
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 1 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

**RIFACIMENTO METANODOTTO RAVENNA – CHIETI**  
**TRATTO RAVENNA – JESI DN 650 (26''), DP 75 bar**  
**ED OPERE CONNESSE**  
**ULTERIORI ALLACCIAMENTI**



**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**RELAZIONE GEOLOGICA**



0	Emissione	A. CARPENA	M.AGOSTINI P.RUSSO	V. FORLIVESI G. GIOVANNINI	15/05/2019
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>



Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 2 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1	<b>SCOPO DEL LAVORO .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....</b>	<b>10</b>
4.1	<b>ASPETTI GENERALI .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERI GEOLOGICI.....</b>	<b>12</b>
5.1	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....</b>	<b>12</b>
5.1.1	Unità geologiche .....	23
5.1.2	Assetto strutturale .....	29
5.2	<b>FORMAZIONI GEOLOGICHE AFFIORANTI LUNGO LE AREE DI INTERESSE .....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>ASSETTO LITOLOGICO – GEOMORFOLOGICO DELLE AREE INTERESSATE .....</b>	<b>39</b>
6.1	<b>LINEE SECONDARIE IN PROGETTO.....</b>	<b>39</b>
6.2	<b>LINEE SECONDARIE IN DISMISSIONE.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>SISMICITÀ.....</b>	<b>49</b>
7.1	<b>SISMICITÀ STORICA .....</b>	<b>51</b>
7.2	<b>ZONAZIONE SISMOGENETICA.....</b>	<b>54</b>
7.3	<b>PERICOLOSITÀ SISMICA (PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO) .....</b>	<b>57</b>
7.4	<b>FAGLIAZIONE ATTIVA E CAPACE .....</b>	<b>62</b>
7.4.1	Database D.I.S.S. ....	62
7.4.2	Database ITHACA.....	63
7.5	<b>RISPOSTA SISMICA LOCALE.....</b>	<b>68</b>
7.5.1	<b>Amplificazione stratigrafica.....</b>	<b>69</b>
7.5.2	<b>Amplificazione topografica.....</b>	<b>71</b>
7.6	<b>LIQUEFAZIONE.....</b>	<b>72</b>
<b>8</b>	<b>ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>78</b>
<b>10</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>80</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 3 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 1 PREMESSA

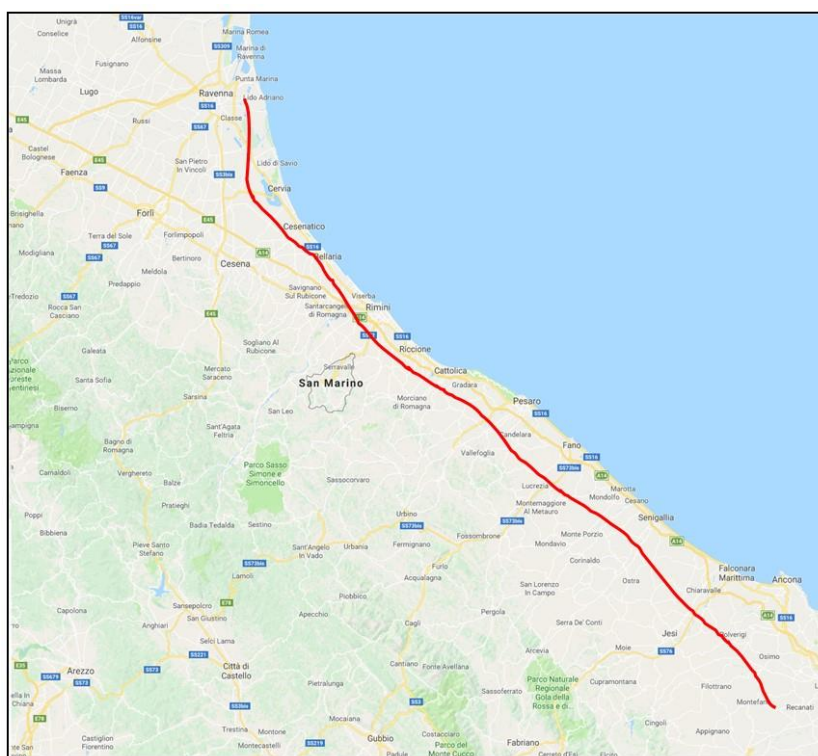
Il presente elaborato è stato redatto nell'ambito degli studi specialistici a supporto della progettazione e autorizzazione del progetto "Metanodotto Ravenna – Chieti, tratto Ravenna – Jesi DN 650 (26''), DP 75 bar, ulteriori allacciamenti". In particolare, il progetto prevede la messa in opera di:

- nr. 18 tratti di linee di vario diametro per una lunghezza complessiva pari a 42,445 km.



Inoltre, è prevista la dismissione di:

- nr. 23 tratti di linee di vario diametro per uno sviluppo totale di 48,58 km.

Nelle pagine successive sono riportate in dettaglio le caratteristiche dimensionali di tutte le linee in progetto e dismissione.



**Figura 1/A: Inquadramento territoriale metanodotto Ravenna-Jesi DN 650 ed opere connesse (Google Maps)**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26"), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 4 di 80	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

**Tab. 1.A: Elenco degli interventi in progetto**

Denominazione metanodotto in progetto	DN	Lung.za (km)	Comuni	Rif. Tavole	Denominazione metanodotto in Dismissione	DN	Lung.za (km)	Comuni	Rif. Tavole
<b>Ulteriori Allacciamenti derivati da Met. Ravenna - Chieti Tratto Ravenna - Jesi DN 650 (26") in progetto</b>					<b>Ulteriori Allacciamenti derivati dal "Met. Ravenna - Chieti Tratto Ravenna - Jesi DN 650 (26") in dismissione</b>				
Met. Rif. Coll. Cervia - S. Maria Nuova	200 (8")	11,835	Cervia, Cesena, Ravenna, Bertinoro	1-4	Met. Coll. Cervia - S. Maria Nuova	200 (8")	11,580	Cervia, Cesena, Ravenna, Bertinoro	1/A-4/A
<i>Rif. Coll. Radd. Imola Forli Cesena*</i>	200 (8")	0,020	Bertinoro	4	<i>Coll. Radd. Imola Forli Cesena*</i>	200 (8")	0,015	Bertinoro	4/A
<i>Rif. All. Comune di Bertinoro*</i>	100 (4")	0,045	Bertinoro	4	<i>All. Comune di Bertinoro*</i>	100 (4")	0,045	Bertinoro	4/A
Met. Rif. Der. per Riccione	100 (4")	2,455	Coriano, Riccione	5	Met. Der. per Riccione	100 (4")	2,465	Coriano, Riccione	5/A
<i>Ric. All. ENI R&amp;M *</i>	100 (4")	0,005	Riccione	5	<i>All. Fornace Veva (Riccione)</i>	100 (4")	0,060	Coriano	5/A
Met. Rif. All. Comune di Morciano	100 (4")	1,485	San Giovanni in Marignano, Morciano di Romagna	6	Met. All. Comune di Morciano	80 (3")	1,435	San Giovanni in Marignano, Morciano di Romagna	6/A
Rif. Pot. Derivazione per Cattolica	150 (6")	0,290	Gradara	7	Der. per Cattolica - San Giovanni in M.	80 (3")	1,245	Gradara	7/A
		1,785	Cattolica	8	Met. Pot. Derivazione per Cattolica	150 (6")	0,135	Gradara	8/A
<i>Ric. All. Celli G. *</i>	100 (4")	0,015	Cattolica	8	Der. per Cattolica - San Giovanni in M.	100 (4")	1,800	Cattolica	9/A
<i>Met. Rif. All. Comune di Gabicce*</i>	100 (4")	1,090	Cattolica, Gradara	9	<i>Met. All. Comune di Gabicce*</i>	80 (3")	1,090	Cattolica, Gradara	10/A
					Derivazione per Jesi 1° tratto	125 (5")	6,415	Monte San Vito, Jesi	11/A-12/A
					<i>Met. Coll. All. Edison Gas Jesi con Der. Jesi*</i>	150 (6")	0,025	Jesi	12/A
Ric. All. Comune di Monsano (Consorzio 5 colli)	150 (6")	0,810	Jesi	10	<i>Met. All. Consorzio 5 colli*</i>	150 (6")	0,265	Jesi	13/A
<i>Rif. All. Sadam di Jesi*</i>	100 (4")	0,330	Jesi	11	<i>Met. All. Sadam di Jesi*</i>	125 (5")	0,390	Jesi	14/A
<b>Ulteriori Allacciamenti derivati da Met. Falconara - Recanati Tratto Jesi - Recanati DN 1050 (42") in progetto</b>					<b>Ulteriori Allacciamenti derivati dal "Met. Ravenna - Chieti Tratto Jesi - Recanati DN 650 (26") in dismissione</b>				
Met. Rif. Der. per Ancona	200 (8")	11,360	Polverigi, Ancona	12-15	Met. Der. per Ancona	200 (8")	11,405	Polverigi, Agugliano, Ancona	15/A-18/A
<i>Met. Ric. Der. per Ancona*</i>	200 (8")	0,090	Ancona	15	<i>Coll. Azienda Servizi Polverigi*</i>	80 (3")	0,015	Polverigi	15/A
<i>Rif. Coll. Azienda Servizi Polverigi*</i>	100 (4")	0,030	Polverigi	12	<i>All. Metano Fano (Ancona)*</i>	100 (4")	0,080	Ancona	18/A
<i>Rif. All. Metano Fano (Ancona)*</i>	100 (4")	0,090	Ancona	15	<i>Coll. Azienda Servizi Agugliano*</i>	80 (3")	0,155	Agugliano	19/A
					<i>Coll. Edma Reti Gas Ancona*</i>	150 (6")	0,170	Agugliano, Ancona	20/A
Met. Rif. All. Comune di Castelfidardo	150 (6")	5,115	Osimo, Castelfidardo	16-17	All. Comune di Castelfidardo	80 (3")	4,450	Osimo, Castelfidardo	21/A-22/A
					Pot. Der. per Castelfidardo	150 (6")	0,150	Castelfidardo	23/A
<i>Rif. All. Comune di Camerano*</i>	150 (6")	3,210	Castelfidardo, Osimo	18	<i>All. Comune di Camerano*</i>	80 (3")	2,930	Osimo	24/A
Met. Rif. All. Comune di Recanati	100 (4")	2,385	Recanati	19	All. Comune di Recanati	100 (4")	2,260	Recanati	25/A

\* condotta che si stacca da altra linea secondaria

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 5 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 1.1 Scopo del lavoro

Lo scopo del presente studio è quello di caratterizzare l'area interessata dagli interventi dal punto di vista geologico, geomorfologico e sismico.

Oltre ad un inquadramento regionale (su base bibliografica), sono state fornite informazioni di dettaglio sulle caratteristiche geologiche e morfologiche dell'area di sviluppo dei tracciati in progetto, con la descrizione delle unità geologiche e delle coperture quaternarie affioranti.

I litotipi presenti nelle aree di interesse sono stati descritti in riferimento alle caratteristiche granulometriche, tessiturali e ai rapporti stratigrafici esistenti tra loro.



Inoltre, l'area oggetto di studio è stata descritta in riferimento alle condizioni sismiche regionali ed interregionali, fornendo informazioni sulla sismicità di base (CPTI15), sulla presenza di faglie capaci (database ITHACA) e sorgenti sismogenetiche (database D.I.S.S.).

L'analisi di primo livello di approfondimento, fatta sullo sviluppo lineare delle linee in progetto e/o dismissione, ha fornito valori di accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante, mentre grazie all'approccio semplificato di secondo livello si è arrivati a dare un'indicazione della categoria di sottosuolo e della categoria topografica, in riferimento alle norme vigenti.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO



La normativa vigente in materia cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la redazione del presente documento è la seguente:

- Decreto Ministeriale 17/04/2008: Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0.8.
- D.M. 23/02/1971 n. 2445 aggiornato con D.M. 04/04/2014: Norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
- P.A.I. (Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico) dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli.
- P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico) dell'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia – Conca.
- P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico) dei bacini di rilievo regionale – Regione Marche.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996 Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 6 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M.14 gennaio 2008.
- Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996 «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica».
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica» e ss.mm.ii.
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono.
- D.M. LL.PP. 11.03.1988 di applicazione della Legge n. 64 del 02.02.1974 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche», titolata «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione».
- A.G.I. 1977 «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche».
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 «Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto – legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164».
- Specifiche Snam Rete Gas e documentazione contrattuale.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 7 di 80	<b>Rev.</b> 0



Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### 3 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO

I tracciati dei metanodotti, in progetto attraversano diversi territori appartenenti alla porzione sud – orientale della Regione Emilia Romagna e centro – orientale della Regione Marche e si sviluppano in direzione trasversale rispetto alla costa adriatica (Figura 3/A).



Figura 3/A: Inquadramento territoriale degli allacciamenti in progetto (Google Earth).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 8 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303


Nel dettaglio sono coinvolti i seguenti ambiti amministrativi:

- Regione Emilia Romagna
  - Provincia di Ravenna: Comune di Ravenna, Comune di Cervia;
  - Provincia di Forlì-Cesena: Comune di Cesena, Comune di Bertinoro;
  - Provincia di Rimini: Comune di Riccione, Comune di Morciano di Romagna, Comune di Cattolica, Comune di Coriano, Comune di San Giovanni in Marignano.



