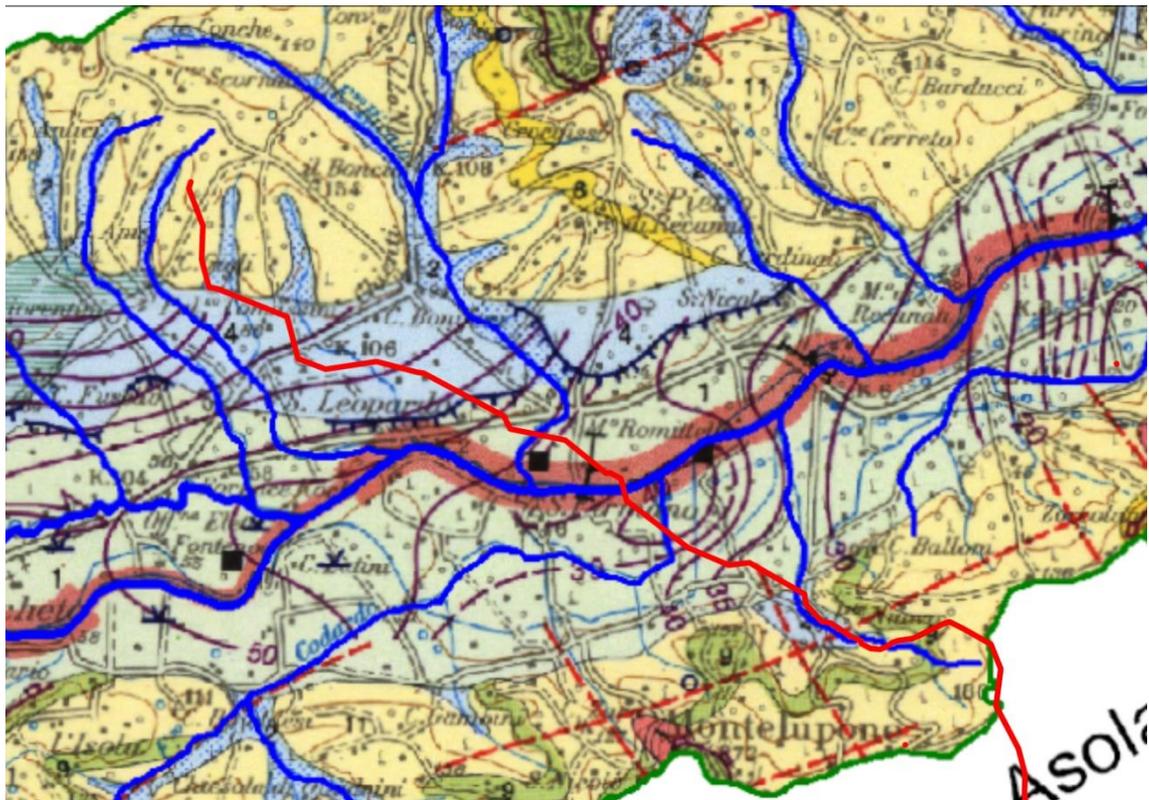
Nel fondovalle del fiume Tenna (fig. 4.3/F) la soggiacenza si aggira intorno a 10 metri nei terrazzi pleistocenici della sponda sinistra e scende a valori di qualche metro nella piana alluvionale attuale. I valori di soggiacenza si mantengono bassi (intorno a qualche metro) in sponda destra, fino alla risalita nei rilievi del versante, formati da terreni dell'aquiclude argilloso.

Nello stretto fondovalle del fiume Ete Vivo si può cautelativamente ritenere, in assenza di dati piezometrici, che la soggiacenza abbia valori di qualche metro e che si verifichi quindi interferenza con la falda freatica.

Nei depositi dell'acquifero alluvionale del fiume Aso (fig. 4.3/G) la soggiacenza ha valori intorno alla decina di metri nell'esteso terrazzo pleistocenico di sponda sinistra, mentre scende a valori di pochi metri in tutta la piana alluvionale, caratterizzata in sponda destra dall'assenza di depositi terrazzati.

Nei poco estesi fondovalle del torrente Menocchia, del fiume Tesino e del torrente Albula si può cautelativamente ritenere, in assenza di dati piezometrici, e data la prossimità con l'alveo, che la soggiacenza abbia valori di qualche metro e che si verifichi quindi interferenza con la falda freatica.

Nell'acquifero alluvionale del fiume Tronto (fig. 4.3/H) la soggiacenza è compresa tra 5 e 10 metri nel terrazzo pleistocenico di sponda sinistra; scende a valori di qualche metro nell'intorno dello svincolo autostradale e nella piana alluvionale attuale.

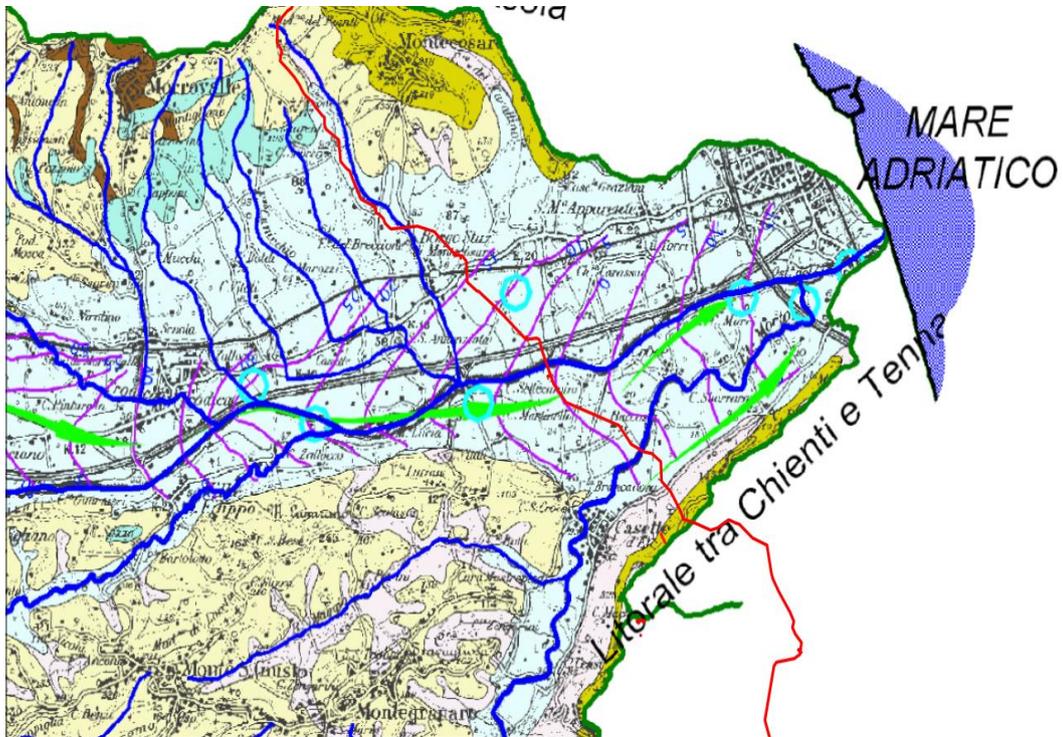


**Fig. 4.3/D: Carta della soggiacenza della falda freatica nell'acquifero del fiume Potenza (tratta e modificata dal Piano di Tutela delle Acque della regione Marche, 2008).**

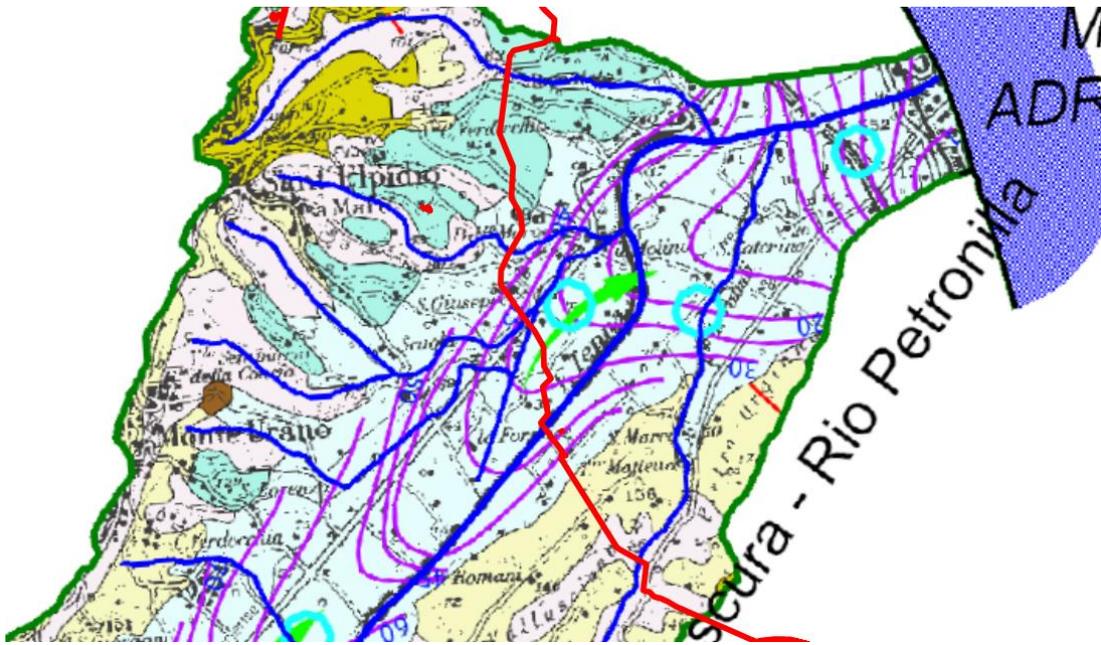
— Tracciato di progetto

— 40 Isofreatiche in m slm

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 36 di 73



**Fig. 4.3/E:** Carta della soggiacenza della falda freatica nell'acquifero del fiume Chiati. Isofreatiche in m slm (tratta e modificata dal Piano di Tutela delle Acque della regione Marche, 2008)



**Fig. 4.3/F:** Carta della soggiacenza della falda freatica nell'acquifero del Tenna. Isofreatiche in m slm (tratta e modificata dal Piano di Tutela delle Acque della regione Marche, 2008).

— Tracciato di progetto      — 40 Isofreatiche in m slm

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 37 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

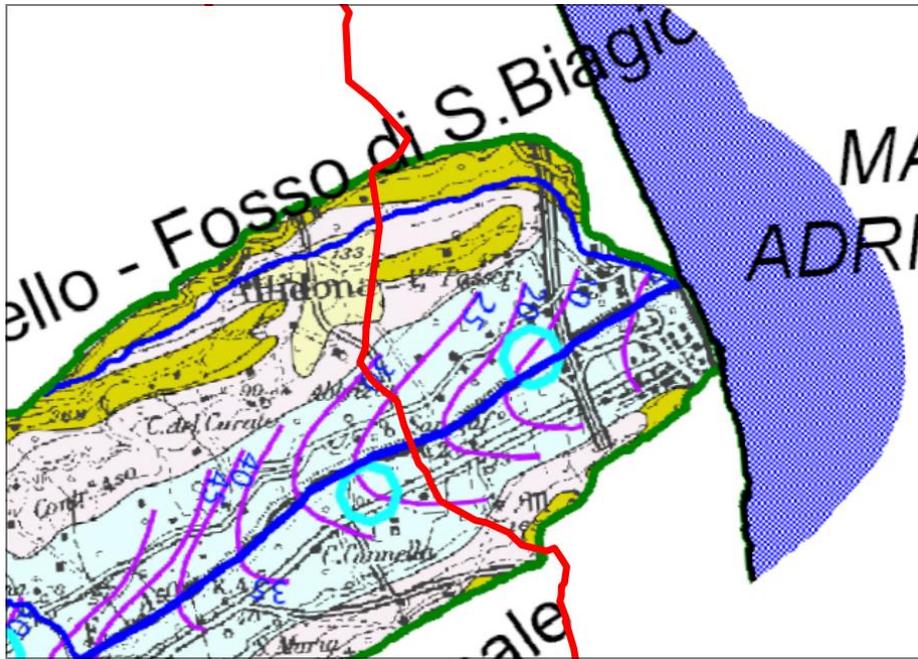


Fig. 4.3/G: Carta della soggiacenza della falda freatica nell'acquifero dell'Aso. Isofreatiche in m slm (tratta e modificata dal Piano di Tutela delle Acque della regione Marche, 2008).

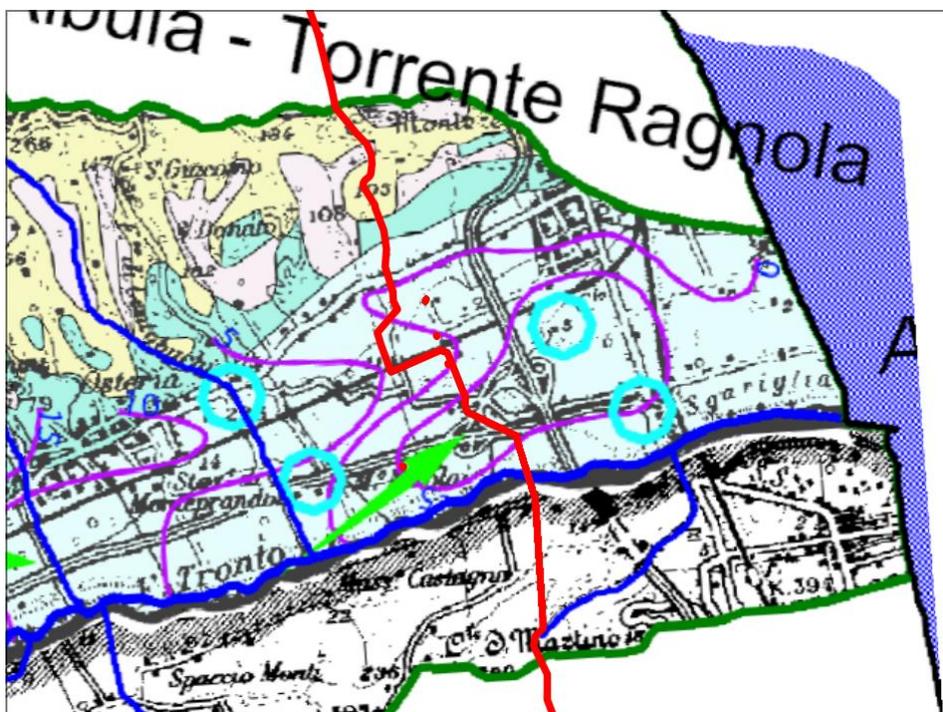


Fig. 4.3/H: Carta della soggiacenza della falda freatica nell'acquifero del Tronto. Isofreatiche in m slm (tratta e modificata dal Piano di Tutela delle Acque della regione Marche, 2008).

— Tracciato di progetto

— 40 Isofreatiche in m slm

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 38 di 73  Rev. <b>0</b>

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il presente capitolo ha come scopo la caratterizzazione sismica del tracciato interessato dal rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti, tratto Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26"), DP 75 bar.

Il tratto in oggetto si sviluppa per circa 77 km in direzione Sud-Ovest, attraversando un territorio caratterizzato da una disposizione a pettine di valli e colline, ortogonalmente alla direttrice degli allineamenti morfologici. Lungo il tratto sono previsti rifacimenti e collegamenti.

### 5.1 Sismicità storica

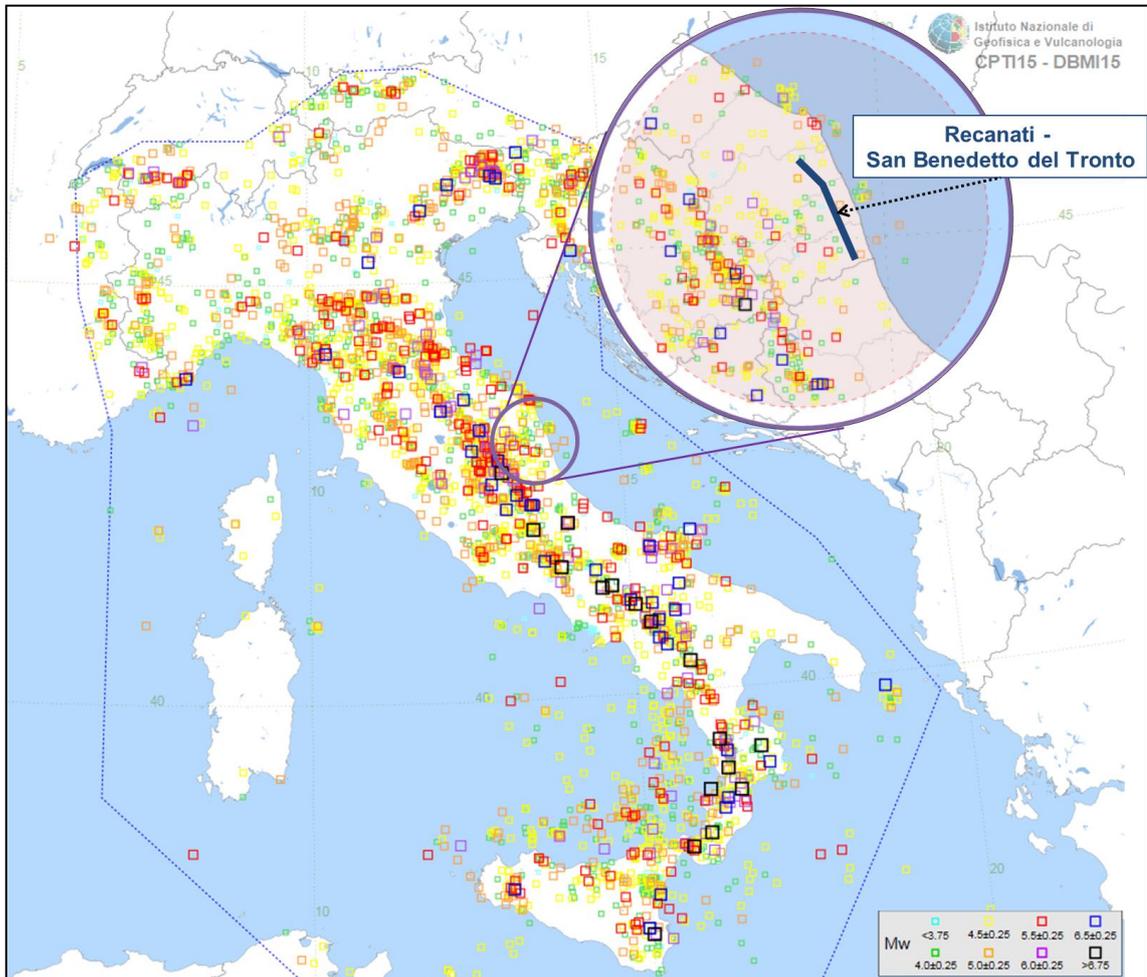
La sismicità storica dell'area in esame è stata analizzata consultando i seguenti cataloghi:

1. Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 ("Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>"), che fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi a 4584 terremoti con intensità massima  $\geq 5$  o magnitudo  $\geq 4.0$  d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.
2. Il Database Macrosismico Italiano DBMI15 ("Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macro seismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>"), che fornisce un set omogeneo d'intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. DBMI15 contiene 122701 dati di intensità (MDP - Macro seismic Data Points) relativi a 3212 terremoti riferiti a circa 20000 località di cui 15213 in territorio italiano, che vanno complessivamente a coprire 7702 comuni degli 8047 esistenti in Italia (ISTAT, 2015). La principale finalità di DBMI15 è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI).

La Figura 5.1/A mostra la mappa del territorio nazionale con le localizzazioni dei terremoti storici presenti nel catalogo CPTI15. In particolare, nel cerchio è rappresentata l'area interessata dal tracciato in progetto. Quest'area è stata definita considerando le localizzazioni degli eventi sismici i cui effetti hanno interessato le zone attraversate dai tracciati.

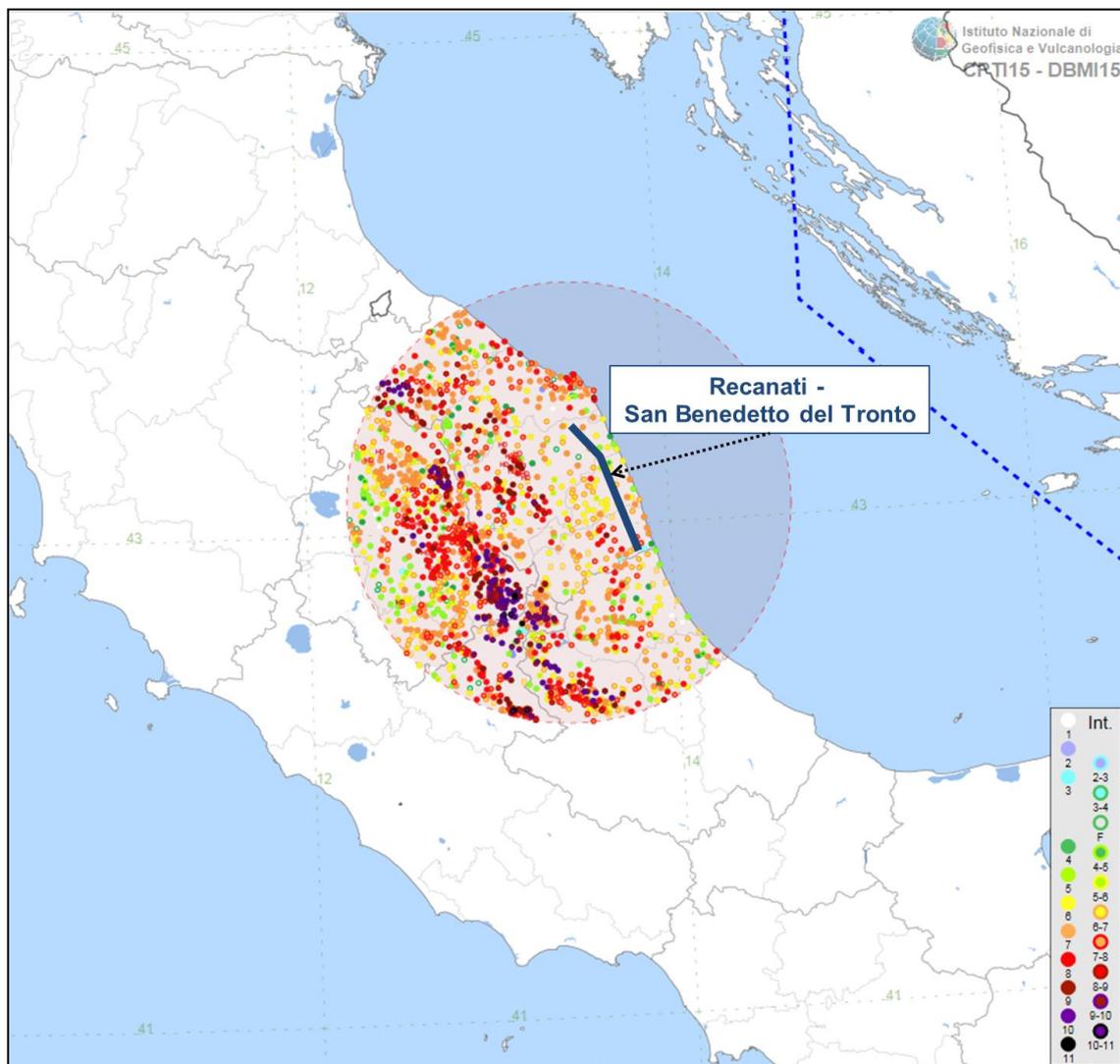
La Figura 5.1/B mostra la distribuzione degli eventi sismici presenti nel DBMI15; in particolare si nota come nell'area di interesse è presente un consistente numero di eventi sismici nell'intervallo di definizione del catalogo.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 39 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 5.1/A:** Mappa con la localizzazione degli epicentri dei terremoti storici italiani catalogati nel CPT15 (INGV). Nel cerchio sono mostrati il tracciato in progetto e gli eventi sismici nell'area di interesse.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 40 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 5.1/B: Mappa con la localizzazione degli epicentri dei terremoti storici italiani catalogati nel DBMI15 (INGV). Nel cerchio sono mostrati il tracciato in progetto e gli eventi sismici nell'area di interesse.**

La distribuzione dei terremoti storici nell'area di interesse estratti dal catalogo CPTI15 (Fig. 5.1/A), e dal database DBMI15 (Figura 2.3.2/B) dimostra che la zona in studio è caratterizzata da un indice di sismicità medio, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

Dalla consultazione del database DBMI15 risultano gli eventi riportati in Tabella 5.1/A, relativamente ai territori comunali attraversati dal tracciato di progetto.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 41 di 73

**Tab. 5.1/A: Eventi sismici registrati nei territori comunali interessati dal tracciato di progetto (DBMI 2015, INGV)**

Regione	Provincia	Comune	Massima intensità risentita	Numero di terremoti risentiti
Marche	Macerata	Recanati	7	47
		Montelupone	6	30
		Potenza Picena	6	33
		Montecosaro	5	21
		Civitanova Marche	6	36
	Fermo	Sant'Elpidio a Mare	6	39
		Porto Sant'Elpidio	6	22
		Fermo	6-7	95
		Lapedona	7	14
		Altidona	6	14
		Campofilone	7	9
		Pedaso	6-7	32
	Ascoli Piceno	Massignano	6-7	21
		Cupra Marittima	7	33
		Grottammare	7	32
		San Benedetto del Tronto	7	48
		Acquaviva Picena	7-8	24
		Monteprandone	7-8	25

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 42 di 73	<b>Rev.</b> 0

## 5.2 Caratterizzazione sismogenetica

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata in base a:

- A. Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9 (Meletti C. e Valensise G., 2004);
- B. DISS (Database of Individual Seismogenic Sources), un database geografico che racchiude la tettonica, le faglie e le informazioni paleosismiche al fine di caratterizzare al meglio le sorgenti sismogenetiche localizzate sul territorio nazionale.

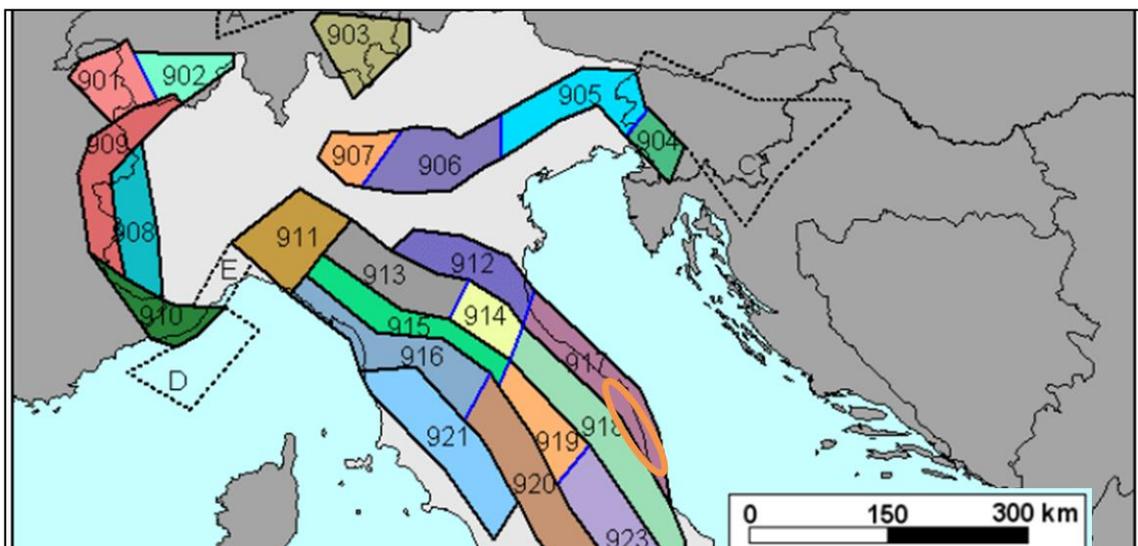
Entrambe le fonti sono elaborate a cura dell'INGV.