**Figura 3/B: Perimetrazione dei Comuni dell'Emilia Romagna interessati dalle opere (Google Earth).**

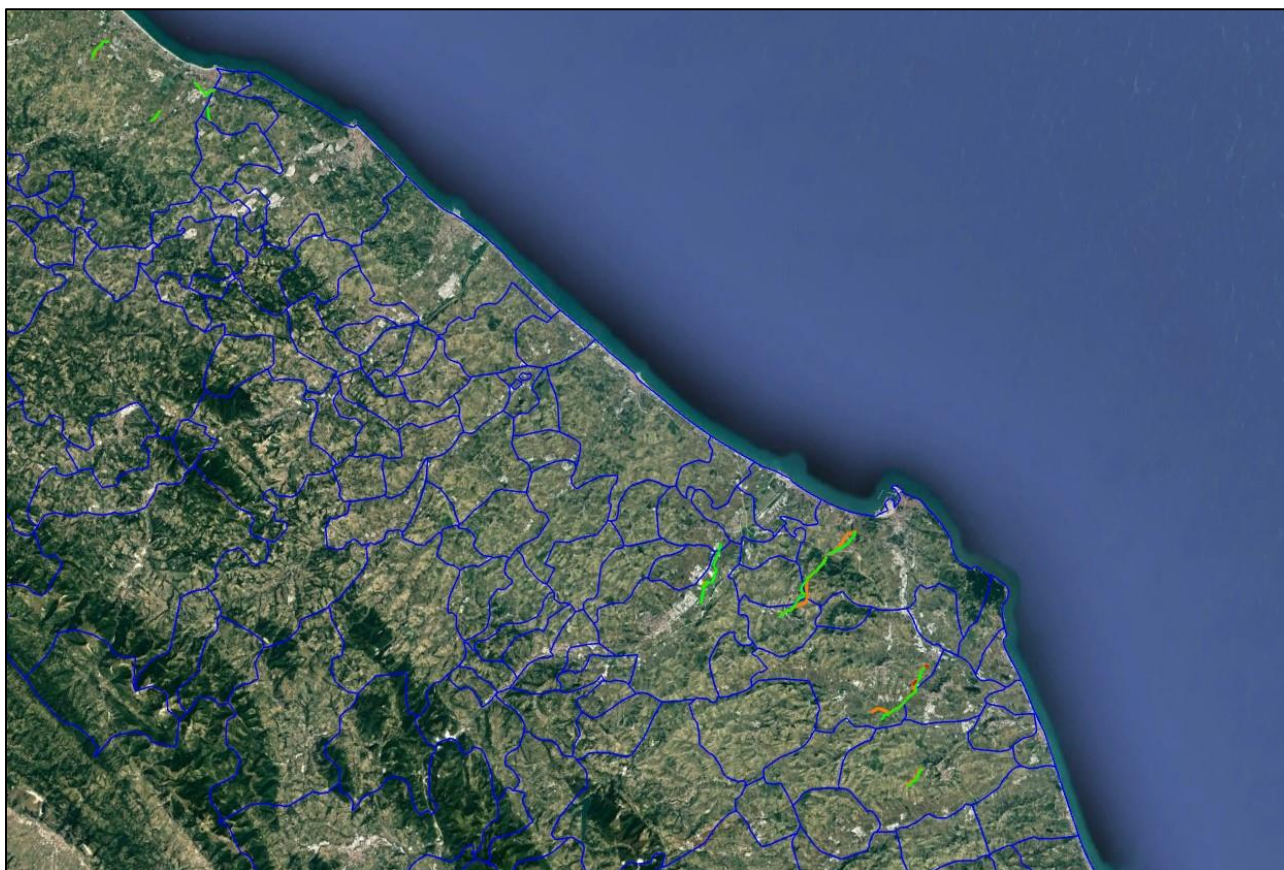


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 9 di 80	<b>Rev.</b> 0



Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

□ Regione Marche

- Provincia di Pesaro-Urbino: Comune di Gradara;
- Provincia di Ancona: Comune di Castelfidardo, Comune di Jesi, Comune di Polverigi, Comune di Osimo, Comune di Ancona;
- Provincia di Macerata: Comune di Recanati.



**Figura 3/C: Perimetrazione dei Comuni delle Marche interessati dalle opere (Google Earth).**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 10 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 4 CARATTERI GEOMORFOLOGICI


### 4.1 Aspetti generali



Figura 4.1/A: Orografia dell'Appennino Romagnolo – Umbro – Marchigiano e zone adiacenti.

Il tratto emiliano – romagnolo del tracciato in progetto e opere connesse si inserisce in un contesto morfologico di tipo pianeggiante (Figura 4.1/A), in cui gli agenti morfodinamici naturali sono rappresentati dalle acque di deflusso superficiale, rappresentate principalmente dai corsi d'acqua.

Il settore romagnolo è solcato da importanti sistemi fluviali come: Fiumi Uniti (dalla confluenza dei Fiumi Ronco e Montone), Torrente Bevano, Fiume Savio, Fiume Rubicone, Fiume Uso, Fiume Marecchia, Torrente Ausa, Torrente Marano, Torrente Conca, Torrente Ventena (il più piccolo della provincia di Rimini), Fiume Tavollo (sfocia sul confine tra Emilia Romagna e Marche).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 11 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

La Val Marecchia si differenzia considerevolmente rispetto alle valli più a nord, tanto che il corso del suo fiume è utilizzato convenzionalmente come confine tra l'Italia settentrionale e quella centro – meridionale. Di fatti, la vallata è la primissima a perdere il tipico tratto di pianura dei fiumi dell'appennino settentrionale. Nel Marecchia tale tratto è infatti circoscritto alla sola parte attraversante la città di Rimini; il fiume invece immediatamente settentrionale (l'Uso) ha un tratto di pianura piuttosto lungo che gli permette di rientrare ancora tra i fiumi con caratteristiche padane.

Inoltre, a nord del Fiume Savio le valli sono disposte perpendicolarmente rispetto alla dorsale appenninica formando un'omogenea struttura "a pettine", caratterizzata da strette dorsali che degradano verso il mare Adriatico. Nel Montefeltro di contro le valli sono caratterizzate da scoscienti intervallati da affioramenti rocciosi fortemente modellati dagli agenti atmosferici: le formazioni marnoso arenacee lasciano qui il posto ad argille scagliose, dalle quali emergono rupi alte e tagliate, formate prevalentemente da arenarie e argille.



Il modellamento delle valli è avvenuto in particolare durante l'epoca quaternaria per spinte tettoniche provenienti da sud, che hanno fatto in modo che alcune parti delle valli si presentino in forma asimmetrica rispetto agli alvei, come succede nella val Montone. Le asimmetrie hanno portato a formare, nei fiumi principali, affluenti di maggior portata a destra più che a sinistra.

Le morfologie più ricorrenti riguardano la creazione di terrazzi fluviali con adiacenti scarpate erosive sia attive che abbandonate, situazioni di erosioni in alveo e di sponda e fenomeni calanchivi. Altre forme di pianura generate dai deflussi idrici sono quelle degli alvei abbandonati (paleoalvei e alvei residui). Il conoide del Fiume Marecchia evidenzia tracce di paleoalveo antico in sinistra idrografica obliterate da un'ansa del fiume all'altezza dell'abitato di Santa Giustina.

Il territorio marchigiano, interessato dalle opere, è tipico della fascia costiera pianeggiante o a bassa rilevanza altimetrica (Figura 4.1/A), dove sono riscontrabili fenomeni di erosione fluviale e un impoverimento dell'apporto di materiali solidi verso la foce con conseguente mancanza di ripascimento delle coste ed erosione.

L'area marchigiana è caratterizzata dai seguenti corsi d'acqua principali: il Fiume Foglia, il Torrente Arzilla, il Fiume Metauro (con il bacino imbrifero più vasto delle Marche), il Fiume Cesano, il Fiume Misa, il Fiume Esino, il Fiume Musone (con il suo affluente in destra idrografica: Torrente Fiumicello) e il Fiume Potenza.

L'aspetto più importante di modifica del territorio nelle aree collinari è senza dubbio quello della franosità. Tra le principali cause predisponenti all'innescare dei fenomeni franosi si possono individuare: la presenza di accumuli di frane preesistenti, di depositi superficiali sciolti, le formazioni prevalentemente argillose, le rocce poco cementate e/o intensamente fratturate e/o alternate a livelli plastici e i disequilibri del reticolo idrografico. A queste si sommano le cause legate alle attività antropiche, quali sbancamenti su versanti per attività estrattive o per la costruzione di manufatti, sovraccarichi, restringimenti delle sezioni di deflusso degli alvei, perdite di condotte idriche, non corrette regimazioni idriche superficiali, estrazioni di materiali in alveo, disboscamenti e irrazionali lavorazioni agricole. Un contributo importante da tenere in considerazione nell'innesto delle frane, oltre agli eventi sismici, è dato dalle piogge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 12 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 5 CARATTERI GEOLOGICI

### 5.1 Inquadramento geologico regionale

Oggetto di questo studio è il settore padano – adriatico (Pianura Padana meridionale) in raccordo con la parte esterna della catena appenninica settentrionale, rappresentata, in Emilia Romagna, dall'Appennino Romagnolo, e, nella Regione Marche, dall'Appennino Umbro – Marchigiano.

Pur essendo due ambienti geomorfologici ben distinguibili, l'Appennino e la Pianura Padana sono strettamente correlati. Il fronte della catena appenninica non coincide con il limite morfologico catena – pianura (margine appenninico-padano), ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981) sepolte dai sedimenti quaternari padani (Figura 5.1/A).

Quindi, il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano – veneta. Si può così schematizzare che l'evoluzione del territorio dell'Emilia-Romagna coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord – appenninica.

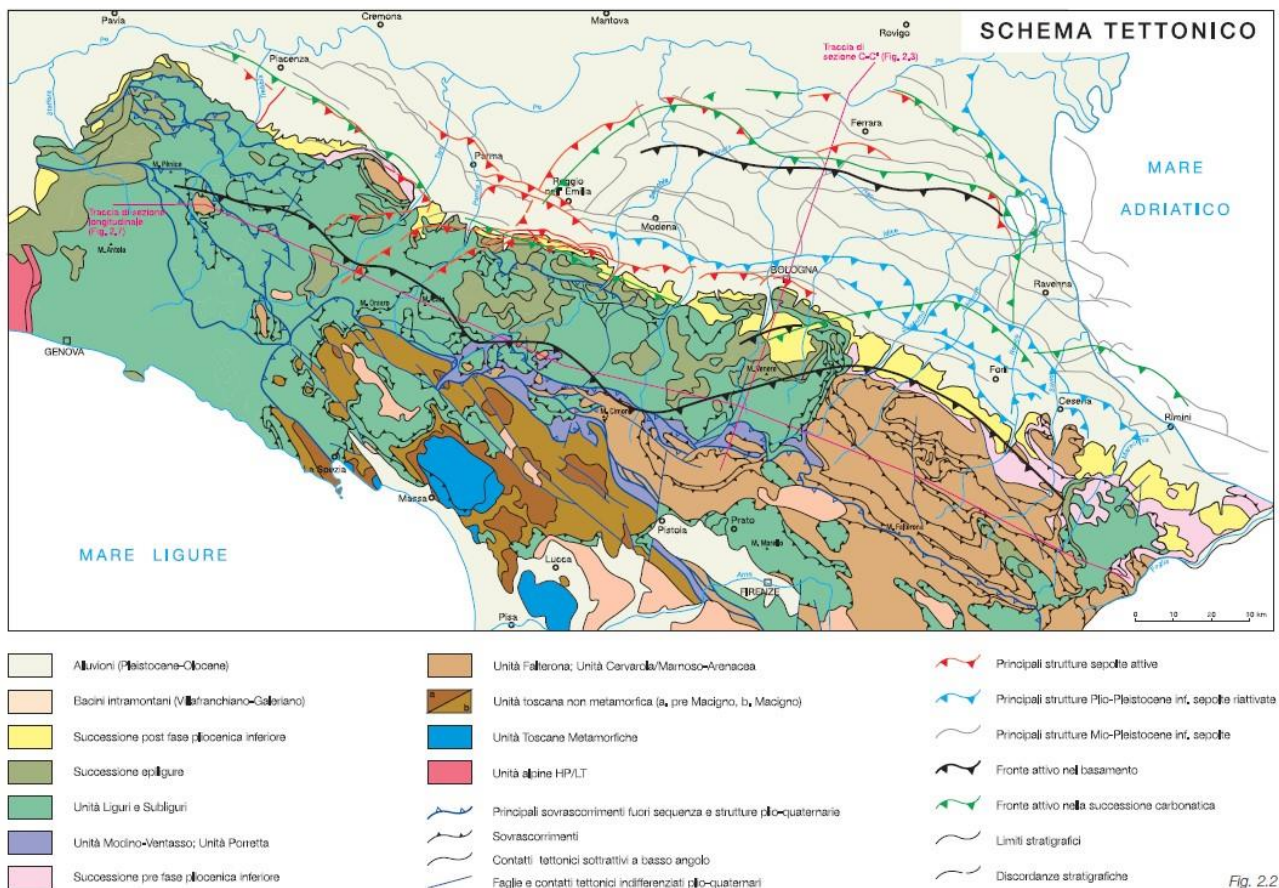




Figura 5.1/A: Schema tettonico dell'Appennino Settentrionale (da Boccaletti et alii, 2004, modificata).

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 13 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

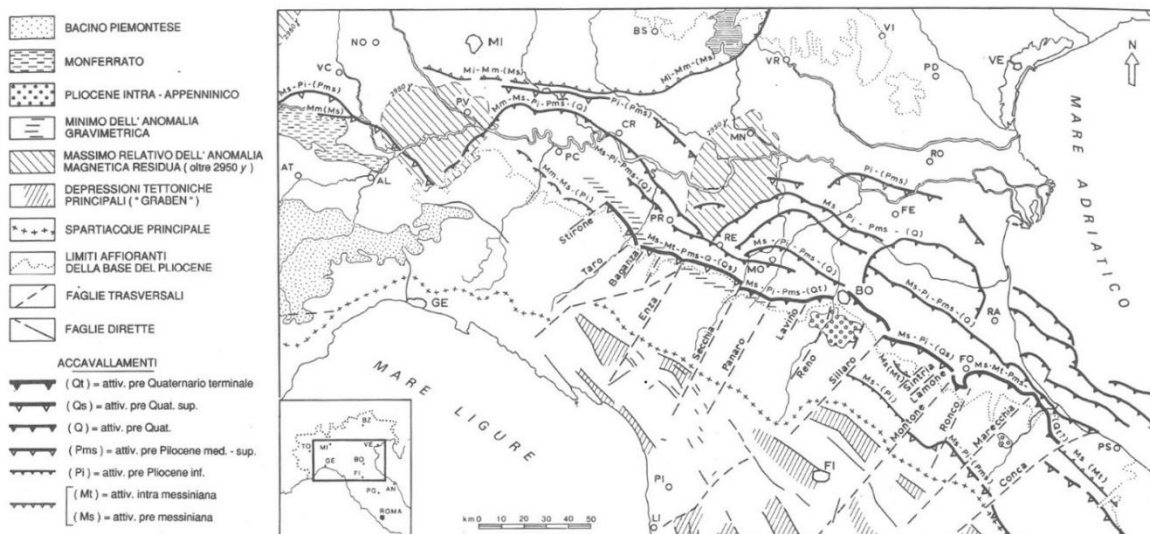
## Pianura Padana

La Pianura Padana costituisce il riempimento sedimentario dell'avanfossa dell'attuale orogene appenninico, il cui substrato è costituito dalle falde tettoniche che formano la parte sepolta della catena. Le successioni padane post – tortoniane sono costituite da numerose formazioni, spesso di tipo torbiditico, riferibili ad un ambiente di avanfossa piuttosto profonda. E' solo dal Pleistocene medio che subentra una deposizione costiera e continentale (Formazione di Ravenna o Sabbie Gialle e Supersistema Emiliano – Romagnolo) che testimonia il rapido colmamento dell'avanfossa.