### A. Zonazione Sismogenetica ZS9

Gli studi sulla pericolosità sismica condotti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9. Secondo questa zonazione il territorio nazionale è stato diviso in 36 zone-sorgente, individuate mediante l'osservazione delle caratteristiche della sismicità storica/attuale (massima magnitudo, frequenza degli eventi in catalogo, distribuzione nelle classi di magnitudo) e dallo studio delle geometrie delle sorgenti sismotettoniche.

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale prevede una distinzione delle aree sorgenti mediante limiti di colore diverso. I limiti di colore nero separano aree con differenti caratteristiche tettoniche o geologico strutturali, mentre i limiti di colore blu dividono zone con uno stesso stile deformativo, ma con differenti caratteristiche di sismicità, quali: distribuzione spaziale, frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, etc..

Il tracciato interessato dal metanodotto in progetto si colloca nella zona sismogenetica 917 ed è nell'immediata prossimità della zona sismogenetica 918, che fanno parte della porzione dell'Appennino settentrionale e centrale (Figura 5.2/A).



**Fig. 5.2/A: Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero, il colore non è significativo (modif. da Meletti C. e Valensise G., 2004); nel circolo l'area interessata dal tracciato.**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 43 di 73

La zona 917, insieme alla zona 912, rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale. La zona 917 include le sorgenti sismogenetiche principali della fascia appenninica esterna, cui è possibile associare la sismicità della costa romagnola e marchigiana (Valensise e Pantosti, 2001). Il numero di terremoti che ricadono nella zona 917 è decisamente inferiore a quello degli eventi della zona 912.

La zona 918, insieme alle zone 913 e 914, risulta dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna; lo testimoniano anche quegli eventi che hanno avuto risentimenti su aree piuttosto vaste (es., eventi del 1799 di Camerino, del 1873 delle Marche meridionali e del 1950 del Gran Sasso, zona 918). Alla zona 918 sono da riferire alcune sorgenti "silenti" (es. M.ti della Laga, Campo Imperatore) legate a fagliazione normale. Studi paleosismologici lungo le espressioni superficiali delle sorgenti suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene con magnitudo attese che, sulla base della lunghezza della rottura di superficie, vengono stimate tra 6.5 e 7.0 (Galadini e Galli, 2000).

Per ogni zona sismogenetica è stato definito uno strato sismogenetico e ad esso è stata associata una "profondità efficace", ossia la profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità sismica della zona (Meletti C. e Valensise G., 2004).

Lo strato sismogenetico è stato definito come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti, ovvero l'intervallo in cui presumibilmente avverranno i prossimi eventi sismici. Questi strati sono stati definiti da un'analisi del catalogo della sismicità strumentale (1983-2002) dell'INGV e indicano l'intervallo di profondità che ha generato il 90% degli eventi storici che ricadono all'interno di ogni zona.

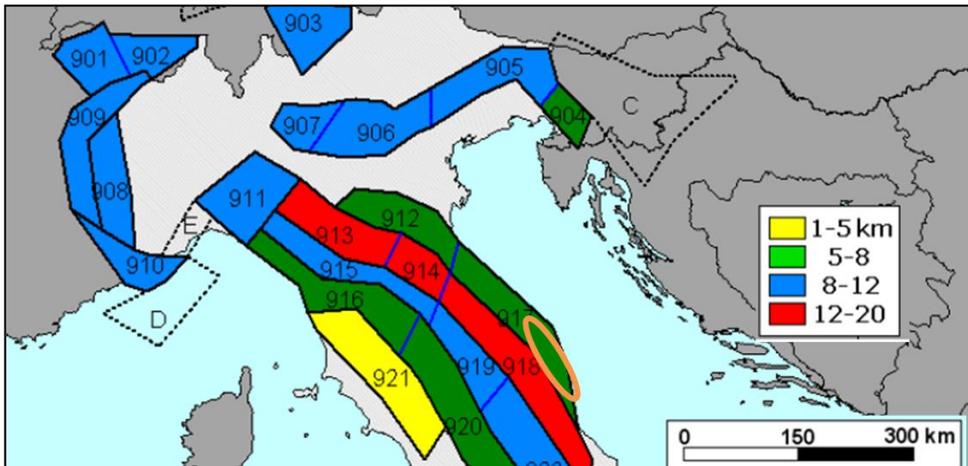
Per considerare le incertezze e il fatto che un unico valore di profondità può non essere rappresentativo dell'intero strato, è stata proposta una suddivisione dell'intero strato sismogenetico in quattro classi di profondità comprese tra: 1-5 km, 5-8 km, 8-12 km, e 12-20 km.

In Figura 5.2/B sono mostrate le classi di profondità efficace per ciascuna zona e nel circolo rosso è indicata l'area in cui ricadono i tracciati in progetto.

La zona 917 è relativamente più superficiale rispetto alle altre ed ha 5-8 km di profondità efficace.

La zona 918 presenta una profondità compresa tra 12 e 20 km.

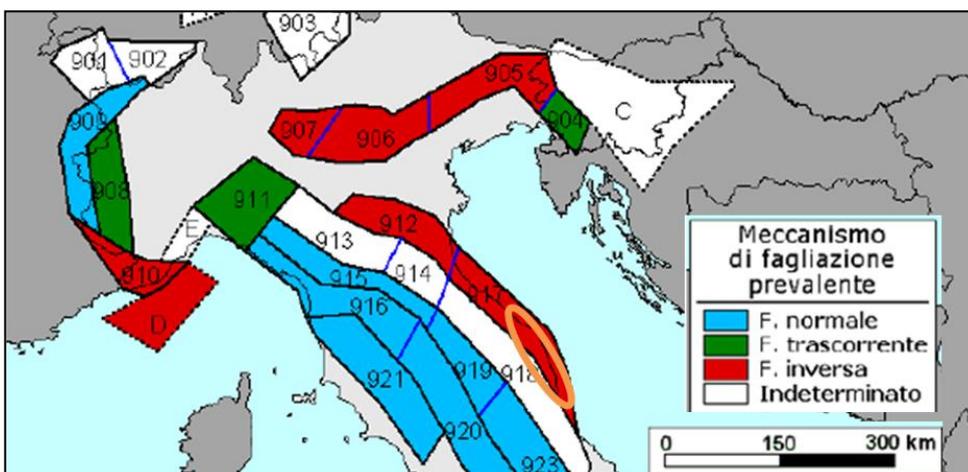
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 44 di 73



**Fig. 5.2/B: Classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone sismogenetiche di ZS9 (da Meletti C. e Valensise G., 2004); nel circolo è evidenziata l'area interessata dal tracciato.**

Nello studio di Meletti e Valensise (2004) è stato indicato anche un meccanismo di fagliazione prevalente per ciascuna zona. Per meccanismo prevalente s'intende quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi. L'assegnazione è stata basata su una combinazione dei meccanismi focali osservati con dati geologici a varie scale e dai meccanismi focali dei terremoti significativi avvenuti in epoca strumentale tratti da un ampio e recente database nazionale. In Figura 5.2/C è mostrato uno stralcio della mappa nazionale, evidenziando la zona interessata dall'opera in progetto.

Nella zona 917 il meccanismo prevalente di fagliazione è di tipo "inverso". Nella zona 918 la maggior parte delle sismicità sembra mostrare un regime prevalentemente compressivo ma l'insieme dei dati a disposizione non è risultato sufficiente per una determinazione univoca, e quindi la zona è stata classificata come "indeterminata".



**Fig. 5.2/C: Meccanismo di fagliazione prevalente atteso per le diverse zone sismogenetiche di ZS9 (modif. da Meletti C. e Valensise G., 2004); nel circolo è evidenziata l'area interessata dal tracciato.**

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 45 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

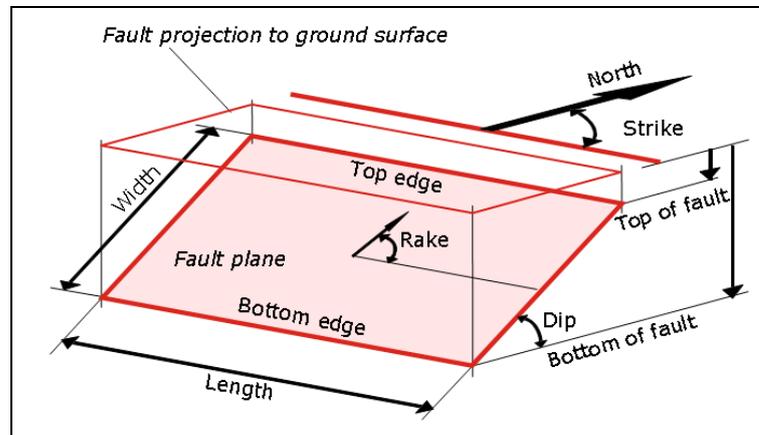
## B. DISS “Database of Individual Seismogenic Sources”

A partire da luglio 2015, l'INGV ha messo a disposizione la banca dati DISS, (“Database of Individual Seismogenic Sources” versione 3.2.0), un database georiferito che racchiude la tettonica, le faglie e le informazioni paleosismiche al fine di caratterizzare al meglio le sorgenti sismogenetiche localizzate sul territorio nazionale. Al fine di approfondire ed integrare l'analisi sismogenetica e neotettonica del territorio esaminato si è proceduto alla consultazione di questo database.

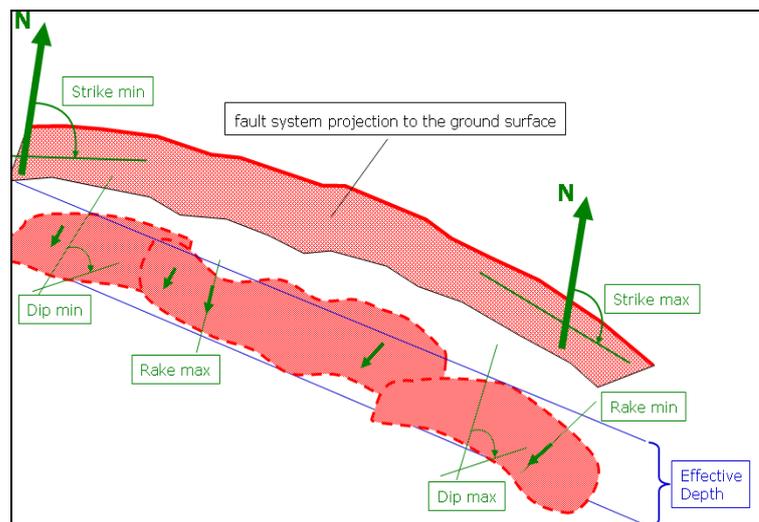
Il DISS include le seguenti categorie di sorgenti sismogenetiche:

- Sorgenti sismogenetiche individuali, ovvero una rappresentazione semplificata e tri-dimensionale del piano di faglia (Figura 5.2/D). Si assume che le sorgenti individuali esibiscano comportamenti caratteristici rispetto alla lunghezza/larghezza di rottura ed alla magnitudo attesa. Le sorgenti sismogenetiche individuali sono definite da dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da un set completo di parametri geometrici (strike, dip, lunghezza, larghezza e profondità), cinematici (velocità) e sismologici (spostamento per evento singolare, magnitudo, slip rate, intervallo di ricorrenza). Si assume che le sorgenti sismogenetiche individuali abbiano ricorrenze strettamente periodiche rispetto alla rottura. Le sorgenti sismogenetiche individuali vengono comparate a database a livello mondiale, per valutarne la consistenza in termini di lunghezza, larghezza, spostamento da singolo evento e magnitudine. Questa categoria fornisce le più accurate informazioni disponibili per le sorgenti meglio identificate.
- Sorgenti sismogenetiche composte (precedentemente definite zone sismogenetiche); si tratta di regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti sismogenetiche (Figura 5.2/F). Le sorgenti sismogenetiche composte non sono associate ad uno specifico set di terremoti o a distribuzioni di terremoti; sono basate su dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da parametri geometrici e cinematici. Una sorgente sismogenetica composta è sostanzialmente una struttura dedotta sulla base dei dati geologici regionali di superficie e profondi. Tipicamente una sorgente sismogenetica composta comprende un numero non specificato di sorgenti individuali, per cui la rottura attesa per terremoti è mal definita o sconosciuta. Il potenziale sismico di questa categoria di sorgenti può essere stimato dai cataloghi sismici esistenti.
- Sorgenti sismogenetiche “dibattute”, ovvero faglie attive che sono state proposte in letteratura come sorgenti sismogenetiche potenziali ma che non sono state considerate abbastanza affidabili da essere introdotte nel database.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 46 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 5.2/D: Schematizzazione di sorgente sismogenetica individuale (DISS).**