Il sistema strutturale della Pianura Padana meridionale costituisce la fascia più esterna dell'Appennino Settentrionale. All'interno di questa fascia si è verificato un impressionante accumulo di depositi, soprattutto plio – pleistocenici. Infatti la base del Pliocene si viene a trovare sempre a notevole profondità. Ne deriva pertanto che la zona appenninico – padana è stata sottoposta a un cospicuo affossamento strutturale che si estende anche al di sotto della catena appenninica esterna ampiamente accavallata sopra gli elementi padani del margine pedemontano (Figure 5.1/B-5.1/C).



L'ingentissima deposizione rappresenta, però, soltanto una componente dell'accumulo totale, in quanto questa fascia è stata sede di ingenti duplicazioni tettoniche per faglie inverse e sovrascorrimenti a basso – medio angolo che hanno contribuito a intensificare la tendenza all'affossamento.

Lungo il bordo appenninico esterno e la fascia di pianura antistante, gli elementi strutturali traslati e impilati vengono a formare così un vero e proprio prisma di accrezione tettonica neogenico che, sia per l'entità dell'appilamento, sia per la complessa interferenza dell'attività tettonica con la deposizione, conferiscono al sistema il carattere di una marcata fossa tettonica.

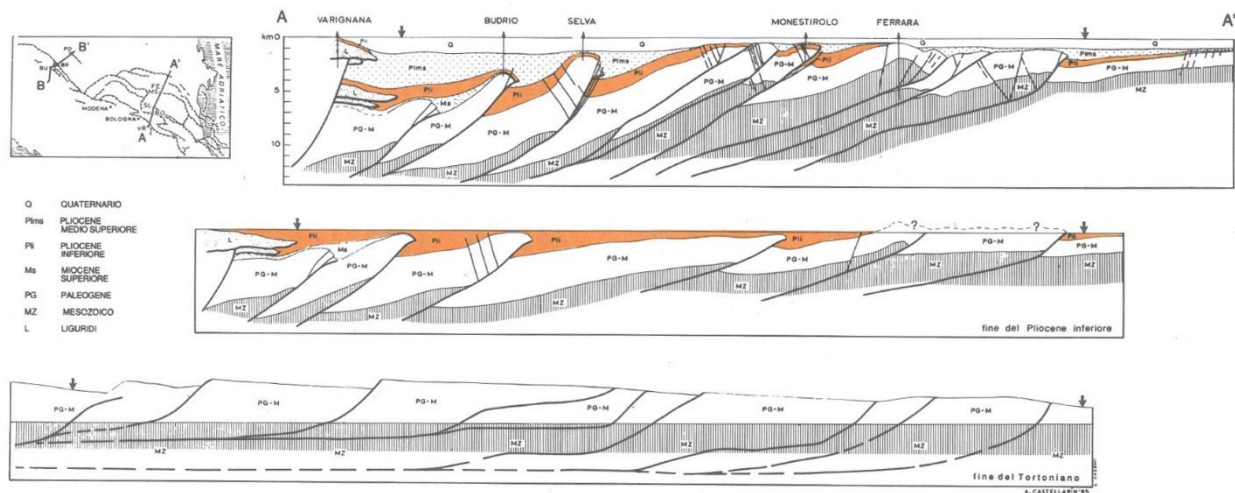


**Figura 5.1/B: Struttura tettonica semplificata e sintetica dell'Appennino Settentrionale e dell'avanfossa padano – adriatica, sepolta (Castellarin et al., 1986).**

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 14 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303



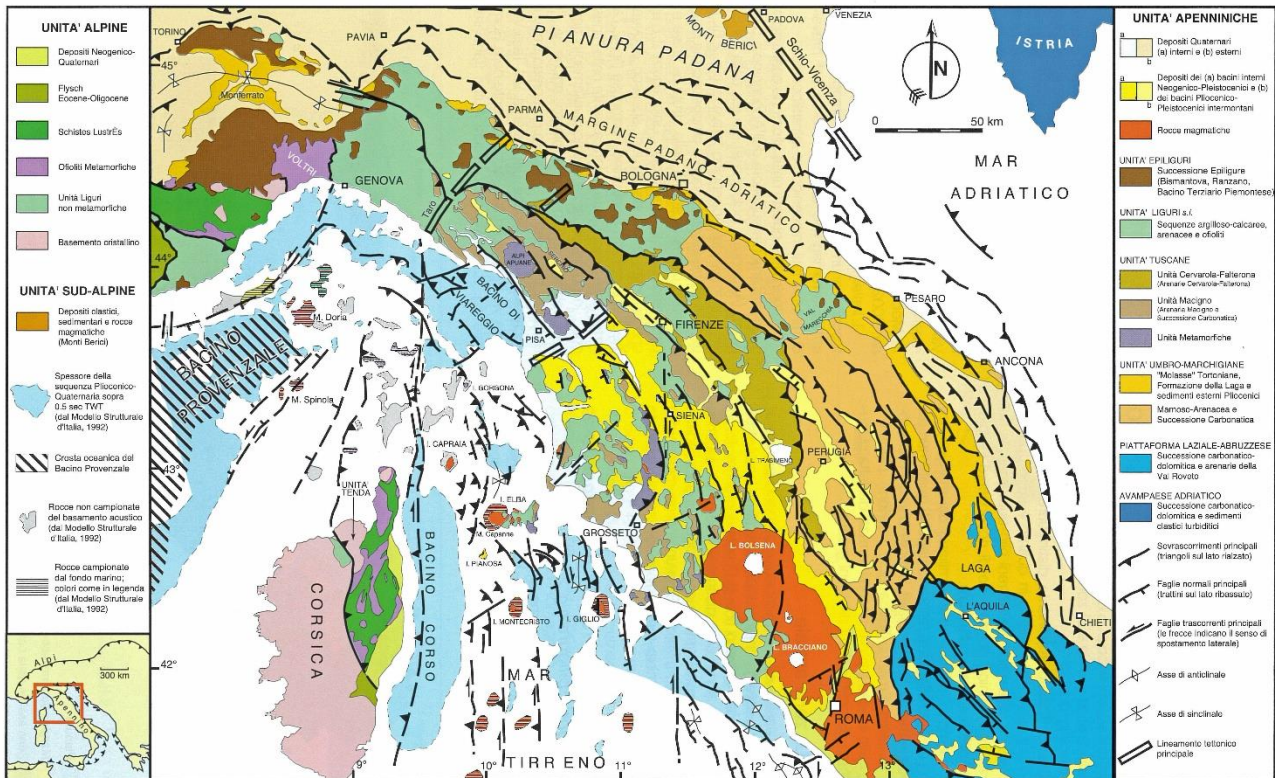
**Figura 5.1/C: Sezione bilanciata Varignana – Ferrara – Copparo.**

La ricostruzione è basata su un profilo sismico dell'AGIP di cui viene data un'interpretazione strutturale e cinematica che evidenzia un raccorciamento delle coperture mesozoiche e terziarie dell'ordine di una trentina di km rispetto alla sezione restaurata di riferimento (la prima dal basso). La sezione parzialmente retrodeformata si riferisce all'assetto tettonico che si assume si stato raggiunto alla fine del Pliocene inferiore con un raccorciamento di una ventina di km rispetto alla sezione restaurata riferibile al Tortoniano medio – superiore (Castellarin et al., 1986).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 15 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## Appennino Settentrionale





**Figura 5.1/D: Carta geologico – strutturale dell'Appennino Settentrionale.**

L'Appennino settentrionale è una catena a *thrusts* facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Euroasiatica.

Si tratta di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini (Figura 5.1/D): il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (Liguridi s.l., *Auctt.*) e il dominio Tosco – Umbro – Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico.

La strutturazione delle unità appartenenti al Dominio Ligure avviene in più fasi tettoniche durante la formazione della catena eo – alpina (Cretaceo – Eocene) Europa – vergente (Boccaletti & Guazzone, 1970). Questo processo è legato alle fasi di chiusura dell'Oceano Ligure Piemontese con subduzione della litosfera oceanica sotto l'Adria (Boccaletti *et alii*, 1971; Boccaletti & Guazzone, 1974), accompagnata anche da movimenti transpressivi (Marroni & Treves, 1998).

È a partire dall'Oligocene superiore che inizia la formazione della catena dell'Appennino settentrionale a spese della crosta dell'Adria e della sua copertura sedimentaria, attraverso un processo di deformazione continentale polifasica. In particolare, nell'ambito di tale processo, si

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 16 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

possono riconoscere due stadi compressivi principali: durante il primo, che si sviluppa dall'Oligocene superiore al Pliocene inferiore, viene definita la strutturazione dell'arco dell'Appennino Settentrionale (stadio collisionale).

Nel secondo stadio, a partire dal Pliocene medio in poi, viene coinvolto il settore esterno della catena, con un *jumping* del fronte compressivo al quale si accompagna anche un cambiamento nella tipologia dei sedimenti che caratterizzano le avanfosse.

Durante quest'ultimo stadio si verificano anche importantissime riattivazioni di parti già strutturate della catena interna che possono sia coinvolgere strutture preesistenti, sia generare nuove strutture con trend anche diverso da quelle precedentemente costituite (Boccaletti *et alii*, 1995; Boccaletti & Sani, 1998). I bacini che si sviluppano all'interno della catena a partire dal Tortoniano medio sono del tipo *thrust – top basin* e sono connessi ad attivazioni dei sovrascorrimenti del basamento e/o a riattivazioni di sovrascorrimenti preesistenti della copertura (Boccaletti *et alii*, 1995, 1997; Boccaletti & Sani, 1998; Bonini *et alii*, 1999).

### **Appennino Romagnolo**

L'Appennino Romagnolo è una complessa culminazione strutturale in cui affiora, con vari livelli di denudamento erosivo, lo stile tettonico compressivo della parte nord – occidentale del Dominio Umbro – Marchigiano.



Dal punto di vista tettonico il settore dell'Appennino Romagnolo è stato coinvolto nell'orogenesi appenninica, determinando la formazione di pieghe e faglie caratterizzate da un'entità di traslazione minore rispetto all'Appennino Emiliano, permettendo sia la parziale sovrapposizione dei terreni appartenenti alla Successione Toscana su quella Romagnola, sia l'accavallamento di quest'ultima sulla Successione Padana (Regione Emilia Romagna, 1994a).

Il settore dell'Appennino Romagnolo è separato da quello Emiliano dal sistema strutturale della Valle del Sillaro. Dal punto di vista litologico, esso è caratterizzato dall'affioramento dei depositi torbiditici arenaceo – pelitici e pelitico – arenacei, appartenenti alla Formazione Marnoso – Arenacea, di provenienza sia alpina che appenninica.

In particolare, in base alle caratteristiche composizionali delle marne e delle areniti, ed in base all'età dei terreni affioranti, l'Appennino Romagnolo può essere suddiviso in due aree dalla Linea di Montaltello, a direzione ONO-ESE, che si estende dalla Valle del Sillaro fino alla Val Marecchia (Regione Emilia Romagna, 1994a): l'alto Appennino Romagnolo ed il medio Appennino Romagnolo. Nella prima area affiorano le marne appartenenti alla Formazione delle Marne di Verghereto e le peliti e le arenarie (depositi terrigeni) di provenienza alpina, caratterizzate dalla presenza di intercalazioni carbonatiche e litiche di provenienza appenninica, appartenenti alla Formazione Marnoso – Arenacea Interna; la seconda area, invece, è caratterizzata dall'affioramento di una successione pelitico – arenacea, passante ad una successione arenacea, arenaceo – conglomeratica e pelitica e, infine, alla successione evaporitica messiniana, di provenienza alpina e corrispondente alla Formazione Marnoso – Arenacea Esterna.

L'Appennino Romagnolo risulta delimitato a SE dalla coltre della Val Marecchia, dove due megacolate gravitative si estendono trasversalmente fino alla pianura: la prima, della fine del



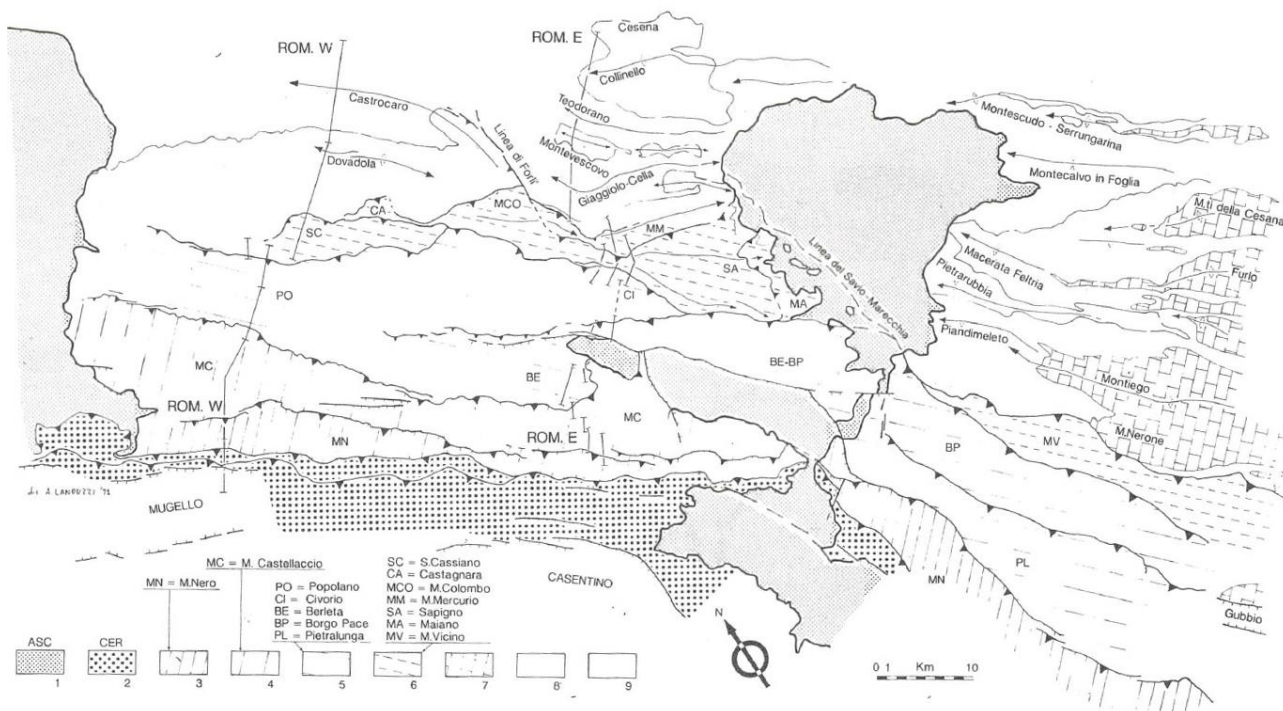
	<b>PROGETTISTA</b>  <b>TechnipFMC</b>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/18126</b>	<b>CODICE</b> <b>TECNICO</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26’’), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 17 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Tortoniano, presenta numerosi ed ingenti esotici derivanti dai complessi toscano – emiliani; la seconda, originatasi per smembramento della prima dopo il sollevamento del paleo – appennino interno nel Pliocene inferiore, segue la regressione deposizionale (depositi marini per lo più di fase regressiva in Val Marecchia dello spessore anche di 1700 metri) della successione pliocenica deposta sull'alloctono.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 18 di 80	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303



**Figura 5.1/E: Schema strutturale dell'Appennino romagnolo in rapporto alle regioni adiacenti. 1) Liguridi s.l.; 2) Unità Cervarola – Castel Guerrino; 3,4,5) Unità Romagnole interne; 6) Unità Romagnole esterne; 7) Successione carbonatica mesozoica – paleogenica; 8) Marnoso arenacea non o poco avanscorsa; 9) Successione terrigena messiniano quaternaria.**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/18126	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 19 di 80	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

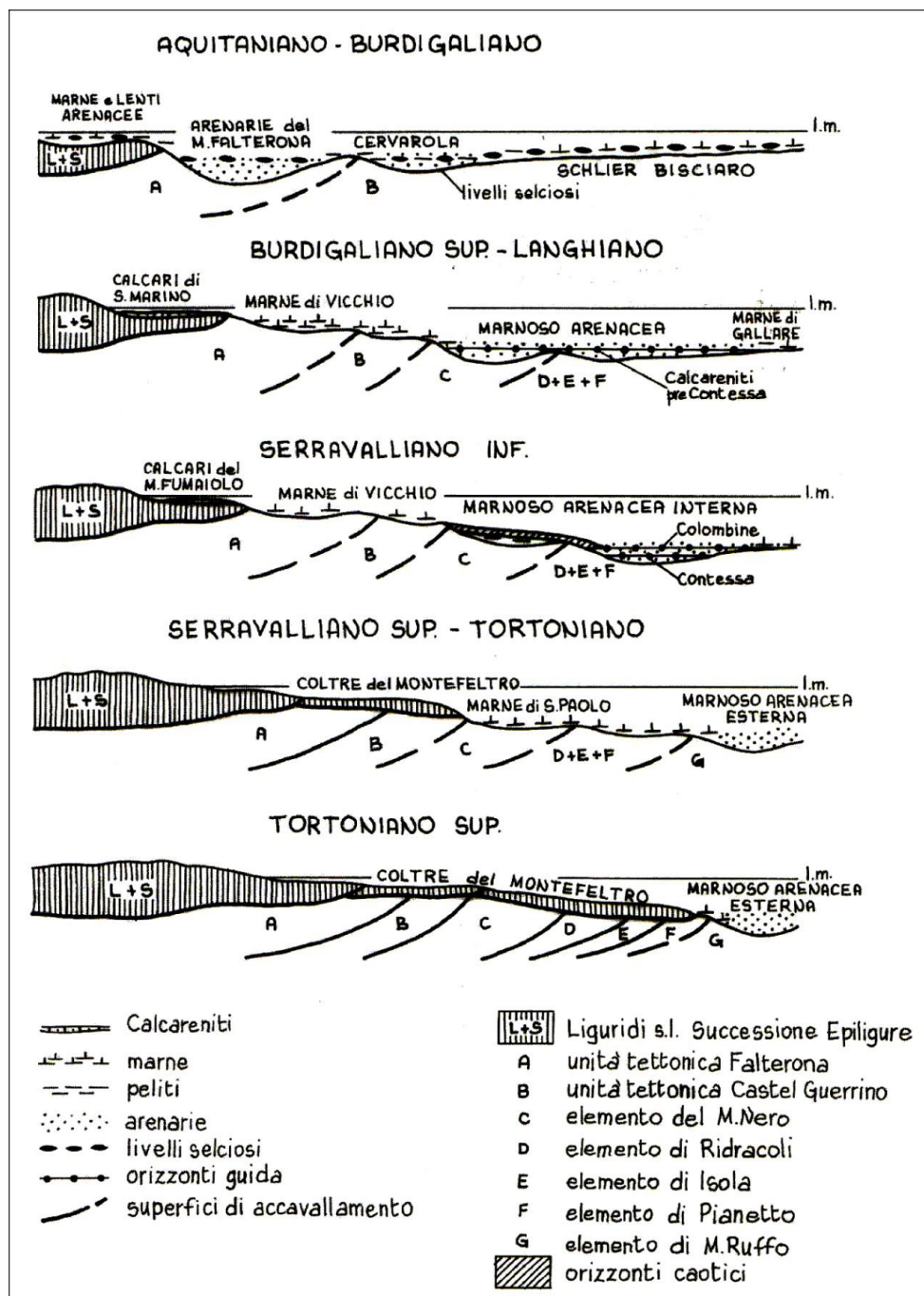




Figura 5.1/F: Schema dell'evoluzione paleogeografica e strutturale dell'Appennino romagnolo nel Miocene, attraverso un profilo orientato da SO a NE (modificato da Martelli et alii, 2002).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/18126	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 20 di 80	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### **Appennino umbro – marchigiano**

L'Appennino Umbro – Marchigiano è disposto da NNO a SSE e rappresenta la porzione meridionale dell'Appennino settentrionale, essendo collocato tra l'Appennino Tosco – Emiliano – Romagnolo e l'Appennino Abruzzese, che appartiene al settore centrale della catena.

L'Appennino Umbro – Marchigiano deriva dalla deformazione di differenti domini paleogeografici e deposizionali disposti sul basamento della cosiddetta "microplacca di Adria": il Dominio toscano, il Dominio umbro – marchigiano ed il Dominio laziale – abruzzese. La paleogeografia di tali domini prima dell'inizio della deformazione è schematizzata nella Figura 5.1/G, mentre la successiva Figura 5.1/H illustra la configurazione attuale delle unità tettoniche derivate dai suddetti domini deposizionali.

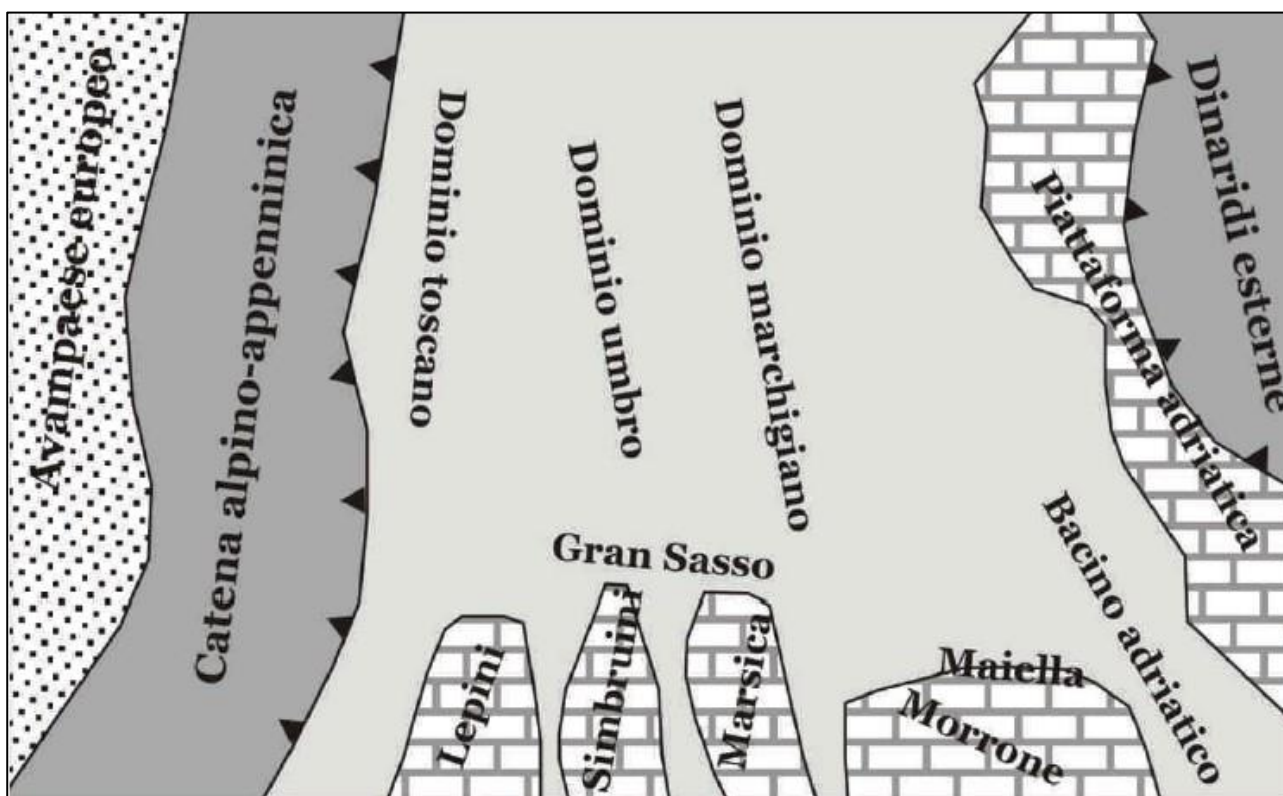


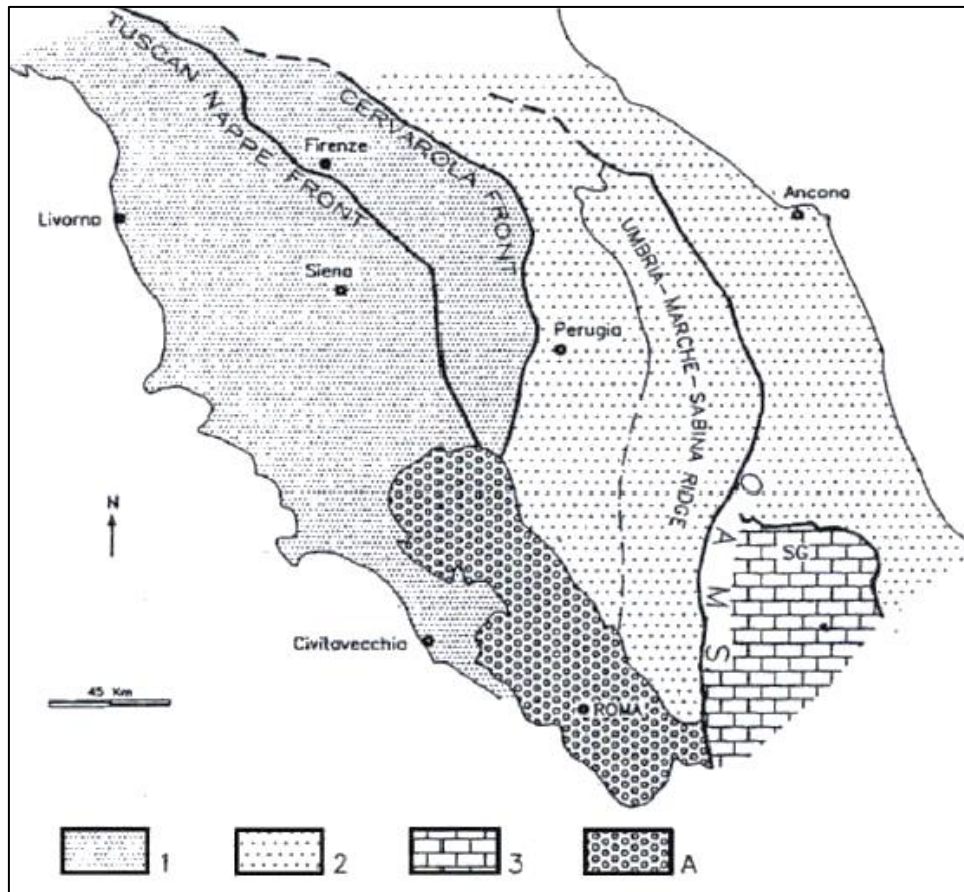


Figura 5.1/G: Schema paleogeografico dell'area umbro – marchigiana e dintorni nell'Oligocene superiore, circa 30 milioni di anni fa. Le catene orogeniche sono indicate in grigio scuro, i bacini profondi con eventuali alti strutturali in grigio chiaro, le piattaforme carbonatiche di bassa profondità con il motivo a mattoni (modificato da *Patacca e Scandone, 2007*).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/18126	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 21 di 80	Rev. 0



Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303



**Figura 5.1/H: Attuale configurazione dei domini sedimentari nell'area umbro – marchigiana (modificato da Calamita e Deiana, 1995). Sono indicati i fronti di accavallamento tettonico della Falda toscana (Tuscan Nappe), del Cervarola, di Olevano – Antrodoco – Monti Sibillini (OAMS) e del Gran Sasso (SG). 1) Dominio toscano 2) Dominio umbro – marchigiano 3) Dominio laziale – abruzzese A) Vulcaniti quaternarie.**