**Fig. 5.2/F: Schematizzazione di sorgente sismogenetica composta (DISS).**

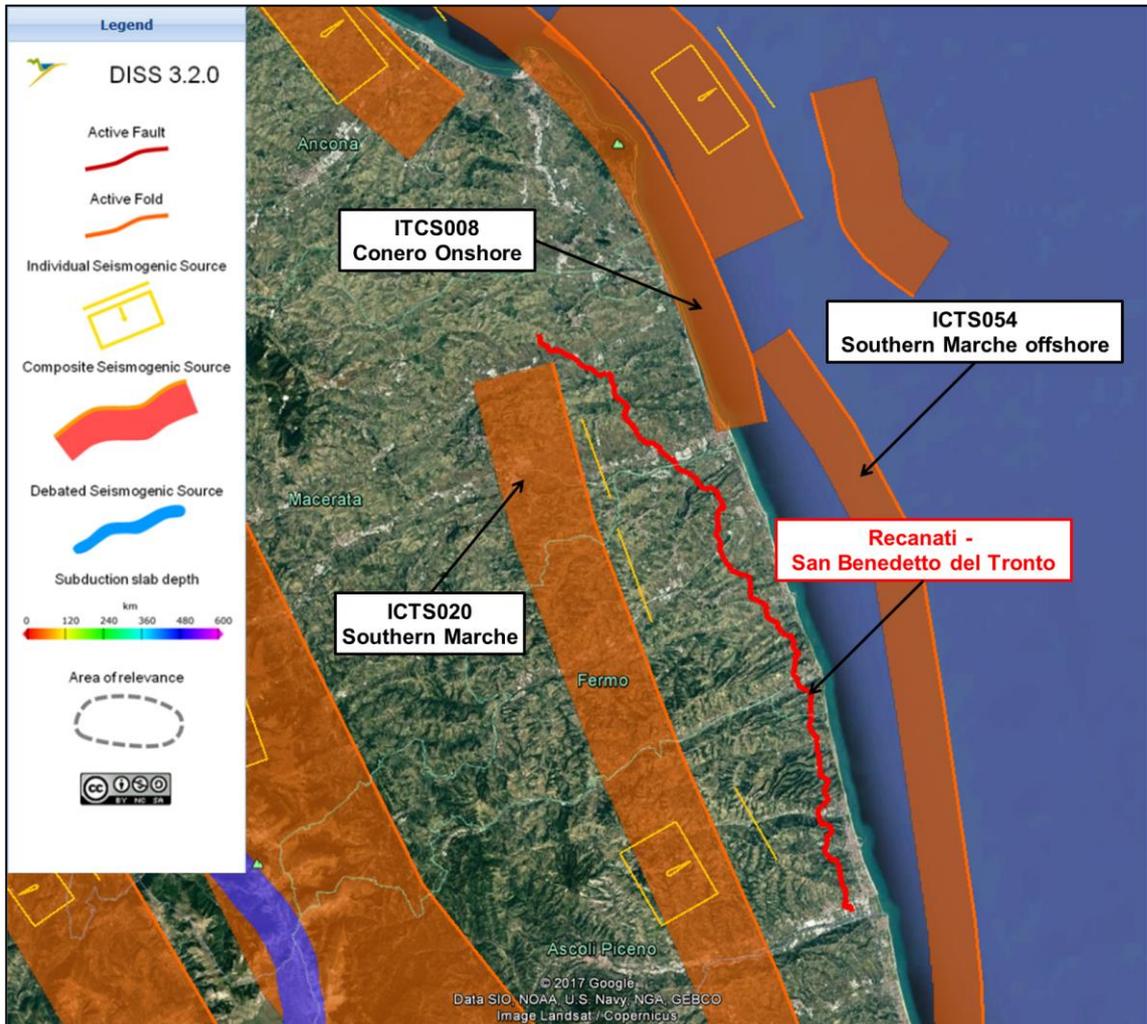
I sistemi sismogenetici sopra descritti, individuati con shape file nella banca dati DISS 3.2.0 (<http://diss.rm.ingv.it/diss/index.php/54-database-access>), sono stati caricati nell'applicativo di Google Earth; in tal modo è stato possibile verificare le interazioni tra il metanodotto in progetto e le sorgenti sismogenetiche.

Come evidenziato dalla Figura 5.2/G, il metanodotto in progetto è interessato dalle sorgenti sismogenetiche composte:

- ITCS008 “Conero Onshore”;
- ITCS020 “Southern Marche”;
- ITCS054 “Southern Marche Offshore”.

I parametri che caratterizzano tali sorgenti sismogenetiche sono descritti nelle Tab. 5.2/A÷5.2/C.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 47 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 5.2/G:** Sorgenti sismogenetiche composte, in campo arancione, e sorgenti sismogenetiche individuali, perimetrare in giallo (DISS 3.2.0). In rosso il metanodotto in progetto da Recanati a San Benedetto del Tronto.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 48 di 73	<b>Rev.</b> 0

**Tab. 5.2/A: Parametri geometrici e sismici caratterizzanti la sorgente sismogenetica composta ITCS008 “Conero Onshore” (Fonte: DISS 3.2.0).**

<b>Codice</b>	ITCS008		
<b>Nome</b>	Conero Onshore		
<b>Descrizione</b>	<b>Parametri</b>	<b>Qual</b>	<b>Fonte</b>
Minima profondità (km)	3.0	LD	Sulla base dei dati geologici provenienti da vari autori
Massima profondità (km)	6.5	LD	Sulla base dei dati geologici provenienti da vari autori
Strike (deg)	110...160	LD	Sulla base dei dati geologici provenienti da vari autori
Dip (deg)	30...45	LD	Sulla base dei dati geologici di Maesano et al. (2013)
Rake (deg)	80...100	EJ	Dedotto dai dati geologici
Slip Rate (mm/y)	1.01...1.35	LD	Sulla base dei dati geologici di Maesano et al. (2013)
Massima magnitudo (Mw)	5.8	OD	Sulla base del più forte terremoto verificatosi nella zona
LD = dati di letteratura OD = dati originali; EJ = valutazione esperta			

**Tab. 5.2/B: Parametri geometrici e sismici caratterizzanti la sorgente sismogenetica composta ITCS020 “Southern Marche” (Fonte: DISS 3.2.0).**

<b>Codice</b>	ITCS020		
<b>Nome</b>	Southern Marche		
<b>Descrizione</b>	<b>Parametri</b>	<b>Qual</b>	<b>Fonte</b>
Minima profondità (km)	3.0	OD	Sulla base di geologia strutturale e vincoli geodinamici.
Massima profondità (km)	9.0	OD	Sulla base di geologia strutturale e vincoli geodinamici.
Strike (deg)	150...170	OD	Sulla base di vincoli geologici e profili di riflessione sismica.
Dip (deg)	30...50	OD	Basato su vincoli geologici e profili di riflessione sismica.
Rake (deg)	80...100	EJ	Desunto da dati geologici.
Slip Rate (mm/y)	0.1...0.5	EJ	Sconosciuto, valori assunti dai vincoli geodinamici.
Massima magnitudo (Mw)	5.9	OD	Derivati dalla grandezza massima della fonte individuale associata
LD = dati di letteratura OD = dati originali; EJ = valutazione esperta			

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 49 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 5.2/C: Parametri geometrici e sismici caratterizzanti la sorgente sismogenetica composta ITCS054 “Southern Marche Offshore”**  
*(Fonte: DISS 3.2.0).*

<b>Codice</b>	ITCS054		
<b>Nome</b>	Southern Marche Offshore		
<b>Descrizione</b>	<b>Parametri</b>	<b>Qual</b>	<b>Fonte</b>
Minima profondità (km)	3.0	OD	Sulla base dei dati geologici da vari autori
Massima profondità (km)	6.5	OD	Sulla base dei dati geologici da vari autori
Strike (deg)	145...195	OD	Sulla base dei dati geologici da vari autori
Dip (deg)	30...50	OD	Sulla base dei dati geologici da vari autori
Rake (deg)	80...110	EJ	Desunti da dati geologici regionali
Slip Rate (mm/y)	0.1...0.5	EJ	Derivati dai dati geologici relativi alle strutture adiacenti
Massima magnitudo (Mw)	5.5	EJ	Assunta dai dati sismologici regionali
LD = dati di letteratura OD = dati originali; EJ = valutazione esperta			

### 5.3 Pericolosità sismica di base

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) DM 14/01/2008 introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. La “pericolosità sismica di base”, nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, 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 del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno,  $T_R$ ).

Il reticolo di riferimento delle NTC 2008 suddivide l’intero territorio italiano in maglie elementari di 0.05 gradi, per un totale di 10.751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche (Tabella A1 delle NTC 2008; <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno ( $T_R$ ) considerati, sono forniti tre parametri per la definizione dell’azione sismica di progetto:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in g/10);
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell’opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento. Le accelerazioni orizzontali  $a_g$ , infatti, non sono più valutate genericamente sulla base dell’appartenenza del comune in cui realizzare l’opera ad una zona sismica, ma sono calcolate in funzione dell’effettiva posizione geografica del sito ove l’opera sarà realizzata. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno ( $T_R$ ) considerati dalla pericolosità sismica i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50-esimo percentile.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 50 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per un qualunque punto del territorio, non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento i valori dei parametri d'interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$ ) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. La formula proposta dalle NTC 2008, tuttavia, è valida per opere puntuali (quali edifici o impianti) e difficilmente può applicarsi ad opere lineari come i metanodotti.

E' stato necessario, quindi, implementare un algoritmo di calcolo fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del Ministero delle Infrastrutture (Spettri-NTC, ver. 1.03) per discretizzare la fascia di territorio interessata dal progetto in tratti elementari di lunghezza nota (0.1 km) e valutare i parametri per ogni tratto mediante metodi di interpolazione più complessi (polinomi di Lagrange).

Le NTC 2008 definiscono l'azione sismica considerando anche un periodo di ritorno ( $T_R$ ) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale ( $P_{VR}$ ) nel periodo di riferimento dell'opera ( $V_R$ ).

Il periodo di riferimento dell'opera ( $V_R$ ) si ottiene dal prodotto tra la vita nominale ( $V_N$ ), che è funzione del tipo di opera, e il coefficiente d'uso ( $C_U$ ), funzione della classe d'uso della costruzione (cfr. paragrafo 2.4.3 delle NTC 2008).

In questo studio si assumono:

- Vita Nominale ( $V_N$ ) di 50 anni;
- Classe d'Uso IV (opera strategica) cui corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U = 2$ ;

da cui si ottiene un periodo di riferimento per l'opera  $V_R$  pari a 100 anni.

Le probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale ( $P_{VR}$ ) nel periodo di riferimento dell'opera ( $V_R$ ) sono funzione dell'importanza dell'opera e, di conseguenza, dello stato limite considerato (cfr. paragrafo 7.1 delle NTC 2008).

Data l'importanza dell'opera, ed in accordo al paragrafo 7.1 delle NTC 2008, sono stati considerati due stati limite:

- Stato Limite di Danno, SLD (in esercizio);
- Stato Limite di salvaguardia della Vita, SLV (a rottura).

I rispettivi valori di probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) sono forniti dalla Tabella 3.2.I delle NTC 2008 (riportata in Fig. 5.3/A).

**Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato**

Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

**Fig. 5.3/A: Probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale al bedrock in funzione dello stato limite considerato (Tabella 3.2.I delle NTC 2008)**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83035
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 51 di 73

Da tali assunzioni sono stati calcolati i valori dei periodi di ritorno ( $T_R$ ) per i due stati limite considerati mediante la formula:

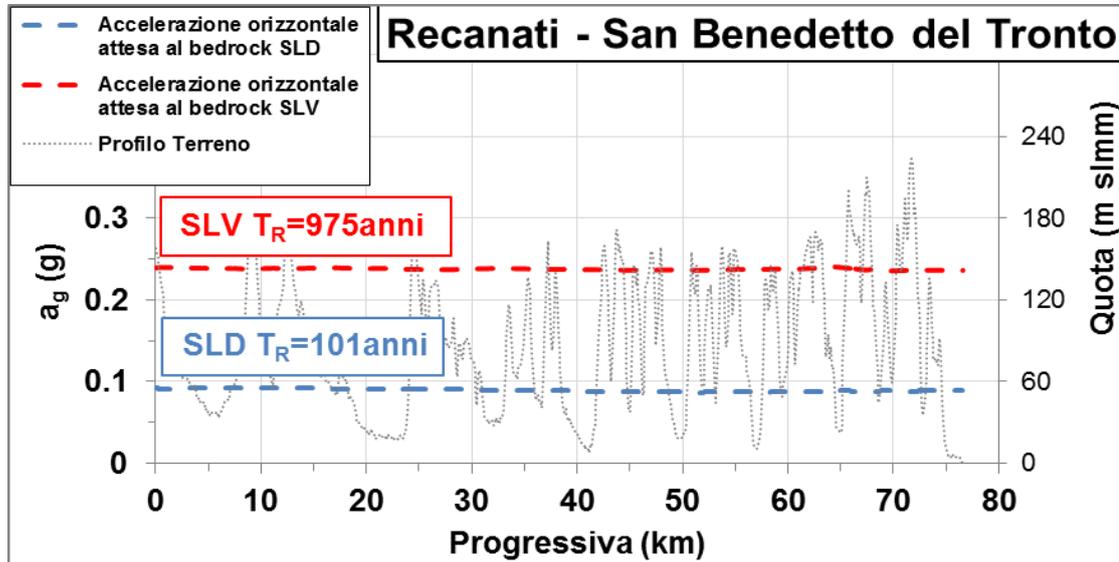
$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

da cui si ottengono i seguenti periodi di ritorno ( $T_R$ ):

- $T_R = 101$  anni - Stato Limite di Danno (SLD);
- $T_R = 949$  anni - Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

Calcolati i periodi di ritorno per i due stati limite è stato determinato l'andamento dei valori di accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ , espressi in g) attesi al bedrock con superficie topografica orizzontale lungo la fascia di territorio interessata dal progetto (Fig. 5.3/A), discretizzando il tracciando di progetto in tratti elementari di lunghezza nota pari a 100 m.

Con riferimento allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), si fa presente che le NTC 2008 forniscono i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  per un periodo di ritorno pari a 975 anni, leggermente superiore a quello di 949 anni calcolato per il metanodotto in progetto. Tali valori andrebbero riportati al periodo di ritorno di progetto utilizzando la formula prevista nell'Allegato A delle NTC 2008 tuttavia, considerando un approccio a favore di sicurezza e vista la modesta differenza tra le due serie di valori (dell'ordine dell'1%), per le valutazioni sono stati utilizzati i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  riferiti a 975 anni.



**Fig. 5.3/A:** Valori di accelerazione orizzontale massima, attesi al bedrock con superficie topografica orizzontale, lungo la fascia di territorio interessata dal progetto, per i periodi di ritorno considerati (101 anni per SLD e 975 anni per SLV).

Dalla Fig. 5.3/A si nota che l'accelerazione orizzontale attesa al bedrock ( $a_g$ ) è sostanzialmente costante lungo il tracciato e assume valori pari a:

- $0.093g$  = stato limite di esercizio SLD ( $T_R = 101$  anni);
- $0.241g$  = stato limite ultimo SLV ( $T_R = 975$  anni).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 52 di 73	<b>Rev.</b> 0

#### 5.4 Risposta sismica locale

La normativa italiana, come del resto la normativa europea e i più recenti codici internazionali, ha modificato l'approccio alla valutazione della sismicità di un'area. Come descritto nel paragrafo precedente, essa è definita da una osservazione del fenomeno sismico "dal basso" e "a priori":

- dal basso, poiché si osserva direttamente il moto sismico nel suo propagarsi dal sottosuolo (bedrock) verso la superficie libera;
- a priori, poiché la pericolosità sismica di base tiene conto esclusivamente del movimento sismico atteso (in termini di accelerazioni), prima che esso produca i suoi effetti sull'ambiente fisico e costruito.