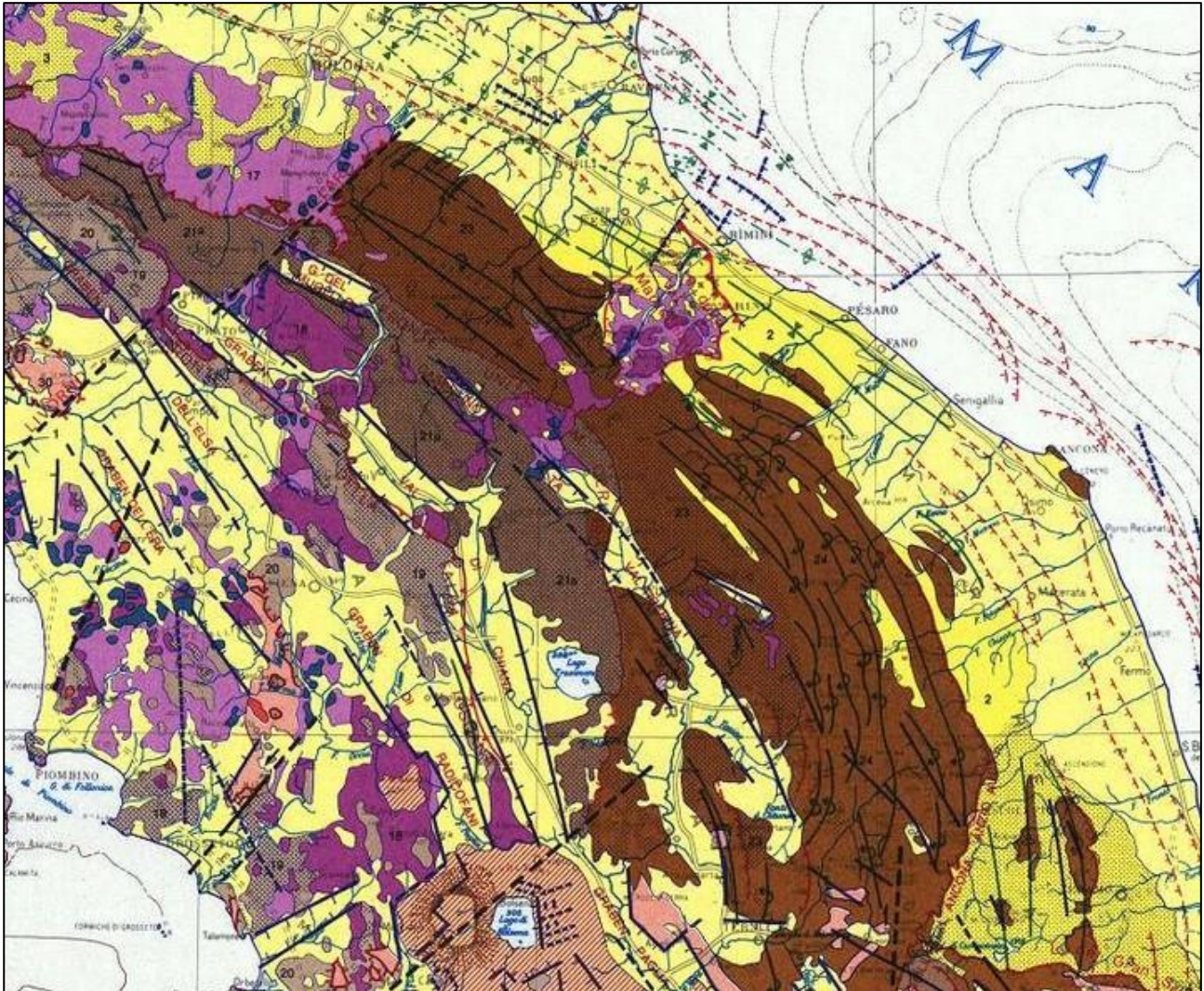
Il Dominio toscano, che affiora nei rilievi dell'Umbria occidentale è tettonicamente sovrapposto a quello Umbro – Marchigiano per mezzo del sistema di sovrascorrimenti del Cervarola. Il Dominio Umbro – Marchigiano si è invece accavallato su quello Laziale – Abruzzese lungo il sistema di sovrascorrimenti Olevano – Antrodoco – Monti Sibillini (Figura 5.1/H). Gli imponenti sovrascorrimenti del Gran Sasso caratterizzano invece la deformazione del bordo settentrionale del Dominio laziale – abruzzese. Infine, l'imponente vulcanismo quaternario laziale ha coperto la porzione sud – occidentale dei suddetti domini, come si osserva nel settore umbro presso Orvieto.

La Figura 5.1/I illustra l'attuale distribuzione areale delle principali unità tettono–stratigrafiche. Come già ricordato, l'Appennino Umbro – Marchigiano è una tipica catena a falde e pieghe (*fold and thrust*



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 22 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

*belt*), derivata dalla deformazione dei bacini sedimentari con il probabile coinvolgimento del basamento crostale della Placca adriatica (e.g., Lavecchia et al., 2003; Boccaletti et al., 2005).

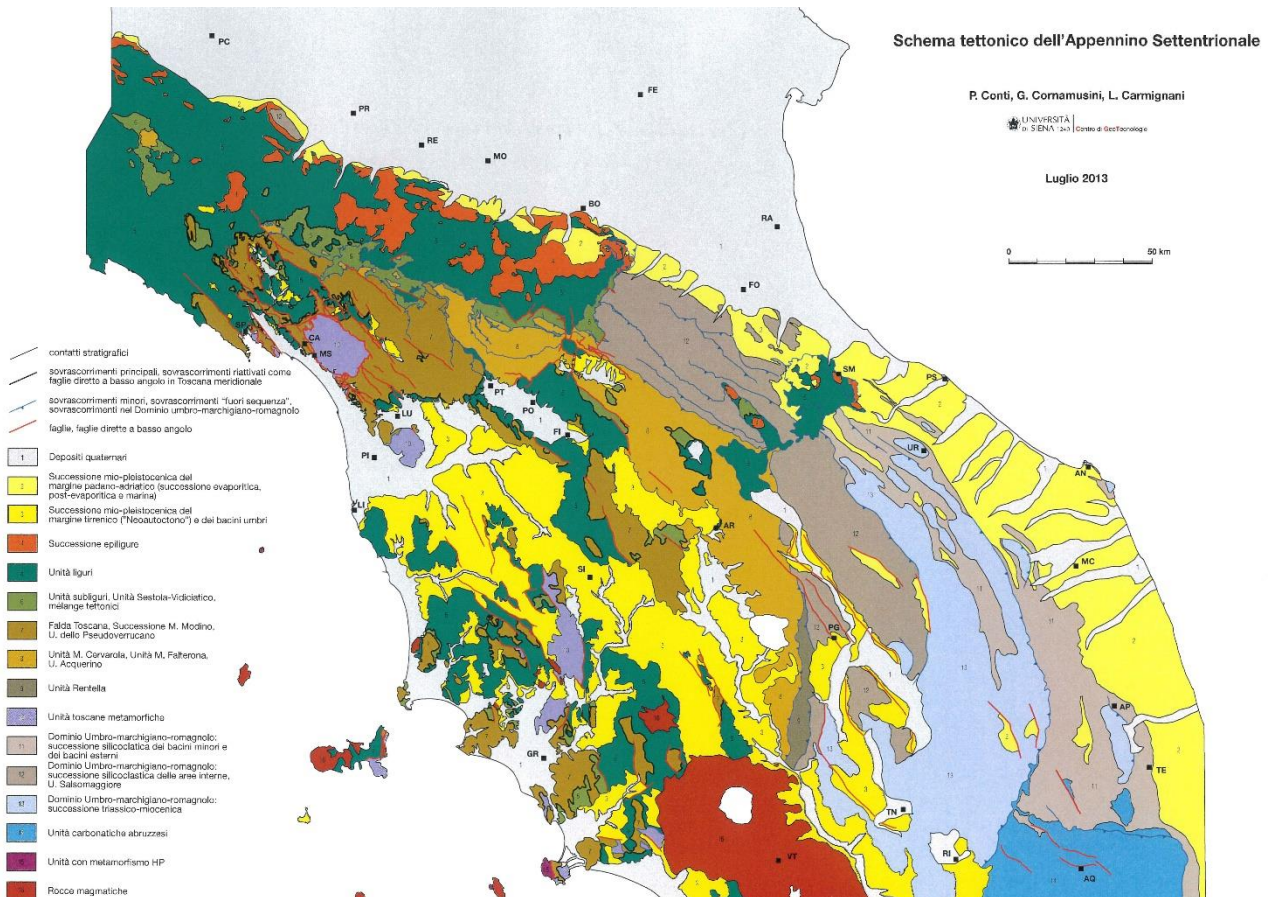


**Figura 5.1/I:** Particolare della Carta Tettonica d'Italia, riguardante l'area umbro – marchigiana e dintorni (modificato da *Funiciello et al, 1981*). 1) Formazioni continentali e marine plio – pleistoceniche 2) Formazione Gessoso – Solfifera 3) Formazioni torbiditiche mioceniche, deposte in ambiente di avanfossa 17) Unità liguri e relative ofioliti (39) 18) Unità subliguri 19 e 20) Falda toscana 21) Falda del Cervarola (21a) 22) Piattaforma laziale-abruzzese 23) Formazioni torbiditiche del Bacino umbro-marchigiano, tipo Marnoso Arenacea 24) Formazioni pelagiche del Bacino umbro – marchigiano.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 23 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### 5.1.1 Unità geologiche





**Figura 5.1/L: Schema geologico – strutturale dell'Appennino Settentrionale (CGT, 2013).**

Il settore ricompreso nella Pianura Padana meridionale è costituito dai depositi alluvionali (Supersintema Emiliano – Romagnolo) che costituiscono la parte alta della Successione post – evaporitica del margine padano – adriatico; solo nella porzione sud – occidentale, costituita dai primi rilievi dell'Appennino Romagnolo, sono presenti esposizioni in cui è possibile studiare, direttamente in affioramento, le unità geologiche marine.

Nel settore appenninico si trovano i terreni marini e transizionali di età compresa tra il Tortoniano e la parte inferiore del Pleistocene medio, appartenenti alla Successione Umbro – Marchigiano – Romagnola (UMR), al Gruppo della Gessoso – Solfifera e alla Successione post – evaporitica del margine padano – adriatico.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/18126</b>	<b>CODICE</b> <b>TECNICO</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 24 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### GRUPPO DELLA GESSOSO – SOLFIFERA

Il termine Formazione Gessoso – Solfifera (GES) indica un complesso di depositi di età miocenica superiore, comprendenti lenti di gesso, calcari solfiferi, salgemma e altri sali più solubili, intercalati a depositi terrigeni che si ritrovano in tutta l'area italiana e che hanno termini equivalenti nelle aree perimediteranee. L'unità è stata suddivisa classicamente in tre membri: Tripoli (diatomiti e peliti euxiniche), Calcarea di base e gessoso (gessi, gessareniti, salgemma, etc.).

Di fatto, la Formazione Gessoso – Solfifera è caratterizzata da un'estrema eterogeneità litologica; nell'unità sono infatti comprese sia facies evaporitiche di precipitazione primaria da acque marine e non – marine, sia facies clastiche. Queste ultime costituiscono, in molte aree, successioni fisicamente distinte dai depositi primari e rappresentano localmente l'intera formazione Gessoso – Solfifera.

Per quanto sopra esposto, l'unità è stata elevata al rango di Gruppo (GS), il quale comprende tutti i depositi connessi alla crisi di salinità messiniana s.s., che si colloca fra 5.96 e 5.33 Ma ed è interessata dalla discontinuità intra – messiniana, attribuibile a un'importante fase di deformazione tettonica che interessa vari contesti geodinamici e che coincide con la fase di acme della crisi di salinità. Il limite superiore, sincrono, è posto in coincidenza con il ritorno a condizioni marine franche alla base dello Zancleano. Il limite inferiore, diacrono, è dato dalla prima comparsa di depositi evaporitici primari (carbonati, solfati o cloruri) o clastici.

Fra i termini tradizionali del Gruppo della Gessoso – Solfifera del settore appenninico si segnala la Formazione a Colombacci; altri nomi tradizionali relativi a questo gruppo sono, dal basso verso l'alto: il Tripoli (con il rango di formazione), il Calcarea di Base e Arenazzolo (con il rango di membro) e i Trubi (con il rango di formazione).


### SUCCESSIONE POST-EVAPORITICA DEL MARGINE PADANO – ADRIATICO

Questa successione comprende tutti i depositi successivi alla crisi di salinità del Messiniano, costituiti, nell'area di studio, dalle Argille azzurre del Pliocene inferiore – Pleistocene inferiore, dalle Sabbie di Imola del Pliocene medio e dai depositi alluvionali del Pleistocene medio – Olocene (Supersintema Emiliano – Romagnolo).

Dove la successione è completa, al di sopra delle evaporiti messiniane (Gruppo della Gessoso – Solfifera) sono presenti depositi di laguna e di mare poco profondo del Messiniano superiore (Formazione di Tetto e Formazione a Colombacci), formati da prevalenti argille con locali intercalazioni di lenti arenacee e conglomerati, con elementi provenienti dalle unità liguri e subliguri o dalla Marnoso – Arenacea, e di brecce, perlopiù costituite da clasti di evaporiti franate o risedimentate.

I primi depositi pliocenici sono ancora di transizione e di mare poco profondo (Sabbie di Vernasca e Marne di Cella). La presenza di questi depositi è però molto discontinua.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 25 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Successivamente si instaura una sedimentazione pelagica che dà origine a potenti successioni prevalentemente pelitiche (Argille di Lugagnano, Argille Azzurre, Argille e Marne di Riolo Terme, Argille del Santerno *Auctt.*). Questi depositi trasgressivi spesso poggiano direttamente sui terreni messiniani.

Durante la messa in posto sinsedimentaria nel bacino della coltre alloctona la sedimentazione da prevalentemente fine diventa grossolana e si depositano le Arenarie di Borello, torbiditi prevalentemente arenacee in cui si intercalano conglomerati, brecce e accumuli di frane sottomarine.

I depositi successivi, fino al Pleistocene inferiore avanzato, sono ancora prevalentemente pelitici (Argille Azzurre, Argille e Marne di Riolo Terme), di ambiente variabile da piattaforma a scarpata; localmente le facies sono arenacee (Formazione di Castell'Arquato) o pelitico-sabbiose (litofacies di Terra del Sole); le torbiditi sono presenti solo come sporadiche e locali intercalazioni nella successione pelitica (Arenarie di Lardiano). Localmente sono presenti depositi prevalentemente fini ricchi di materiale organico e fossili depositi in ambienti anossici (Argille e Marne di Corpolò).

Nel bacino intraappenninico continua una deposizione prevalentemente grossolana di mare poco profondo (sabbie e conglomerati della Formazione di M. Adone).



Torbiditi relativamente profonde sono presenti solo nel sottosuolo padano (Formazione di Porto Garibaldi) (AGIP, 1982). La distribuzione di queste facies indica che dal Pliocene medio in poi non è più individuabile un unico bacino di avanfossa continuo al fronte del margine appenninico e che la deposizione torbiditica avviene in più depocentri al fronte degli archi delle "Pieghie Emiliane e Ferraresi" di Pieri & Groppi (1981) (Dondi *et alii*, 1982; Dondi & D'Andrea, 1986).

Alla fine del Pleistocene inferiore (circa 1,1 Ma) il sollevamento appenninico provoca, a partire da ovest, la progressiva regressione marina e l'instaurarsi di ambienti sempre meno profondi. Si depositano dapprima alternanze di arenarie e peliti di piattaforma (Arenarie e argille di Savignano) e quindi, all'inizio del Pleistocene medio (1-0,9 Ma), sabbie di piattaforma interna e litorali (Sabbie gialle regressive *Auctt.*).

Nella parte inferiore del Pleistocene medio si registra una discordanza di importanza regionale, a testimonianza di un'ulteriore fase di sollevamento, e pressoché lungo tutto il margine appenninico si depositano sabbie costiere (Sabbie di Imola, 0,8-0,65 Ma).

Nel Pleistocene medio la prosecuzione del sollevamento comporta il definitivo instaurarsi della deposizione continentale e inizia a sedimentarsi il Supersintema Emiliano – Romagnolo. Questo supersintema è articolato in due sintemi: il Sintema Emiliano – Romagnolo inferiore (SERI) compreso tra 0,65 e 0,45 Ma e il Sintema Emiliano – Romagnolo superiore (SERS) compreso tra 0,45 Ma e il Presente. Si tratta di depositi alluvionali formati dall'attività deposizionale del Po, dei suoi affluenti di destra e dei fiumi romagnoli.

Le porzioni affioranti del SERI sono prevalentemente costituite da argille limose di piana alluvionale con intercalazioni di sabbie di canale e ghiaie di conoide alluvionale.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 26 di 80	<b>Rev.</b> 0

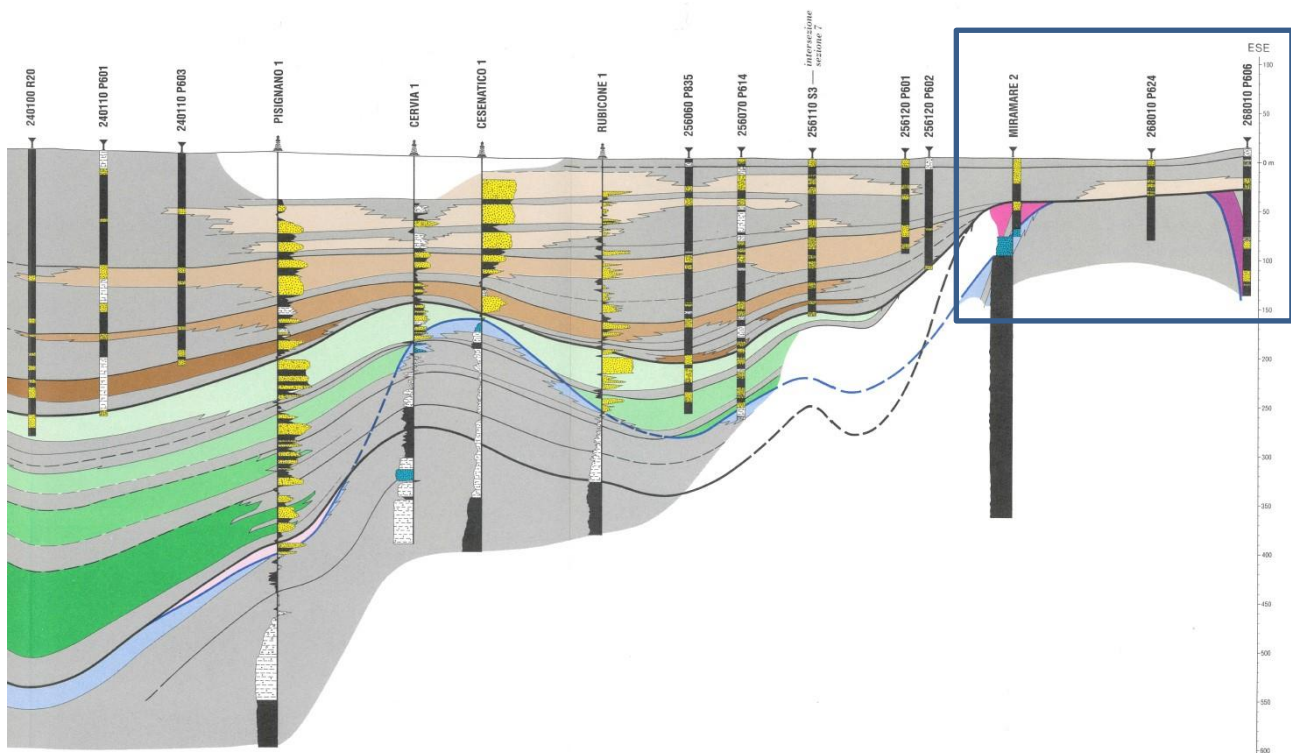
Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Gli affioramenti di SERS sono invece costituiti da prevalenti ghiaie e sabbie di terrazzo e conoide alluvionale. La discontinuità che separa i depositi continentali dal substrato marino è quasi ovunque marcata da discordanza angolare.



Purtroppo, le aree di affioramento del SERI e dei termini inferiori del SERS sono molto discontinue, rare e poco estese e localizzate soprattutto negli alvei dei fiumi; infatti, i depositi alluvionali affioranti nelle valli intramontane e lungo il margine appartengono quasi esclusivamente ai termini superiori del SERS (Pleistocene superiore – Olocene).

Dalla sezione geologica – riportata di seguito – è rilevabile come il sottosuolo all'altezza della fascia costiera rechi uno spessore compreso tra 30 e 40 metri di depositi continentali alluvionali. Tale spessore viene confermato come piuttosto costante anche verso l'entroterra.

I depositi continentali giacciono con assetto stratigrafico sub – orizzontale sui terreni di origine marina del substrato plio – plestocenico coinvolto negli accavallamenti che rappresentano le strutture tettoniche sepolte legate all'orogenesi appenninica.



**Figura 5.1/M: Sezione geologica e idrostratigrafica ONO-ESE (da Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna, 1988).**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 27 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### SUCCESSIONE UMBRO – MARCHIGIANO – ROMAGNOLA



Durante tutto il Cretacico ed il Paleogene il Dominio Umbro – Marchigiano fu caratterizzato da ambienti di sedimentazione compresi fra batiale inferiore e batiale superiore, nei quali aveva luogo la sedimentazione di litofacies calcaree e calcareo – marnose prevalenti contenenti liste e noduli di selce con le Scaglie (Cresta et al., 1989; Centamore e Micarelli, 1991). Caratteristiche sono anche le intercalazioni di livelli torbiditici calcarei e di calcareniti il cui materiale sedimentava, mediante flussi gravitativi. La sedimentazione della Scaglia Variiegata, a partire dall'Eocene medio, testimonia anche un progressivo incremento dell'apporto terrigeno (Guerrera et al., 1987) che prosegue fino al definitivo colmamento dei bacini in tempi via via più recenti verso le zone esterne (Centamore et al., 1972). Da un regime deposizionale essenzialmente carbonatico si passa ad un regime sempre più terrigeno che diverrà predominante a partire da Miocene inferiore – medio, con lo sviluppo di potenti successioni torbiditiche (Delle Rose et al., 1990, 1992, 1994; Dubbini et al., 1991).

La deposizione dello Schlier precede, ad eccezione che per i settori più esterni del Bacino Umbro-Marchigiano, l'arrivo dei massicci e diffusi apporti silicoclastici di avanfossa torbiditica, e segna importanti mutazioni nel contesto paleogeografico del Bacino stesso. (Boccaletti et al., 1987, Dubbini et al., 1991). Secondo Centamore e Chiocchini (1989), nel Burdigaliano superiore prese forma il Bacino Umbro-Romagnolo, la prima area di avanfossa ubicata sul fronte di una catena in avanzamento da sud-ovest. L'avanfossa fu luogo di abbondante sedimentazione torbiditica silico – clastica dapprima con apporto di tipo "alpino", a cui si associarono a partire dal Serravalliano apporti ibridi da settori occidentali (es. Strato "Contessa") e carbonatico – silicoclastici ("Colombine") da settori meridionali (Ricci Lucchi, 1975; Ardanese et al., 1983, M. Delle Rose et al., 1990, 1991, 1992, 1994).

AGE	PALAEOTECTONIC STAGE	LITHOSTRATIGRAPHIC UNIT	LITHOFACIES	SEDIMENTARY ENVIRONMENT			
MIocene	Flysch	Marnoso Arenacea Biscaro	Turbiditic sandstones & siltstones marls	Terrigenous Basin			
LOWER TERTIARY		Scaglia Cinerea	calcareous marls				
UPPER CRETACEOUS		Scaglia Rossa	Cherty micrites				
LOWER CRETACEOUS	Epiocceanic Basin	Marne a Fucoidi	Varicoloured clays and marls	Pelagic Basin			
LOWER CRETACEOUS		Maiolica	Cherty micrites				
PALM		Seamounts	Calcari Diasparini		Cherty biomicrites graded with breccias	Green nodular biomicrites	
			Ammon. Grigio				
DOGGER		Seamounts	Calcari a "Filaments"		Bioturbated massive dolomites	Depositional Caves	
			Ammon. Rosso				Red nodular micrites
			Corniole				Cherty micrites - channelled turbiditic calcarenites
LIAS		Carbonate Platform	Calcare Massiccio		Crossbedded oosparites - Bioturbated micrites - Supratidal - Subtidal carbonatic cyclothems	Carbonate Platform	
			Dolomie a Conchodon		Bioturbated massive dolomites		
UPPER TRIAS		Evaporitic Platform	Portoro - Calc. a.R. Contorta		Bioturbated micrites - Carbonatic - Clayey cyclothems	Tidal flats Lagoons	
	Burano fm.		Dolomites - Laminated and brecciated anhydrites - Stromatolites	Tidal flats Sabkha			
MIDDLE TRIAS	Silicoclastic	Verrucano	Phyllites - Varicoloured shales - Quartzites	Paralic tidal flats			

Figura 5.1/N: Schema della successione umbro – marchigiano – romagnola.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 28 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

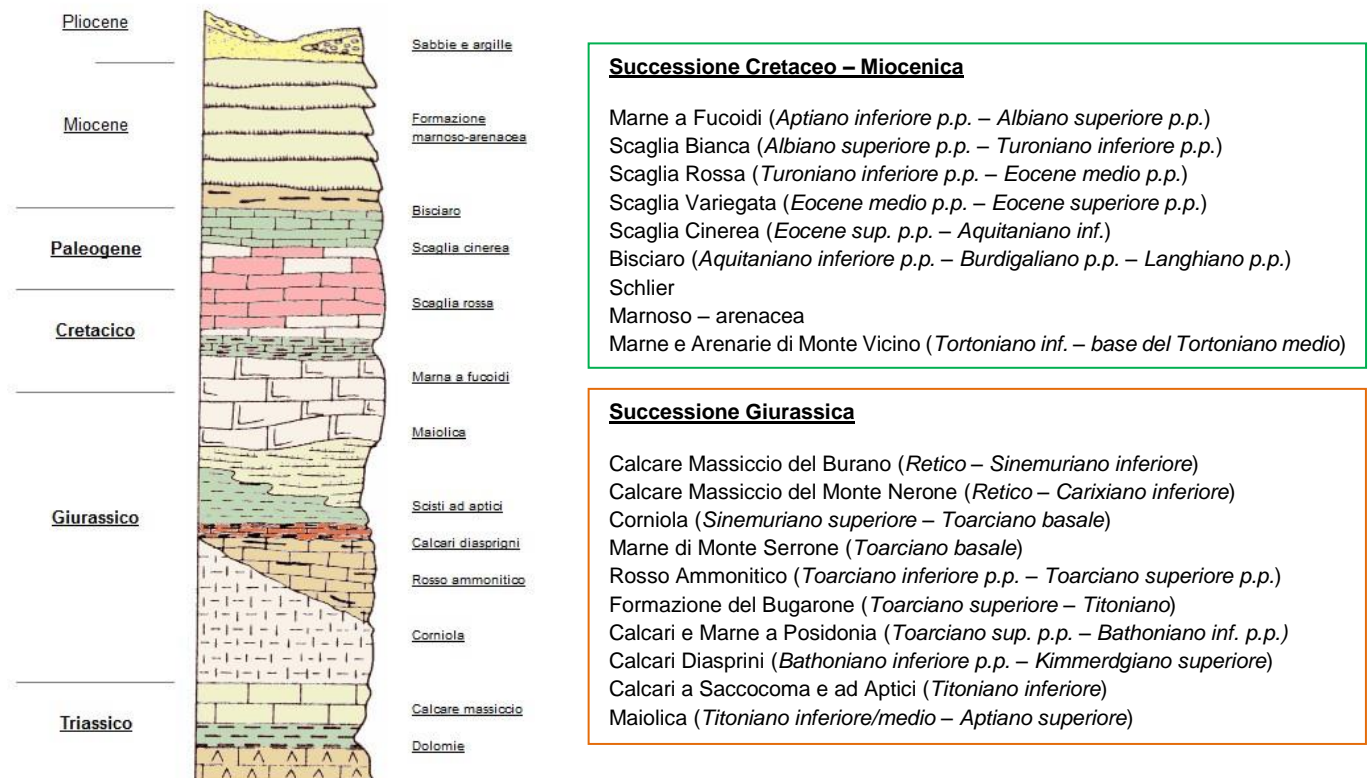


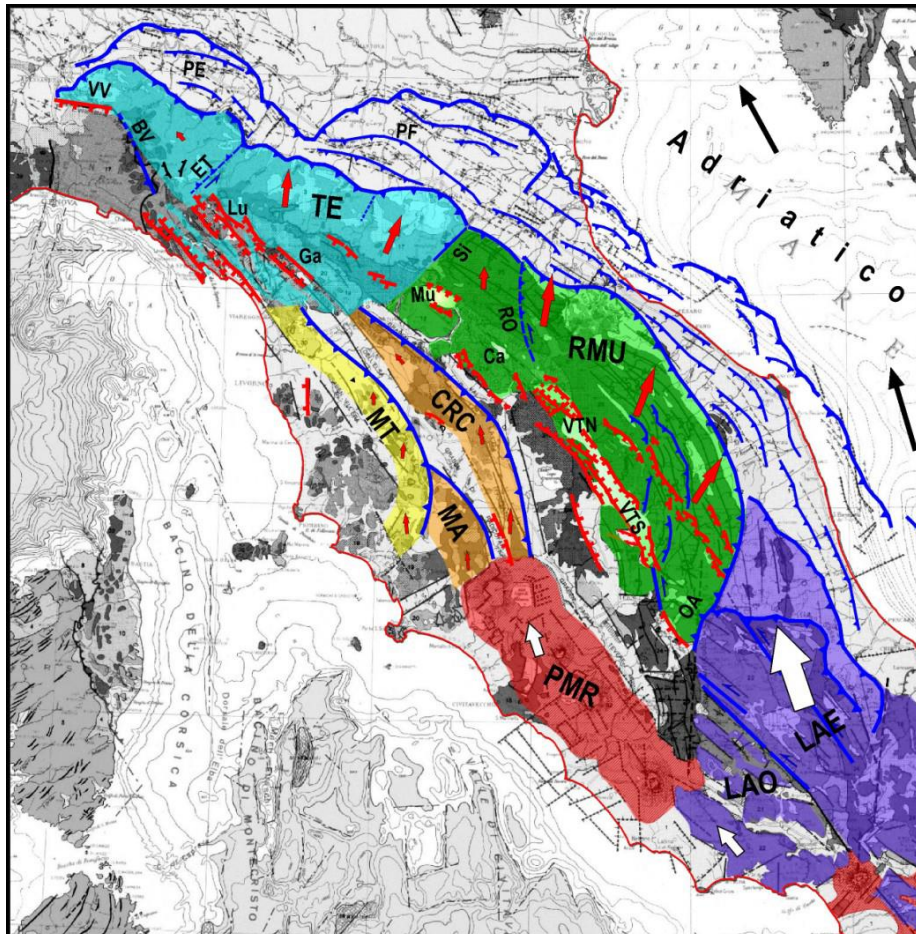


Figura 5.1/O: Rappresentazione grafica della successione umbro – marchigiana – romagnola.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 29 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303