In definitiva, identificati i valori delle accelerazioni massime attese al suolo rigido (bedrock), è necessario valutare la loro variazione (in generale amplificazione) negli strati più superficiali (risposta sismica locale).

Le nuove norme di riferimento (NTC 2008) definiscono la risposta sismica locale di un sito attraverso la stima di:

1. categoria di sottosuolo;
2. categoria topografica.

##### 5.4.1 Categoria di sottosuolo

Le NTC 2008 suddividono il sottosuolo considerando cinque classi di riferimento, in funzione della natura e di specifici parametri di comportamento meccanico dei terreni. I diversi tipi di sottosuolo inducono modifiche sul segnale sismico con variazioni dell'accelerazione di picco e del contenuto in frequenza.

La classificazione individua sottosuoli a rigidità decrescente, a partire dal sottosuolo tipo A, costituito praticamente da roccia affiorante o ricoperta da uno strato meno rigido, con spessore massimo di 3 m, fino a sottosuoli molto deformabili e suscettibili di fenomeni di rottura per la sola azione sismica. Per maggior chiarezza si riportano di seguito le categorie di sottosuolo secondo le NTC 2008:

- A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{S,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $C_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina);
- C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina);
- D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $C_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina);

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fig. 53 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

E - Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s);

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 100 m/s (ovvero  $10 < C_{u,30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche;

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti  $V_{s30}$  rappresenta la velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

in cui  $h_i$  e  $V_i$  indicano, rispettivamente, lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

Lungo il tracciato in progetto le categorie di sottosuolo sono state definite considerando la stessa discretizzazione della linea utilizzata per definire i valori di accelerazioni massime attese al bedrock.

In mancanza di indagini puntuali, le categorie di sottosuolo sono state desunte sulla base dei parametri geotecnici indicativi attribuibili alle formazioni affioranti.

La Fig. 5.4/A rappresenta la caratterizzazione delle categorie di sottosuolo definita lungo il tratto interessato dal progetto, da cui si evince che i terreni presenti sono costituiti da categorie di sottosuolo di tipo B e C.

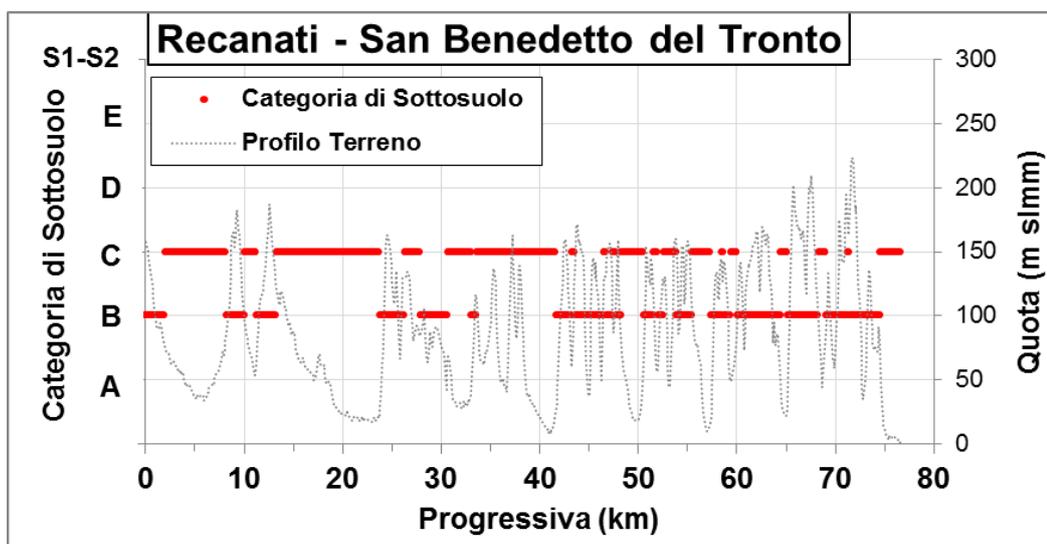


Fig. 5.4/A: Caratterizzazione delle categorie di sottosuolo lungo il tracciato in progetto.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 54 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Definita la categoria di sottosuolo è possibile calcolare i seguenti coefficienti (Tabella 3.2.V delle NTC 2008, riportata in Fig. 5.4/A):

- coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$ , necessario per calcolare l'accelerazione di picco al suolo  $a_{gs}$  (o PGA);
- coefficiente funzione della categoria di sottosuolo  $C_c$ , necessario per il calcolo del periodo  $T_c$  e quindi della velocità orizzontale massima attesa al suolo  $V_q$  (o PGV).

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

**Fig. 5.4/A: Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$  (Tabella 3.2.V, DM 14/01/2008).**

#### 5.4.2 Categoria topografica

La condizione topografica di un sito nella NTC 2008 è definita mediante l'attribuzione ad esso di una categoria topografica.

Le categorie sono definite sulla base delle caratteristiche semplificate della superficie topografica (pendenza media e morfologia) e dell'ubicazione del sito (base, sommità, ecc) rispetto a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali (creste o dorsali allungate).

Le NTC 2008 assegnano a ciascuna categoria un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  (Tabella 3.2.VI delle NTC 2008, riportata in Tab. 5.4/A).

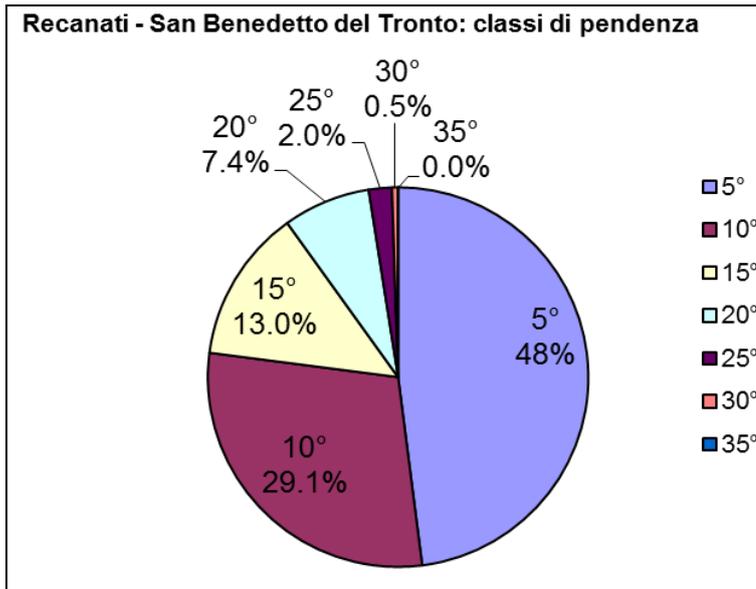
**Tab. 5.4/A: Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  (Tabella 3.2.VI, DM 14/01/2008)**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Le categorie topografiche del tracciato sono state stimate negli stessi nodi definiti per la valutazione delle accelerazioni al bedrock e delle categorie di sottosuolo, secondo la Tabella 3.2.IV delle NTC 2008.

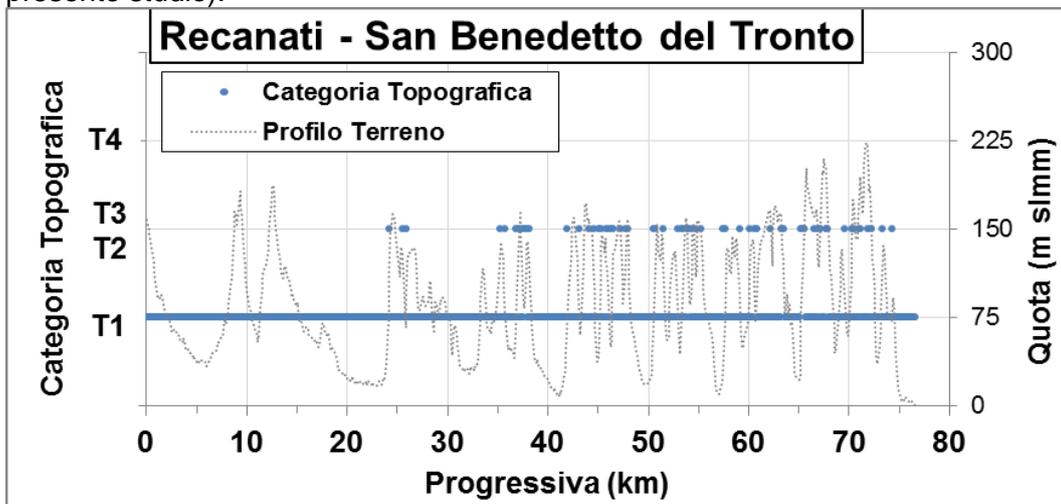
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 55 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

La Fig. 5.4/B mostra che la maggior parte del tracciato in progetto si sviluppa su un territorio caratterizzato da pendenze medie inferiori/uguali ai 15° (circa il 90% del tracciato) a cui, pertanto, va attribuita una categoria T1 (coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  pari a 1.0). La restante parte del tracciato presenta pendenze e morfologie dei versanti attribuibili alle altre categorie (T2, T3, T4).



**Fig. 5.4/B** Rappresentazione in classi di pendenza della topografia lungo il tracciato in progetto.

In Figura 5.4/C è illustrata la caratterizzazione delle categorie topografiche definita lungo il tracciato in progetto (nel grafico le categorie topografiche T2 e T3 sono state accorpate sulla stessa ordinata in quanto presentano lo stesso valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ , pari ad 1.2, utilizzato nei calcoli nel presente studio).



**Fig. 5.4/C:** Caratterizzazione delle categorie topografiche lungo il tracciato in progetto.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 56 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  e il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_S$  sono necessari per il calcolo del valore di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (PGA).

La stima dell'accelerazione orizzontale di picco in superficie  $a_{gS}$  (o *PGA*) lungo il territorio di interesse si ottiene dal prodotto tra il fattore di risposta sismica locale  $S$  e l'accelerazione massima orizzontale attesa al suolo rigido  $a_g$ :

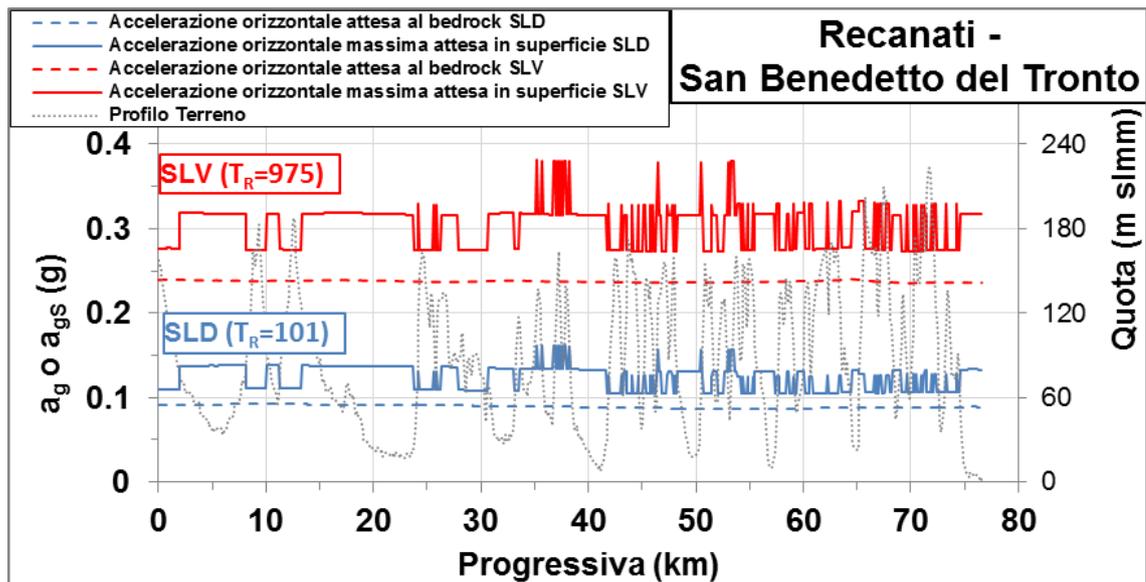
$$a_{gS} = a_g \cdot S$$

Il coefficiente  $S$ , che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, può essere calcolato mediante la relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

in cui  $S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tabella 3.2.V del DM 14/01/2008, riportata in Fig. 5.4/A) ed  $S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 3.2.VI del DM 14/01/2008, riportata in Tab. 5.4/A).

In Fig. 5.4/D è mostrato l'andamento dei valori di accelerazione orizzontale massima attesi al bedrock  $a_g$  ed in superficie  $a_{gS}$  lungo il tracciato del metanodotto in progetto.



**Fig. 5.4/D: Valori di accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock ed in superficie lungo il tracciato in progetto per i due tempi di ritorno considerati (101 anni/SLD e 949 anni/SLV)**

Dai dati della Fig. 5.4/D si evince che l'accelerazione orizzontale sismica di picco attesa in superficie ( $a_{gS}$  o *PGA*) è variabile lungo il tracciato di interesse; pertanto ai fini delle verifiche sismiche di questo studio si assumo cautelativamente i valori massimi:

- **0.161g** per lo stato limite di esercizio SLD ( $T_R = 101$  anni);
- **0.381g** per lo stato limite ultimo SLV ( $T_R = 975$  anni).

Una completa analisi dell'azione sismica attesa in un sito (o lungo un tracciato) prevede anche la stima della massima velocità orizzontale al suolo ( $V_g$  o *PGV*) per gli

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche	<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 57 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

stati limite considerati. Le NTC 2008 riportano (§ 3.2.3.3) la relazione per il calcolo di tale velocità:

$$V_g = PGV = 0.16 * a_g * S * T_c$$

in cui:

$a_g$ : accelerazione di picco attesa al bedrock (espressa in g);

S: fattore di risposta sismica locale;

$T_c$ : periodo del tratto iniziale a velocità costante dello spettro.