### 5.1.2 Assetto strutturale



**Figura 5.1/P: Schema tettonico/cinematico dell'Appennino settentrionale.**

*In colore sono evidenziati i due settori principali in cui l'Appennino settentrionale è suddiviso: cuneo Romagna – Umbria – Marche (RMU, verde) e cuneo Toscana – Emilia (TE, blu). Il raccorciamento longitudinale della catena è causato dal contesto geodinamico a larga scala (Mantovani et alii, 2009a). L'estrusione laterale dell'Appennino settentrionale (cunei RMU e TE) è causato dalla spinta (freccia grande) della parte esterna della piattaforma Laziale-Abruzzese (LAE). Una spinta longitudinale, ma meno intensa (freccie piccole), trasmessa dalla parte interna (occidentale) della piattaforma Laziale-Abruzzese (LAO), agisce sulle dorsali presenti nella Toscana occidentale (Chianti – Rapolano – Cetona= CRC, Medio Toscana= MT e Montalcino – Amiata= MA) e le fosse tra esse comprese, producendo deformazioni e attività sismica minori. Gli elementi tettonici estensionali sono in rosso, quelli compressionali e trascorrenti in blu. BV = zona sismica Bedonia – Varzi, Ca = Casentino, ET = sistema di faglie Enza – Taro, Ga = Garfagnana, Lu = Lunigiana, OA = Olevano – Antrodoco, Mu = Mugello, PE, PF = Complessi sepolti delle Pieghe Emiliane e Ferraresi, PMR = Provincia Magmatica Romana, RO = Rappresentazione tettonica semplificata della fascia sismica dell'Appennino romagnolo, Si = Sillaro, VTN, VTS = Val Tiberina Nord e Sud, VV = Zona sismica Villalvernia-Varzi.*

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 30 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Numerosi sono i lavori che hanno trattato la tettonica della parte frontale dell'Appennino settentrionale, specialmente dopo che le cosiddette pieghe sepolte, evidenziate a partire dagli anni '40 del secolo scorso, sono state descritte come un prisma deformato da pieghe e sovrascorrimenti da Pieri e Groppi nel 1981.



I modelli cinematici differiscono in alcuni aspetti di fondo, sintetizzati di seguito.

- Sostanziale continuità cinematica tra il Messiniano superiore e il Pleistocene – Olocene, con scollamento basale del prisma deformato alla base dei sedimenti che immerge verso la catena con angoli variabili. All'interno di questo modello, accettato da una grande parte degli autori (e.g. *Boccaletti et al.*, 1985; *Castellarin et al.*, 1985; *Dogliani*, 1993; *Scrocca et al.*, 2007), le varianti riguardano la possibilità di attivazione di una struttura fuori sequenza al fronte del rilievo appenninico, per spiegarne il rilievo. Questa struttura è stata nominata ***Pedeappennine Thrust Front*** da *Boccaletti et al.*, 1985, ed è considerata da diversi Autori come una faglia inversa che taglia i depositi pleistocenico – olocenici al fronte montano (e.g. *Boccaletti et al.*, 2010).
- Cambiamento delle geometrie del prisma deformato, avvenuto intorno a 1 milione di anni fa, con progressiva disattivazione dello scollamento attivo in tempi Messiniano – Pleistocene inferiore, e attivazione di uno o più piani di scollamento più profondi. Questo cambio di geometrie provoca un ispessimento del prisma deformato, fenomeno osservato in molti margini attivi e spesso descritto come passaggio da accrezione frontale (*frontal accretion*) a erosione della subduzione (*subduction erosion*). Una prima proposta di questo tipo proviene da *Lavecchia et al.*, 2003, i quali interpretano la distribuzione dei sismi ipotizzando la presenza di un sovrascorrimento a scala litosferica, che affiora in superficie nel già citato lineamento pedeappenninico (PTF). Picotti e Pazzaglia nel 2008, propongono che la struttura profonda, espressione crostale del piano di subduzione, si sviluppi in corrispondenza del fronte appenninico, ove costituisce una rampa che assorbe la maggior parte del raccorciamento dovuto alla subduzione. Caratteristica di questa rampa è di essere cieca per la terminazione della faglia a profondità di 15-17 km. Inoltre, il modello cinematico restituisce un valore di raccorciamento associato a questa struttura di circa 2.3 mm/anno.

Quindi nel marginale appenninico – padano, ovvero la zona a cavallo del limite morfologico tra la catena e la pianura, costituita dalle colline del basso Appennino e dalla fascia pedemontana della Pianura Padana, l'evoluzione è legata all'attività del sistema di faglie del fronte pedeappenninico (*Pedeappennine Thrust Front*, PTF, di *Boccaletti et al.*, 1985).

Nel settore di Romagna del margine appenninico – padano si hanno strutture compressive recenti non affioranti (*blind thrust*) e faglie estensionali e trascorrenti affioranti. Le strutture estensionali sono superficiali e di ordine minore; i fronti esterni (compressivi) sono talora sigillati e i movimenti recenti compressivi si sviluppano prevalentemente su faglie fuori sequenza e *back – thrust*.

L'evoluzione della pianura e della costa emiliano – romagnola sono condizionate dall'attività dei *thrust* del fronte pedeappenninico e delle strutture padane sepolte descritte da *Pieri e Groppi (1981)*: le Pieghe Emiliane nel settore occidentale della pianura, le Pieghe Ferraresi nel settore centrale e


	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 31 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

orientale della pianura, le Pieghe Romagnole nel settore meridionale della pianura centrale e orientale e le Pieghe Adriatiche nel settore costiero romagnolo.

Uno dei problemi principali affrontati dai ricercatori negli anni passati riguarda la valutazione dell'attività delle strutture sepolte in Pianura Padana. Infatti, il primo modello cinematico qui presentato prevede che l'attività tettonica si concentri sul fronte dei sovrascorrimenti attualmente sepolto, mentre nel secondo modello cinematico la deformazione avviene nella maggior parte al fronte montano, localizzato 20-50 km più a sud. Dunque, la localizzazione e quantificazione dell'attività delle pieghe e sovrascorrimenti nel cuneo deformato è di fondamentale importanza per ricostruire la storia di deformazione e le modalità con cui si ripartisce nella crosta superiore il raccorciamento legato alla subduzione.

L'arco delle pieghe Emiliane ha una larghezza di circa 25-35 km ed è rappresentata da una successione di *thrust* ciechi disposti ad embrice. Il piegamento risale al Pliocene ed è attivo nel Quaternario. L'arco delle pieghe Ferraresi e Adriatiche – Romagnole sono formate da due distinti *thrusts* ciechi e anch'essi ad embrice: internamente la piega Romagnola ed esternamente quella Ferrarese, sono separate da un *thrust* principale asimmetrico con vergenza nord – est. Il margine esterno settentrionale del *Buried Belt* è marcato da un gruppo di *thrusts* ciechi denominati *External Thrust Front* (ETF) che corrispondono alle faglie di sovrascorrimento frontali di letto delle pieghe emiliane, Ferraresi e Romagnole. Le pieghe Ferraresi denominate anche "dorsale Ferrarese" è rappresentata dagli alti strutturali di Finale Emilia – Mirandola – Novi di Modena e quello di Bondeno – Ferrara.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 32 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

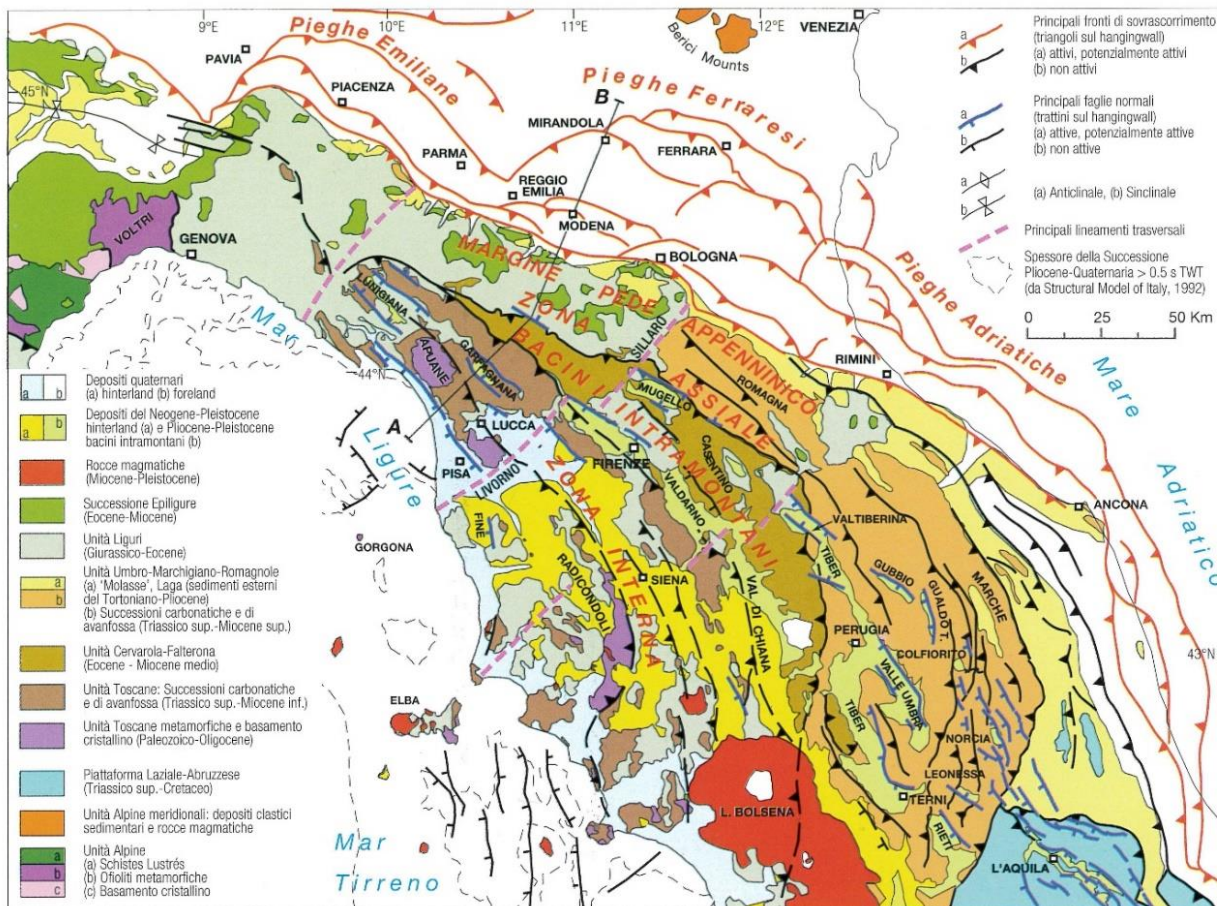




Figura 5.1/Q: Schema tettonico dell'Appennino Settentrionale e della Pianura Padana.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 33 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 5.2 Formazioni geologiche affioranti lungo le aree di interesse

Lo studio dei caratteri geologici lungo le aree di interesse è stato realizzato a partire dai dati disponibili in letteratura. In particolare, sono state consultate le seguenti cartografie geologiche:

### Regione Emilia Romagna

Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG)

Link: <http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/emilia.html>

Foglio 223 Ravenna

Foglio 240-241 Forlì – Cervia

Foglio 256 Rimini

Foglio 267 San Marino

Foglio 268 Pesaro

Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – Regione Emilia Romagna)

Link: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis>

Sezioni: 223160, 240040, 240080, 240120, 240160, 241050, 241130, 256010, 256020, 256060, 256100, 256140, 256150, 256160, 267030, 267040, 267080, 268010, 268050

### Regione Marche



Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Tutela, Gestione e Assetto del Territorio – Regione Marche)

Link: <http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica/Cartografia>

Sezioni: 268010, 268050, 268060, 268100, 268110, 268150, 268160, 280030, 280030, 280040, 280080, 281050, 281060, 281100, 281110, 281150, 281160, 292040, 292080, 293010, 293020, 293050, 293090, 293100, 293110, 293140, 293150, 303030

Sulla base delle cartografie tematiche regionali è stata realizzata una carta geologica in ambiente GIS che ha consentito di determinare le interferenze dei tracciati con le varie formazioni geologiche.

Di seguito vengono descritte, in modo sintetico, le principali formazioni geologiche affioranti lungo le aree di interesse.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 34 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

*Depositi quaternari del margine padano – adriatico*

## **Supersistema Emiliano Romagnolo**

Il Supersistema Emiliano-Romagnolo è l'unità stratigrafica che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti al margine appenninico padano ed i sedimenti ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano – romagnola. Questi ultimi includono depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini organizzati in cicli deposizionali di vario ordine gerarchico. Il limite inferiore è dato da una discordanza angolare sui depositi litorali delle Sabbie di Imola o su quelli marini riferibili al Gruppo del Santerno, mentre il limite superiore coincide col piano topografico.

## **Sistema Emiliano Romagnolo Superiore (AES)**

Il Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) costituisce la porzione superiore del Supersistema Emiliano-Romagnolo e comprende la gran parte dei depositi continentali sia affioranti che sepolti presenti nell'area emiliano – romagnola.



In affioramento AES è costituito da ghiaie e sabbie di canale fluviale, organizzate in diversi ordini di terrazzo nei settori intravallivi, da alternanze argilloso – limoso – sabbiose di traccimazione fluviale e, marginalmente, da sabbie litorali.

Nel sottosuolo della pianura AES è costituito dall'alternanza ciclica di argille organiche, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale; limitatamente al settore costiero sono presenti intercalazioni di sabbie litorali.

In affioramento e nel sottosuolo prossimale alla catena il limite inferiore è dato dal contatto erosivo e discordante sui depositi marini del Gruppo del Santerno, mentre nel sottosuolo della pianura più distale il limite inferiore è interpretato come una discordanza angolare con AEI; il limite superiore corrisponde all'attuale superficie topografica.

Nelle porzioni intravallive questa unità è stata suddivisa in subsistemi corrispondenti a depositi alluvionali di un singolo terrazzo, o di un gruppo di terrazzi, separato da quelli immediatamente sopra e sottostanti da scarpate di erosione particolarmente ampie, che delimitano depositi geometricamente discordanti tra loro. Verso gli sbocchi vallivi, dove le scarpate di terrazzo sono assenti, o di limitata estensione, i limiti dei subsistemi sono tracciati sulla base dei caratteri di alterazione pedologica del tetto affiorante. Nell'area d'interesse, in particolare, sono stati distinti tre subsistemi (AES<sub>6</sub>, AES<sub>7</sub> e AES<sub>8</sub>). Alcuni depositi alluvionali fini di traccimazione fluviale, fortemente pedogenizzati, affioranti sul margine appenninico non sono invece stati suddivisi in sub-sistemi, ma sono stati riportati in carta come AES in modo indifferenziato: la loro posizione morfologica non permette infatti di inquadrare stratigraficamente questi depositi nella suddivisione in subsistemi riconosciuta nella valle del F. Marecchia.