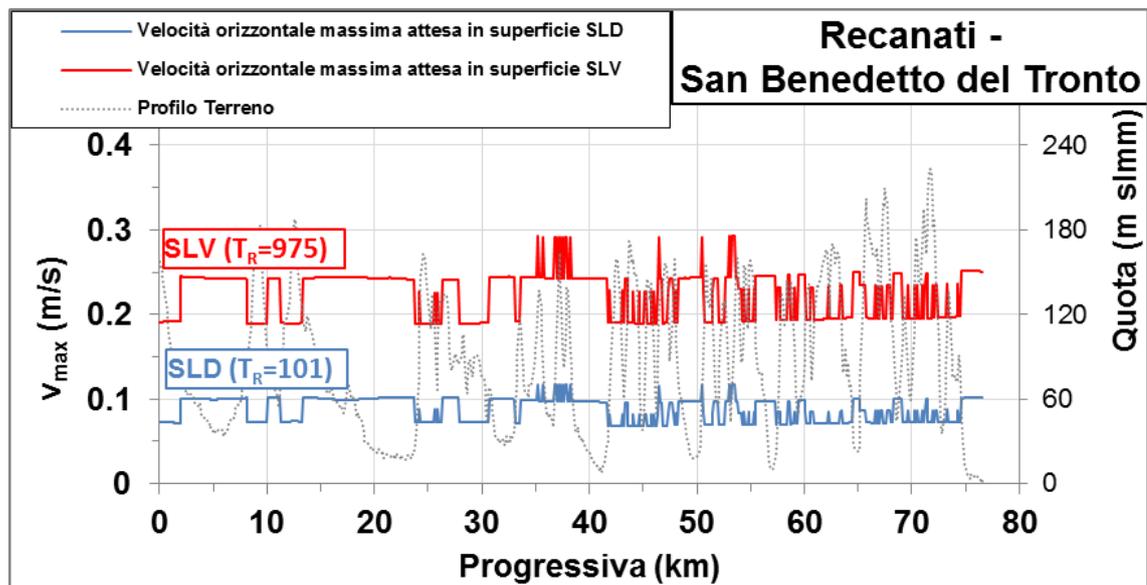
Quest'ultimo parametro si ottiene dalla formula:

$$T_c = C_c \cdot T_c^*$$

essendo:

- $T_c^*$  definito, insieme al valore di  $a_g$ , per ciascun nodo della discretizzazione (Tabella A1 delle NTC 2008);
- $C_c$  un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 3.2.V delle NTC 2008, riportata in Fig. 5.4/A).

Mediante tale relazione sono stati calcolati i valori di velocità orizzontale massimi attesi al suolo lungo l'intero tracciato in esame (Fig. 5.4/D).



**Fig. 5.4/D: Valori di velocità orizzontale massima attesa in superficie lungo il tracciato per i due tempi di ritorno considerati (101 anni per SLD e 949 anni per SLV)**

I valori di velocità orizzontale massima attesi in superficie ( $V_g$  o PGV) sono variabili lungo il tracciato, pertanto ai fini delle verifiche sismiche di questo studio si assumo cautelativamente i valori massimi:

- **0.118 m/s** per lo stato limite di esercizio SLD ( $T_R = 101$  anni);
- **0.293 m/s** per lo stato limite ultimo SLV ( $T_R = 975$  anni).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 58 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Analogamente a quanto fatto per la linea principale del metanodotto Recanati – Chieti tratto Recanati - San Benedetto del Tronto DN 650 (26"), i parametri sismici necessari per le verifiche strutturali allo scuotimento sismico sono stati determinati anche per i rifacimenti e i collegamenti.

La Tab. 5.4/B riporta i valori massimi di PGA e PGV, lungo i tracciati di progetto, utilizzati per le verifiche a scuotimento sismico delle condotte.

**Tab. 5.4/B: Valori massimi di PGA e PGV, lungo i tracciati di progetto, utilizzati per le verifiche di scuotimento sismico delle condotte (segue)**

	SLD ( $T_R = 101$ anni)		SLV ( $T_R = 975$ anni)	
	PGA (g)	PGV(m/s)	PGA (g)	PGV(m/s)
<b>Metanodotto Recanati - San Benedetto del Tronto</b>	<b>0.161</b>	<b>0.118</b>	<b>0.381</b>	<b>0.293</b>
Rif. Comune di Recanati 2° presa	0.138	0.100	0.319	0.245
Nuovo Coll. Simonetti Mario	0.110	0.072	0.276	0.190
Coll. Deriv. per Potenza Picena	0.138	0.100	0.318	0.243
R if. Met. Montelupone Arcalgas 1° presa	0.138	0.101	0.318	0.243
Coll. Comune di Morrovalle	0.138	0.103	0.318	0.243
Rif. Deriv. per Civitanova Marche (1° tratto)	0.138	0.101	0.318	0.244
Rif. AMA Civitanova Marche	0.137	0.100	0.318	0.243
Nuovo Coll. SIG Montecosaro	0.137	0.100	0.318	0.244
Rif. Gas Plus di Montecosaro	0.137	0.100	0.318	0.244
R if. Top Fondi Spa Montecosaro	0.137	0.100	0.318	0.244
Coll. Civitanova Marche 2° presa	0.137	0.101	0.318	0.243
Coll. Comune di MonteSangiusto	0.137	0.102	0.318	0.243
Rif. Comune di S. Elpidio a Mare	0.109	0.073	0.275	0.190
Coll. Comune di Montegranaro	0.109	0.073	0.275	0.190
Coll. Beyfin (S. Elpidio a Mare)	0.109	0.073	0.275	0.190
Coll. Comune di Porto Sant'Elpidio	0.109	0.073	0.274	0.189
Coll. Pot. Deriv. per Montegiorgio	0.134	0.100	0.318	0.245
Coll. temporaneo DN 26" esistente	0.134	0.100	0.319	0.245
Coll. SGI DN 150 (6")	0.134	0.100	0.318	0.245
Coll. Deriv. Per Montegiorgio 1° tratto	0.107	0.071	0.276	0.192
Coll. Fermo 1° presa	0.135	0.098	0.357	0.275
Rif. Coll. Pozzi ELF S. Giorgio a Mare	0.132	0.097	0.316	0.243
Coll. CoMeTra (Fermo)	0.132	0.097	0.316	0.242

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 59 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**Tab. 5.4/B: Valori massimi di PGA e PGV, lungo i tracciati di progetto, utilizzati per le verifiche di scuotimento sismico delle condotte (seguito)**

	SLD ( $T_R = 101$ anni)		SLV ( $T_R = 975$ anni)	
	PGA (g)	PGV(m/s)	PGA (g)	PGV(m/s)
Coll. Comune di Campofilone	0.131	0.097	0.316	0.244
Nuovo Collegamento ENI Campofilone	0.104	0.070	0.274	0.191
Nuovo Coll. Cent.le AGIP Carassai	0.125	0.084	0.330	0.232
Coll. Comune di Cupra Marittima	0.131	0.098	0.318	0.247
Rif. Comune di Grottammare	0.105	0.071	0.277	0.195
Nuovo Coll. Cent.le AGIP Grottammare	0.159	0.120	0.383	0.299
Coll. LIS Lavanderia (Grottammare)	0.132	0.100	0.320	0.249
Coll. Ciarrocchi Vivai (San Benedetto del Tronto)	0.106	0.072	0.274	0.195
Coll. Comune di San Benedetto del Tronto 2° presa	0.106	0.073	0.273	0.196
Rif. Comune di San Benedetto del Tronto 1° presa	0.106	0.073	0.274	0.197
Nuovo Coll. Cent.le AGIP San Benedetto del Tronto	0.133	0.101	0.354	0.281
Coll. Deriv. per Ascoli Piceno 1° tratto	0.134	0.102	0.317	0.251

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 60 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 6 INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)

Nel presente capitolo sono descritte le interferenze dei tracciati delle linee in progetto e delle linee in dismissione con le aree a pericolosità idrogeologica censite nei rispettivi PAI di competenza:

- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI) dell'Autorità di Bacino Regionale delle Marche;
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del fiume Tronto dell'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Tronto;

Nel Paragrafo 6.1 sono state trattate le interferenze con le aree a pericolosità idraulica, ovvero come definite nel PAI delle due Autorità di Bacino, e sono stati valutati gli effetti della realizzazione dell'opera in progetto con l'assetto morfologico-idraulico e la dinamica fluviale delle aree attraversate.

Nel Paragrafo 6.2 sono state trattate le interferenze con le aree interessate da fenomeni di dissesto gravitativo (frane).

### 6.1 Interferenze dei tracciati con le aree a Pericolosità Idraulica

#### **Autorità di Bacino Regionale delle Marche**

Nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI) dell'Autorità di Bacino Regionale delle Marche, per quanto riguarda le aree soggette a pericolosità e a rischio idraulico è stato definito un unico livello di pericolosità, comprendente i territori inondabili da piene fluviali delle aste principali a causa di eventi con tempi di ritorno fino a 200 anni, dedotte su base storico-geomorfologica.

A livelli di pericolosità "moderato" e "medio" non è corrisposta alcuna perimetrazione, e quindi alcun particolare normativa. Le aree a livello di pericolosità unico, individuate su basi storico-geomorfologica, sono state assimilate alle aree ad alta e a moderata probabilità di inondazione come definite nel D.P.C.M. 29.09.98 contenente gli indirizzi per l'individuazione delle aree a rischio.

Le aree a pericolosità idraulica sono state suddivise in tronchi fluviali omogenei, con criteri comprendenti morfologia dell'alveo, presenza di opere trasversali ed elementi a rischio; in ogni singolo tronco fluviale omogeneo così individuato è stato attribuito un livello di rischio, articolato in quattro classi, riferito agli elementi esposti contenuti in una matrice di analisi. Alle classi di rischio individuate (da R4 a R1) sono associabili le definizioni contenute nel D.P.C.M. 29.09.98 sopra citato.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83035
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 61 di 73 Rev. 0

**Tab. 6.1/A: Interferenze tra il tracciato in progetto e le aree inondabili (PAI Marche)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Codice	Classe di Rischio
-	5,010	5,265	0,255	Potenza	E16-0002	R4
-	20,745	21,035	0,290	Chienti-	E19-0003	R3
-	22,815	23,015	0,200	Ete Morto	E19-0004	R4
-	32,020	32,100	0,080	Tenna	E21-0036	R3
-	32,100	32,560	0,460	Tenna	E21-0011	R2
-	32,560	32,950	0,390	Tenna	E21-0010	R1
-	40,930	41,145	0,215	Ete Vivo	E23-0009	R2
-	41,145	41,260	0,115	Ete Vivo	E23-0011	R3
-	49,195	49,255	0,060	Aso	E25-0033	R3
-	49,385	49,585	0,200	Aso	E25-0005	R3
-	49,585	49,625	0,040	Aso	E25-0004	R1
-	56,830	57,055	0,225	Menocchia	E27-0004	R3
-	57,055	57,110	0,055	Menocchia	E27-0003	R2
-	64,700	64,850	0,150	Tesino	E29-0005	R2
-	64,850	65,035	0,185	Tesino	E29-0003	R4
-	65,035	65,095	0,060	Tesino	E29-0006	R2
-	68,655	68,680	0,025	Albula	E30-0004	R3

**Tab. 6.1/B: Interferenze tra le linee secondarie del metanodotto in progetto e le aree inondabili (PAI Marche)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Codice	Classe di Rischio
<b>Coll. temporaneo 26" esistente DN 300 (12")</b>						
-	0,000	0,030	0,030	Tenna	E21-0011	R2
<b>Rifacimento Collegamento Pozzi ELF S. Giorgio a Mare DN 250 (10")</b>						
-	0,205	0,355	0,150	Ete Vivo	E23-0009	R2
-	0,355	0,845	0,490	Ete Vivo	E23-0007	R4
-	0,990	1,940	0,950	Ete Vivo	E23-0007	R4
-	1,940	2,640	0,700	Ete Vivo	E23-0001	R4
<b>Coll. CoMeTra (Fermo) DN 100 (4")</b>						
-	0,000	0,060	0,060	Ete Vivo	E23-0007	R4
<b>Nuovo collegamento Centrale Agip Grottammare DN 250 (10")</b>						
-	0,660	0,690	0,030	Tesino	E29-0006	R2
-	0,690	0,970	0,280	Tesino	E29-0003	R4
<b>Collegamento LIS Lavanderia Grottammare DN 100 (4")</b>						
-	0,000	0,135	0,135	Tesino	E29-0003	R4

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 62 di 73 Rev. <b>0</b>

**Tab. 6.1/C: Interferenze tra il tracciato del metanodotto in dismissione e le aree inondabili (PAI Marche)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Codice	Classe di Rischio
-	4,545	4,810	0,265	Potenza	E16-0002	R4
-	18,895	19,190	0,295	Chienti	E19-0005	R3
-	21,060	21,175	0,115	Ete Morto	E19-0004	R4
-	28,715	28,775	0,060	Tenna	E21-0036	R3
-	28,775	29,125	0,350	Tenna	E21-0011	R2
-	29,125	29,555	0,430	Tenna	E21-0010	R1
-	38,460	38,665	0,205	Ete Vivo	E23-0010	R1
-	38,665	38,785	0,120	Ete Vivo	E23-0011	R3
-	45,710	45,765	0,055	Aso	E25-0033	R3
-	45,895	46,105	0,210	Aso	E25-0005	R3
-	46,105	46,145	0,040	Aso	E25-0004	R1
-	52,645	52,875	0,230	Menocchia	E27-0004	R3
-	52,875	52,925	0,050	Menocchia	E27-0003	R2
-	59,970	60,245	0,275	Tesino	E29-0004	R3
-	60,245	60,525	0,280	Tesino	E29-0003	R4
-	60,525	60,555	0,030	Tesino	E29-0006	R2
-	63,740	63,765	0,025	Albula	E30-0004	R3

**Tab. 6.1/D: Interferenze tra le linee secondarie del metanodotto in dismissione e le aree inondabili (PAI Marche)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Codice	Classe di Rischio
<b>Derivazione Montegiorgio 1° tratto DN 150 (6")</b>						
-	0,000	0,140	0,140	Tenna	E21-0011	R2
-	0,140	0,430	0,290	Tenna	E21-0036	R3
<b>Collegamento pozzi ELF S. Giorgio a mare DN 250 (10")</b>						
-	0,300	0,340	0,040	Ete Vivo	E23-0010	R1
-	0,340	0,365	0,025	Ete Vivo	E23-0009	R2
-	0,675	1,340	0,665	Ete Vivo	E23-0009	R2
-	1,340	1,440	0,100	Ete Vivo	E23-0008	R2
-	1,440	1,905	0,465	Ete Vivo	E23-0007	R4
-	2,055	3,015	0,960	Ete Vivo	E23-0007	R4
-	3,015	3,870	0,855	Ete Vivo	E23-0001	R4
<b>Presa per il Comune di Porto S. Giorgio DN 80 (3")</b>						
-	0,000	0,090	0,090		E23-0007	R4
<b>CoMeTRa Srl (Fermo) DN 80 (3")</b>						
-	0,000	0,050	0,050	Ete Vivo	E23-0007	R4
<b>Coll. C.le ENI Spa Grottammare DN 250 (10")</b>						
-	0,000	0,060	0,060	Tesino	E29-0004	R3
-	0,060	0,075	0,015	Tesino	E29-0003	R4
<b>LIS Spa Lavanderia Industrie sud (Grottammare) DN 80 (3")</b>						
-	0,000	0,170	0,170	Tesino	E29-0003	R4

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 63 di 73  Rev. <b>0</b>

### Autorità di Bacino Interregionale del fiume Tronto

Le aree a rischio di esondazione, classificate in quattro livelli di pericolosità (da E1 a E4), sono state determinate sulla base della configurazione altimetrica dei terreni in corrispondenza dei tratti in cui i corsi d'acqua possono esondare per causa di portate eccessive, o per danneggiamento o collasso delle arginature e delle altre opere di difesa.

La classe a rischio molto elevato di esondazione E4 comprende le aree che possono essere interessate dalle piene di minore portata e maggior frequenza, con tempo di ritorno tra 30 e 50 anni.

Le aree a rischio elevato di esondazione E3 sono interessate dalle piene con tempo di ritorno assimilabile a 100 anni.

Alle aree a rischio medio di esondazione E2, corrispondono a territori allagabili con piene con tempo di ritorno di 200 anni, mentre per le aree a rischio moderato di esondazione E1, il tempo di ritorno è di 500 anni.

**Tab. 6.1/A: Interferenze tra il tracciato in progetto e le aree inondabili (PAI Tronto)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Classe di Rischio
-	75,075	75,660	0,585	Tronto	E2
-	75,660	76,700	1,040	Tronto	E3

**Tab. 6.1/B: Interferenze tra le linee secondarie del metanodotto in progetto e le aree inondabili (PAI Tronto)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Classe di Rischio
<b>Nuovo Coll. Cent.le ENI S.p.A. San Benedetto del Tronto DN 250 (10")</b>					
-	0,000	0,305	0,305	Tronto	E2
-	0,305	0,520	0,215	Tronto	E3
<b>Collegamento Derivazione per Ascoli Piceno 1° tratto DN 200 (8")</b>					
-	0,000	0,680	0,680	Tronto	E3
-	0,680	0,740	0,060	Tronto	E4

**Tab. 6.1/C: Interferenza tra il tracciato del metanodotto in dismissione e le aree inondabili (PAI Tronto)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Classe di Rischio
-	69,425	69,805	0,380	Tronto	E2
-	69,805	70,860	1,055	Tronto	E3

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83035
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 64 di 73

**Tab. 6.1/D: Interferenze tra le linee secondarie del metanodotto in dismissione e le aree inondabili (PAI Tronto)**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Corso d'acqua	Classe di Rischio
<b>Coll. C.le ENI Spa San Benedetto del Tronto DN 250 (10'')</b>					
-	0,000	0,240	0,240	Tronto	E3
<b>Derivazione per Ascoli Piceno 1° tratto DN 200 (8'')</b>					
-	0,000	0,415	0,415	Tronto	E4

### 6.1.1 Compatibilità idraulica delle opere in progetto

Sia il metanodotto in progetto che le linee in dismissione percorrono aree a pericolosità idraulica, sia nella fascia d'alveo sia, soprattutto, nelle aree inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 200 anni. Tuttavia, tenendo conto delle caratteristiche proprie del progetto, che riguarda la costruzione di una condotta completamente interrata senza alterazioni del profilo morfologico preesistente, si possono escludere a priori conseguenze ed effetti significativi sull'opera a causa di fenomeni di esondazione delle acque di piena, così come si possono escludere effetti dell'opera sull'andamento dei deflussi al di fuori dell'alveo ordinario. In merito alla compatibilità dei metanodotti in progetto con la dinamica fluviale, si possono esprimere le seguenti considerazioni:

#### Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena

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

#### Riduzione della capacità di invaso dell'alveo

L'opera in progetto essendo completamente interrata non crea alcun ostacolo all'azione di laminazione delle piene, né opera contrazioni areali delle fasce di esondazione e pertanto non sottrae capacità di invaso.

#### Interazioni con le opere di difesa idrauliche preesistenti

La realizzazione della condotta implica l'attraversamento di rilevati arginali e/o di scogliere spondali generalmente in buono stato di conservazione; si procederà in fase di ripristino alla loro ricostruzione come preesistenti, in conformità tipologica e funzionale, onde evitare di alterare l'assetto morfodinamico locale.

#### Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento

Le opere idrauliche previste in progetto consistono sostanzialmente nel rifacimento delle opere di difesa idraulica preesistenti alla realizzazione della condotta, e nella messa in opera di scogliere in massi in corrispondenza dell'alveo degli attraversamenti a cielo aperto dei principali corsi d'acqua.

#### Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso

L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico essendo localizzata in subalveo ad

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 65 di 73

una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno di approfondimento, e garantendo con la realizzazione di opere di regimazione le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale

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

Nelle aree con significativa sensibilità ambientale sono stati comunque previsti interventi di ripristino, con il duplice obiettivo di mitigare le alterazioni temporanee prodotte dai lavori e recuperare in tempi brevi le caratteristiche paesaggistiche e vegetazionali originarie.

Anche per i tratti in cui si prevedono opere di difesa spondale, queste sono state previste con impiego di materiale naturale (massi e pietrame debitamente disposti sì da limitare le condizioni di impatto), per permettere un migliore inserimento nel contesto ambientale del corso d'acqua.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena

Condizioni di maggiore criticità concernenti la sicurezza dell'opera, e conseguentemente dell'intero sistema tubazione-regione fluviale, possono ipotizzarsi solamente in corrispondenza degli attraversamenti fluviali, in quanto direttamente interferenti con il regime idraulico e di conseguenza, con l'attività morfodinamica; tuttavia, per il fatto che la posa delle condotte sono state progettate a rilevanti profondità, si esclude ogni tipo di sollecitazione sulla tubazione sia da parte dei livelli idrici di piena sia dall'azione erosiva della corrente.

## 6.2 Interferenze con aree a rischio e pericolosità geomorfologica

### **Autorità di Bacino Regionale delle Marche**

Le aree soggette a pericolosità e a rischio idrogeologico 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.

In base delle informazioni riportate dalle fonti per ogni singola perimetrazione acquisita, si è provveduto alla compilazione della tabella del data-base informativo in cui ad ogni dissesto è stata associata, riferendosi alla classificazione proposta da Varnes (1978), la specifica tipologia, comunque ricadente in una delle seguenti classi:

- crollo (CR);
- *debris flow*
- frana di detrito (DF); *mud flow*
- colata di fango (MF);
- scivolamento o scorrimento (SC);
- colamento (CO);
- deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV);
- frana complessa (FC);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 66 di 73  Rev. <b>0</b>

- soliflusso (SO) in cui sono accorpati processi morfodinamici quali deformazioni plastiche e reptazioni dovute alla gravità.

Per quanto riguarda lo stato di attività, i dissesti sono stati distinti in:

- attivi (A);
- inattivi (I);
- quiescenti (Q);
- relitti (R).

Per quanto concerne l'analisi critica del dissesto, ad ogni perimetro con associata tabella dati è stato attribuito un indice di pericolosità, dipendente sostanzialmente da tipologia e stato di attività.

La classe di pericolosità molto elevata (P4) è stata attribuita ai fenomeni ricadenti nella tipologia del crollo (CR), delle colate di detrito o "*debris flow*" (DF) e delle colate di fango "*mud flow*" (MF); la classe elevata (P3) ai fenomeni di crollo quiescente o crollo inattivo, di scivolamento / colamento attivo, alle frane complesse attive; la classe media (P2) agli scivolamenti / colamenti quiescenti, ai colamenti / frane complesse quiescenti, alle D.G.P.V attive, ai fenomeni di soliflusso; la classe moderata (P1) ai fenomeni di scivolamento / colamento inattivo, alle Frane complesse inattive, alle D.G.P.V quiescente o inattiva, ai fenomeni di Soliflusso

La distinzione dei fenomeni di soliflusso (SO) nelle classi di pericolosità P1 o P2 è stata eseguita in base all'estensione ed alla suscettibilità di interessare i beni coinvolti (reti infrastrutturali quando presenti).

Alle aree a pericolosità idrogeologica sopra descritte è stato attribuito un livello di rischio, articolato in quattro classi, combinando i dati della pericolosità e gli elementi del territorio esposti, desunti da osservazioni di cartografia aerofotogrammetrica. Alle classi di rischio individuate (da R4 a R1) sono associabili le definizioni contenute nel D.P.C.M. 29.09.98.

### **Autorità di Bacino Interregionale del fiume Tronto**

Il piano stralcio per la parte relativa all'assetto delle aree a rischio idrogeologico per frane e valanghe ha come finalità:

- l'individuazione e la perimetrazione dei dissesti da frana e valanga e l'attribuzione di diversi livelli di pericolosità e di rischio;
- la definizione di norme e modalità di gestione del territorio volte al rispetto delle specificità morfologiche, ambientali e paesaggistiche connesse ai naturali processi evolutivi dei versanti, indirizzate alla difesa del suolo ed al mantenimento delle relative condizioni di equilibrio;
- la definizione degli interventi necessari per la mitigazione del rischio per le popolazioni esposte, per i beni, per le attività economiche e per le infrastrutture, in rapporto alle pericolosità individuate.

La definizione delle norme e modalità di gestione e disciplina di tutela delle aree a rischio idrogeologico per frane e valanghe, cartografate negli elaborati denominati "Carta Territoriale dei dissesti" e "Carta del dissesto e delle aree esondabili" è articolata per:

- differenti indici di pericolosità dei fenomeni gravitativi, distinti in:

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 67 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- H4 -Aree di versante a Pericolosità molto elevata
- H3 - Aree di versante a Pericolosità elevata
- H2 - Aree di versante a Pericolosità media
- H1 - Aree di versante a Pericolosità moderata
- H0 - Aree di versante a Pericolosità molto bassa
- differenti livelli di rischio suddivisi in:
  - R4 - Aree a rischio molto elevato
  - R3 - Aree a rischio elevato
  - R2 - Aree a rischio medio
  - R1 - Aree a rischio moderato.

### 6.2.1 Esame delle interferenze

I tracciati della condotta principale e delle linee secondarie in progetto ed in dismissione interferiscono con le aree in frana della cartografia del PAI nei tratti riportati nelle Tab. 6.2/A, 6.2/B, 6.2/C seguenti.

Nell'esame delle interferenze, alle aree è stata assegnata una numerazione progressiva e riportata nel contempo, la numerazione adottata dal PAI. La ripetizione delle sigle nelle tabelle indica che più linee in progetto o in dismissione attraversano un medesimo corpo franoso.

Le schede descrittive delle singole interferenze sono riportate nell'Annesso A "Interferenze dell'opera con Aree A pericolosità idrogeologica" (rif. SPC. LA-E-83015 rev. 0) allo Studio di Impatto Ambientale (rif. SPC. LA-E-83010), cui si rimanda per la consultazione.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83035
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 68 di 73 Rev. 0

**Tab. 6.2/A: Interferenza tra il tracciato della linea principale in progetto e le aree di frana individuate dal PAI (segue)**

Nr. ID	Da (km)	A (km)	Lunghezza (km)	Codice frana	Indice di Pericolosità
<b>PAI Marche</b>					
1	7,675	8,040	0,365	F-16-0021	P1
2	10,180	10,200	0,020	F-18-0108	P1
3	13,585	14,260	0,675	F-19-0148	P3
4	14,260	15,000	0,740	F-19-0128	P1
5	15,665	15,785	0,120	F-19-6149	P2
6	16,270	16,445	0,175	F-19-6150	P2
7	25,675	25,730	0,055	F-20-0019	P3
8	33,570	33,990	0,420	F-21-0027	P2
9	34,505	34,580	0,075	F-21-0022	P2
	34,915	35,280	0,365		
10	35,335	35,955	0,620	F-22-0060	P2
11	36,620	37,065	0,445	F-22-0058	P2
12	37,300	37,615	0,315	F-22-0057	P2
13	37,615	37,935	0,320	F-22-0048	P2
14	38,150	38,460	0,310	F-23-0037	P2
15	38,715	39,000	0,285	F-23-0068	P2
	39,225	40,085	0,860		
16	39,000	39,225	0,225	F-23-0032	P2
17	43,215	43,425	0,210	F-24-0028	P2
18	46,280	46,410	0,130	F-21-0010	P2
19	47,290	47,330	0,040	F-25-0009	P1
	47,485	47,500	0,015		
20	47,330	47,485	0,155	F-25-0010	P2
21	47,580	47,850	0,270	F-25-0012	P2
22	48,180	48,345	0,165	F-25-0007	P2
23	51,130	51,170	0,040	F-25-0013	P3
24	52,830	53,145	0,315	F-26-0009	P2
25	53,170	53,505	0,335	F-26-0010	P3
26	58,620	58,655	0,035	F-28-0013	P4
27	71,305	71,410	0,105	F-30-0010	P4
<b>PAI Tronto</b>					
28	72,890	72,970	0,080	1	H3
29	74,405	74,455	0,050	15	H3

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83035
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 69 di 73 Rev. 0

**Tab. 6.2/B: Interferenza tra il tracciato delle linee secondarie in progetto e le aree di frana PAI**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Codice frana	Indice di Pericolosità
<b>PAI Marche</b>					
<b>Rif. Met. Montelupone Arcalgas 1° presa DN 100 (4")</b>					
1	0,000	0,890	0,890	F-16-0021	P1
<b>Collegamento Comune di Morrovalle DN 100 (4")</b>					
30	0,245	0,575	0,330	F-19-0156	P1
<b>Rifacimento Comune di S. Elpidio a mare DN 150 (6")</b>					
31	0,525	0,545	0,020	F-20-0020	P1
<b>Nuovo Coll. Cent.le ENI S.p.A. Grottammare DN 250 (10")</b>					
32	0,325	0,655	0,330	F-29-0008	P2

**Tab. 6.2/C: Interferenza tra il tracciato della linea principale in dismissione e le aree di frana PAI**

Nr. ID	da (km)	a (km)	Lunghezza (km)	Codice frana	Indice di Pericolosità
<b>PAI Marche</b>					
33	8,380	8,445	0,065	F-18-0175	P2
34	8,445	9,145	0,700	F18-0132	P3
35	10,130	10,140	0,010	F-18-0106	P1
36	11,040	11,160	0,120	F18-0097	P1
37	15,245	15,420	0,175	F19-6151	P2
38	21,945	22,150	0,205	F19-0001	P2
39	25,160	25,410	0,250	F21-0049	P2
40	29,685	29,960	0,275	F21-0029	P2
41	32,620	32,975	0,355	F22-0064	P2
42	33,295	33,485	0,190	F22-0063	P2
43	34,785	35,035	0,250	F23-0068	P2
44	35,035	35,150	0,115	F23-0044	P2
45	37,350	37,650	0,300	F23-0025	P2
46	38,830	39,040	0,210	F23-0023	P1
47	39,170	39,270	0,100	F23-0018	P2
48	39,620	39,730	0,110	F23-0028	P2
49	39,925	39,960	0,035	F23-0013	P2
	40,075	40,105	0,030		
50	40,950	41,350	0,400	F24-0032	P3
51	41,480	42,070	0,590	F24-0022	P2
52	42,905	43,125	0,220	F24-0019	P2
53	43,130	43,345	0,215	F24-0021	P2
54	43,390	43,790	0,400	F24-0026	P3
55	43,850	44,175	0,325	F25-0014	P2
56	44,565	44,755	0,190	F25-0013	P2
57	46,885	47,135	0,250	F25-0006	P2
58	47,945	48,070	0,125	F26-0012	P3
59	50,905	51,020	0,115	F-26-0003	P1

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023068
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 70 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 7 INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE

Sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dal progetto delle nuove condotte esposte nei precedenti capitoli, è stato individuato un insieme di siti nei quali si è ritenuto opportuno approfondire l'indagine tramite un'apposita campagna geognostica.

In particolare le indagini geognostiche sono state individuate prevalentemente in corrispondenza delle situazioni di criticità morfologica di versante quali le interferenze con zone censite nel PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), con situazioni di incerta o potenziale stabilità a lungo termine e con zone interessate da fenomeni erosivi potenzialmente regressivi, allo scopo di ottimizzare il tracciato, di definire gli interventi di mitigazione delle criticità presenti e/o gli interventi migliorativi della situazione attuale da realizzare contestualmente alla costruzione.

Nel corso della campagna della indagine sono stati eseguiti sondaggi geognostici e prove penetrometriche statiche (con punta elettrica, CPTe o meccanica, CPT) e prove penetrometriche dinamiche continue pesanti (DPSH).

La documentazione relativa alle indagini geognostiche è raccolta nell'Allegato 2 alla presente relazione. Le ditte che hanno eseguito le indagini riportate sono:

- GEOSERVICE Srl di Agnone (IS):
  - n. 18 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
  - n. 8 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT).
- BEDUSCHI GEOTECNICA Srl:
  - n. 14 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
  - n. 6 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT);
  - n. 8 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)

### 7.1 Sondaggi geognostici

Tutti i sondaggi geognostici eseguiti sono con a carotaggio continuo; la descrizione delle attrezzature utilizzate da ciascuna ditta operatrice è fornita a completamento della documentazione relativa ai sondaggi.

Tutti i sondaggi geognostici hanno raggiunto profondità variabili da 15 m a 40 m in funzione delle condizioni stratigrafiche e geotecniche riscontrate e delle caratteristiche dello specifico intervento da realizzare.

La seguente Tabella 7.1/A presenta i sondaggi geognostici a carotaggio continuo complessivamente realizzati lungo il tracciato di progetto del metanodotto principale e di alcune sue diramazioni, in ordine progressivo lungo il tracciato specificandone, il nome assegnato, la profondità raggiunta, le coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS84, i limiti amministrativi di riferimento e la ditta esecutrice.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83035
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 71 di 73 Rev. 0

**Tabella 7.1/A: Ubicazione sondaggi geognostici a carotaggio continuo**

Sigla	Prof. (m)	Long.	Lat.	Comune	Prov.	Ditta
<b>Metanodotto Recanati – San Benedetto del Tronto DN650 (26'')</b>						
BH10	15	43.317263	13.613985	Montecosaro	MC	Geoservice srl
BH11	15	43.315863	13.616164	Montecosaro	MC	Geoservice srl
BH27	15	43.257030	13.715942	Sant'Elpidio a Mare	FM	Geoservice srl
BH30	15	43.254727	13.720455	Porto Sant'Elpidio	FM	Geoservice srl
BH34	25	43.795670	13.731541	Fermo	FM	Geoservice srl
BH35	15	43.192633	13.733173	Fermo	FM	Geoservice srl
BH38	40	43.184946	13.747955	Fermo	FM	Geoservice srl
BH39	15	43.183333	13.749975	Fermo	FM	Geoservice srl
BH45	15	43.173978	13.760704	Fermo	FM	Geoservice srl
BH46	15	43.173102	13.760148	Fermo	FM	Geoservice srl
BH47	35	43.167991	13.762096	Fermo	FM	Geoservice srl
BH48	15	43.165827	13.761089	Fermo	FM	Geoservice srl
BH59	15	43.13855	13.79222	Fermo	FM	Beduschi srl
BH62	15	43.13609	13.79503	Fermo	FM	Beduschi srl
BH65	15	43.11934	13.81304	Altidona	FM	Beduschi srl
BH68A	15	43.11175	13.81260	Altidona	FM	Beduschi srl
BH70	30	43.10451	13.81134	Altidona	FM	Beduschi srl
BH71	15	43.10240	13.81107	Altidona	FM	Beduschi srl
BH79	15	43.06984	13.82995	Campofilone	FM	Beduschi srl
BH81	15	43.06766	13.83077	Campofilone	FM	Beduschi srl
BH82	15	43.06655	13.83080	Campofilone	FM	Beduschi srl
BH88	15	43.02396	13.84013	Cupramarittima	AP	Beduschi srl
BH100	15	42.93772	13.86311	S. Benedetto del Tronto	AP	Beduschi srl
BH103	15	42.92576	13.86516	S. Benedetto del Tronto	AP	Beduschi srl
BH105	15	42.92179	13.86602	Monteprandone	AP	Beduschi srl
BH106A	15	42.91041	13.87126	S. Benedetto del Tronto	AP	Beduschi srl
<b>Rifacimento Metanodotto Montelupone Arcalgas DN100 (4'')</b>						
DH5	15	43.353068	13.585818	Montelupone	MC	Geoservice srl
DH6	40	43.348774	13.586087	Montelupone	MC	Geoservice srl
DH7	15	43.344966	13.586177	Montelupone	MC	Geoservice srl
<b>Collegamento Comune di Morrovalle DN100 (4'')</b>						
DH16	15	43.319582	13.613188	Montecosaro	MC	Geoservice srl
DH17	30	43.321459	13.611557	Montecosaro	MC	Geoservice srl
DH18	15	43.324014	13.609106	Montecosaro	MC	Geoservice srl

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 72 di 73  Rev. <b>0</b>

## 7.2 Prove penetrometriche

Sono state eseguite prove penetrometriche di tipo statico con punta meccanica (CPT) e nelle aree con prevalenza di sedimenti ghiaioso-sabbiosi, prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti tipo Meardi (DPSH) ; la descrizione delle attrezzature utilizzate da ciascuna ditta operatrice è fornita a completamento della documentazione relativa ai sondaggi.

Tutti i sondaggi geognostici hanno raggiunto profondità variabili da 15 m a 40 m in funzione delle condizioni stratigrafiche e geotecniche riscontrate e delle caratteristiche dello specifico intervento da realizzare.

La seguente Tabella 7.2/A riporta le prove penetrometriche eseguite lungo il tracciato di progetto del metanodotto principale, in ordine progressivo lungo il tracciato specificandone, la sigla assegnata, la profondità raggiunta, le coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS84, i limiti amministrativi di riferimento e la ditta esecutrice.

**Tabella 7.2/A: Ubicazione prove penetrometriche**

Sigla	Prof. (m)	Long.	Lat.	Comune	Prov.	Ditta
<b>Metanodotto Recanati – San Benedetto del Tronto DN650 (26'')</b>						
CPT09	15	43.318281	13.614256	Montecosaro	MC	Geoservice srl
CPT12	15	43.315349	13.614956	Montecosaro	MC	Geoservice srl
CPT13	15	43.314722°	13.617643°	Montecosaro	MC	Geoservice srl
CPT14	15	43.314310	13.616208	Montecosaro	MC	Geoservice srl
CPT28	5.8	43.256316	13.717014	Sant'Elpidio a Mare	FM	Geoservice srl
CPT29	5.2	43.255165	13.719132	Porto Sant'Elpidio	FM	Geoservice srl
CPT43/A	15	43.180531	13.759394	Fermo	FM	Geoservice srl
CPT46/A	15	43.171367	13.760148	Fermo	FM	Geoservice srl
CPT60	13	43.13789	13.79299	Fermo	FM	Beduschi srl
CPT61	12	43.13702	13.79388	Fermo	FM	Beduschi srl
DPSH66	15	43.12004	13.81264	Altidona	FM	Beduschi srl
DPSH67	7.2	43.11849	13.81385	Altidona	FM	Beduschi srl
DPSH68B	10.2	43.11057	13.81301	Altidona	FM	Beduschi srl
DPSH69A	15	43.10768	13.81251	Altidona	FM	Beduschi srl
CPT76	14	43.07755	13.82992	Campofilone	FM	Beduschi srl
DPSH78	4.8	43.07062	13.83010	Campofilone	FM	Beduschi srl
CPT80	15	43.06896	13.83010	Campofilone	FM	Beduschi srl
DPSH101	5.1	42.93671	13.86200	S. Benedetto del Tronto	AP	Beduschi srl
DPSH102	7.8	42.92655	13.86495	S. Benedetto del Tronto	AP	Beduschi srl
CPT104	15	42.92282	13.86630	Monteprandone	AP	Beduschi srl
CPT106	15	42.92089	13.86663	Monteprandone	AP	Beduschi srl

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023068</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83035</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 73 di 73	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 8 CONCLUSIONI

La presente Relazione Geologica costituisce uno specifico annesso al Progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'opera denominata "Rifacimento metanodotto Ravenna - Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26)", DP 75 bar ed opere connesse" (rif. SPC. LA-E-83009 rev.0) e completa la documentazione collegata allo Studio di Impatto Ambientale (rif. SPC. LA-E-83010 rev. 0).

Il tracciato di progetto interessa nella fascia prossima alla costa i rilievi collinari della parte meridionale della Regione Marche, tagliando quasi perpendicolarmente le valli dei principali fiumi quali il Potenza, il Chienti, il Tenna, l'Aso ed il Tronto.

Tali rilievi, in gran parte costituiti da terreni di natura argilloso-limosa, sono interessati da diffusi quanto estesi movimenti gravitativi a carattere plastico ed in lenta evoluzione individuati e classificati, nella cartografia allegata ai Piani di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI Regione Marche e PAI fiume Tronto), con diversi livelli di Pericolosità geologica.

Sebbene il quadro normativo permetta l'attraversamento di aree a pericolosità geologica da parte di condotte quale quelle in progetto ed in dismissione, la presenza di movimenti gravitativi e la loro evoluzione potrebbero interferire negativamente con le stesse per cui la definizione del tracciato ha comportato una fase di studio preliminare supportata da una cospicua fase di indagini geognostiche dirette delle quali si è riferito nella presente relazione.

Ovunque sia stato possibile il tracciato ha evitato le maggiori criticità geomorfologiche e, nei casi in cui non è stato possibile si è ricorsi a tecnologie trenchless per evitare le interferenze dirette con i fenomeni che costituiscono le criticità.

Nei casi in cui il tracciato interferisce con situazioni di modesta criticità geomorfologica sono stati previsti interventi di prevenzione per contrastare i potenziali futuri sviluppi negativi, o sono stati previsti interventi di miglioramento della situazione attuale. Lo Studio di Impatto Ambientale (rif. SPC LA-E-83010 rev. 0) descrive gli interventi previsti e identifica la loro ubicazione lungo i tracciati.

Le interferenze con le aree a pericolosità idraulica e geomorfologica (dissesti) sono state rappresentate nell'Allegato 5 (Dis. LB-D-83213 rev. 0) Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) allo Studio di Impatto Ambientale (rif. SPC LA-E-83010 rev. 0) e sono state ulteriormente trattate in maggior dettaglio nelle relazione (rif. SPC. LA-E-83015) Annesso A "Interferenze dell'opera con aree a pericolosità' idrogeologica" allegata al Progetto di fattibilità tecnica ed economica.

Da quanto esposto in questi documenti risulta che l'opera è compatibile sia con le aree a pericolosità idraulica sia con le aree a pericolosità geomorfologica in quanto o l'opera non modifica lo stato di fatto attuale o sono stati previsti degli interventi preventivi, mitigativi o migliorativi delle condizioni attuali dovunque si sia individuata la necessità.