I subsistemi AES<sub>6</sub>, AES<sub>7</sub> e AES<sub>8</sub> sono stati correlati con 3 cicli deposizionali, caratterizzati da varie decine di metri di spessore e dall'alternanza di depositi fini e grossolani che riflette una evoluzione di tipo trasgressivo-regressiva degli ambienti sedimentari.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 35 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Lo spessore di AES varia da pochi metri al margine appenninico a circa 200 metri nel sottosuolo della pianura costiera.

### **Subsintema di Ravenna (AES<sub>8</sub>)**

### ***Pleistocene Superiore – Olocene***

Il Subsintema di Ravenna è presente nei settori intravallivi, nella piana alluvionale, nel settore costiero e nel settore a mare.

Nei settori intravallivi ed allo sbocco delle valli è dato da depositi fluviali organizzati in alcuni ordini di terrazzo (3 nella valle del F. Marecchia, 4 nella valle del T. Uso) che nella valle del F. Marecchia, dove sono più estesi e meglio sviluppati, hanno un'inclinazione media di 5-6 per mille verso la pianura e sono divisi da scarpate di pochi metri, poco o non discordanti fra loro. Questi depositi sono a contatto, tramite una superficie di erosione fluviale con i depositi fluviali di AES<sub>7</sub> e con quelli marini del Gruppo del Santerno.

Nella valle del F. Marecchia prevalgono i depositi fluviali ghiaiosi di canale, spessi qualche metro e ricoperti da un sottile orizzonte di tracimazioni fluviali fini. Nelle valli dei corsi d'acqua secondari i depositi di tracimazione limosi e limoso sabbiosi sono prevalenti mentre i depositi ghiaiosi di canale sono subordinati od assenti.



Nella pianura alluvionale affiorante prevalgono le argille, i limi e le alternanze limoso – sabbiose di tracimazione fluviale. Le ghiaie di canale fluviale affiorano in gran parte a ridosso del corso del F. Marecchia ed, in minor misura, lungo il T. Uso. In corrispondenza di questi corsi d'acqua le ghiaie formano corpi nastriformi ad andamento sinuoso, spessi pochi metri (riferiti all'Unità di Modena – AES<sub>8a</sub>).

Nell'area costiera i depositi affioranti del subsintema sono dati da una fascia di depositi litorali larga da 500 m a poco più di 1 km (riferiti ad AES<sub>8a</sub>), separati dai depositi alluvionali tramite una scarpata di erosione marina affiorante o sepolta. Procedendo verso NE, nell'area a mare, i depositi litorali si estendono fino ad 1-2,5 km della costa e fanno transizione a peliti di prodelta e di transizione alla piattaforma.

Il contatto laterale fra le tracimazioni fluviali della piana alluvionale ed i depositi di cordone litorale della piana costiera è subverticale, netto ed erosivo ed è legato ad eventi di erosione marina che di volta in volta hanno fatto arretrare temporaneamente la linea di costa, a spese dei depositi di piana alluvionale.

La gran quantità di dati geognostici disponibili ha consentito di ricostruire in dettaglio la stratigrafia di sottosuolo di questo subsintema. Di fatto, i depositi di sottosuolo di AES<sub>8</sub> costituiscono la porzione trasgressiva e quella iniziale regressiva di un ciclo trasgressivo – regressivo, ma incompleto perché è attualmente in corso di evoluzione. I depositi di questo ciclo poggiano in contatto piuttosto netto sui depositi di tracimazione di piana alluvionale che completano le sequenze di canale fluviale e le sequenze di argine del ciclo sottostante (AES<sub>7</sub>).

Il subsintema ha una geometria complessiva di tipo cuneiforme, con spessori massimi di 20-25 metri nella fascia costiera.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 36 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### Depositi di frana con indizi di evoluzione (AES<sub>8a1</sub>)

Accumuli ad assetto più o meno caotico di detriti fortemente eterometrici, talora contenenti pacchi di strati non completamente disarticolati, dovuti a frane di diversa tipologie.

### Depositi di frana senza indizi di evoluzione (AES<sub>8a1q</sub>)

Depositi di litotipi eterogenei più o meno caotici, delle dimensioni dai blocchi alle argille, con contenuto in matrice variabile; frane di diverse tipologie senza evidenze di movimenti.

### Depositi di frana antica (AES<sub>8a1a</sub>)

Depositi gravitativi eterogenei ad assetto più o meno caotico; le dimensioni dei costituenti sono principalmente blocchi e talvolta porzioni di strati immersi in abbondante matrice argillosa.

### Depositi eluvio – colluviali (AES<sub>8b2</sub>)

Depositi eterometrici, spesso siltoso – sabbiosi, generalmente privi di strutture sedimentarie e non cementati. Spessore variabile da 2 a 10 metri.

### Depositi alluvionali terrazzati (AES<sub>8bn</sub>)

Ghiaie, sabbie, silt e argille, in proporzioni variabili, in riempimenti di canali e corpi tabulari, spesso con strutture sedimentarie (stratificazione incrociata, concava o piano parallela). Sono presenti livelli torbosi discontinui e suoli organici sepolti o relitti poco evoluti. Lo spessore è compreso tra 0 e 10 metri.

### Unità di Modena (AES<sub>8a</sub>)



**Olocene**

L'Unità di Modena è un unità pellicolare (sempre affiorante), di pochi metri di spessore, ampiamente distribuita nell'area di studio, contenente depositi fluviali terrazzati nei settori intravallivi, depositi di tracimazione nella pianura alluvionale, depositi litorali nell'area costiera e depositi di prodelta e transizione alla piattaforma nel settore a mare.

La base di AES<sub>8a</sub> è individuata: 1) nei settori intravallivi, dalla presenza di una scarpata di terrazzo fluviale, alla base dei depositi di canale; 2) nei settori di pianura, dal contatto, in discontinuità, delle sue tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo o scarsamente calcareo; 3) nel settore costiero, la presenza di una scarpata di terrazzo marino. Il tetto di AES<sub>8a</sub> è dato da un suolo poco evoluto, calcareo, di pochi decimetri di spessore e generalmente di colore bruno olivastro o bruno grigiastro.

Nei settori intravallivi l'unità è costituita da depositi di canale fluviale contenuti in un terrazzo che incide, tramite una scarpata di erosione fluviale, gli altri depositi alluvionali di AES<sub>8</sub> ed AES<sub>7</sub> fino a poggiare direttamente sui depositi marini del Gruppo del Santerno nel settore più interno.

Nella pianura alluvionale prevalgono i depositi di tracimazione fluviale, all'interno dei quali è stato possibile distinguere fra depositi sabbioso – limosi di argine, canale e rotta fluviale e depositi argillosi

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 37 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

e limosi di piana inondabile, data la scarsa alterazione della superficie affiorante e la buona preservazione delle forme deposizionali. Nel settore costiero sono presenti depositi di dune costiere e di spiaggia, parte dei quali sono attualmente in evoluzione.

## Supersintema del versante marchigiano

### Sintema del Musone (MUS)

*Olocene*

#### Depositi di frana con indizi di evoluzione (MUS<sub>a1</sub>)

Frane di diverse tipologie con evidenze di movimenti in atto o recenti. Depositi eterogenei più o meno caotici la cui composizione varia con il substrato interessato; le dimensioni variano da blocchi a clasti di piccole dimensioni, con matrice variabile.

#### Depositi di frana antica (MUS<sub>a1a</sub>)

Depositi di litotipi eterogenei più o meno caotici, prevalentemente argilloso – marnosi, calcareo – marnosi e calcarei.

#### Depositi di frana senza indizi di evoluzione (MUS<sub>a1q</sub>)

Frane di diverse tipologie senza evidenze di movimenti. Depositi eterogenei più o meno caotici la cui composizione varia con il substrato interessato; le dimensioni variano da blocchi a clasti di piccole dimensioni, con matrice variabile.

#### Depositi alluvionali attuali (MUS<sub>b</sub>)


Depositi alluvionali dei fondovalle attuali, eterometrici (dalle ghiaie alle argille in proporzioni variabili), che costituiscono le forme di letto dei fiumi e che vengono rimaneggiati durante gli eventi alluvionali principali. Spessore compreso tra 0 e 10 metri.

#### Depositi eluvio – colluviali (MUS<sub>b2</sub>)

Depositi eterometrici, spesso siltoso – sabbiosi, generalmente privi di strutture sedimentarie e non cementati. Spessore da 2 a 10 metri.

#### Depositi alluvionali terrazzati (MUS<sub>bn</sub>)

Ghiaie, sabbie, silt e argille, in proporzioni variabili, in riempimenti di canali e corpi tabulari, spesso con strutture sedimentarie (stratificazione incrociata, concava o piano parallela). Presenza di livelli torbosi discontinui e suoli organici sepolti o relitti poco evoluti. Spessore compreso tra 0 e 10 metri.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/18126</b>	<b>CODICE</b> <b>TECNICO</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 38 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## Sintema di Matelica (MTI)

## *Pleistocene Superiore*

### Depositi alluvionali terrazzati (MTI<sub>bn</sub>)

Ghiaie, sabbie, silt e argille in riempimenti di canali e corpi tabulari, spesso con strutture sedimentarie (stratificazione incrociata, concava o piano parallela). Presenza di livelli torbosi discontinui e suoli organici sepolti o relitti poco evoluti. Spessore massimo pari a 15-30 metri.

*Successione umbro – marchigiana – romagnola*

### Argille Azzurre (FAA)

### *Pliocene Inferiore – Pleistocene Inferiore*

La Formazione delle Argille Azzurre è costituita prevalentemente da argille in cui si intercalano, a varie altezze stratigrafiche e con frequenti passaggi laterali, numerosi corpi litologicamente eterogenei. La litologia prevalente è data da argille, argille marnose e marne argillose di colore grigio o grigio – azzurro, con rare intercalazioni di arenarie fini e finissime di colore grigio – giallo poco cementate. La formazione è ricca in foraminiferi e macrofossili e presenta spesso tracce di bioturbazione. La potenza affiorante varia da 200 a oltre 1000 metri.

Sulla base delle differenze litologiche e della posizione stratigrafica, sono state distinte più sottounità (litofacies e membri); di seguito sono riportate quelle presenti nell'area di studio.



### Argille Azzurre – litofacies arenaceo – pelitica e pelitico – arenacea (FAA<sub>g</sub>)

Alternanze più o meno regolari di argille e argille marnose, massicce o sottilmente stratificate e arenarie e sabbie da fini a medie, spesso massive con locali laminazioni piano – parallele o incrociate a basso angolo. Ambiente neritico di transizione alla spiaggia, spessore massimo circa 100 metri.

Le due litofacies non sono state distinte in cartografia per la scarsa qualità ed estensione degli affioramenti, ma soprattutto per la limitatezza dei singoli livelli e la fitta alternanza.

### Argille Azzurre – litofacies arenacea (FAA<sub>c</sub>)

Areniti grigio – giallastre, a granulometria da fina a grossolana, mediamente cementate, con laminazione parallela oppure ondulata e/o incrociata; sono presenti subordinate e talora rare intercalazioni pelitiche con spessore variabile e intercalazioni conglomeratiche con ciottoli di diverse dimensioni di provenienza da unità liguri e/o di natura calcarea, selcifera e arenacea.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26’’), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 39 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 6 ASSETTO LITOLOGICO – GEOMORFOLOGICO DELLE AREE INTERESSATE

### 6.1 Linee secondarie in progetto

#### Met. Rif. Coll. Cervia – S. Maria Nuova

A sud della Strada Statale Salara l'allacciamento in progetto si stacca dalla linea principale e si sviluppa in direzione OSO. Il tratto iniziale, all'incirca fino a Via del Confine nel Comune di Cervia, è caratterizzato da litologie argilloso – limose di piana alluviale (AES8 – Subsistema di Ravenna) che si arricchiscono di una frazione sabbiosa in senso gas.

Un tratto di circa 3,3 km, a ovest di Via Ravennate, percorre depositi sabbioso – limosi appartenenti all'Unità di Modena (AES8a); in corrispondenza dell'attraversamento (TOC) del Fiume Savio prevalgono i terreni sabbiosi.

Il tratto terminale dell'allacciamento interessa, nuovamente, i depositi quaternari del Subsistema di Ravenna, ancora a prevalenza limoso – argilloso, con sabbie subordinate. Da segnalare, a est e a ovest della Strada Provinciale N. 5, l'intersezione del tracciato con paleolvi fluviali.

#### Met. Rif. Coll. radd. Imola – Forlì – Cesena

Il collegamento in questione si stacca dall'allacciamento sopra descritto a nord della strada di collegamento rapido E45. Dal punto di vista geologico ci troviamo all'interno di depositi limo – argillosi – sabbiosi di piana alluvionale (AES8 – Subsistema di Ravenna).



#### Met. Rif. All. Comune di Bertinoro

L'allacciamento del Comune di Bertinoro parte dal tratto terminale del Coll. Cervia – S. Maria Nuova, nel Comune di Bertinoro. Il settore in questione è caratterizzato dai depositi quaternari (limi, argille, sabbie) propri del Subsistema di Ravenna.

#### Met. Rif. Der. per Riccione

Il metanodotto si stacca dalla linea principale nel Comune di Coriano per poi svilupparsi, con direzione SO – NE, in parte, anche, nel Comune di Riccione.

Nell'area interessata dall'opera in progetto, l'unità formazionale delle Argille Azzurre (FAA) è completamente coperta da depositi quaternari afferenti al Subsistema di Ravenna; solo in corrispondenza del Fiume Melo (attraversamento previsto con scavo a cielo aperto) si rinvencono terreni dell'Unità di Modena (AES8a). Il Fiume Melo è delimitato, a nord e a sud, da scarpate fluviali, intercettate dal tracciato perpendicolarmente. In prossimità della scarpata più settentrionale il metanodotto, inoltre, lambisce un deposito di frana quiescente per scivolamento (a2b).

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>TechnipFMC</b>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/18126</b>	<b>CODICE</b> <b>TECNICO</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 40 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Met. Ric. All. ENI R&M

Nel Comune di Riccione si trova questo piccolo allacciamento, di soli 5 metri di lunghezza. I terreni interessati sono limi e argille debolmente sabbiosi posti al di sopra del substrato marino plio – pleistocenico.

Met. Rif. All. Comune di Morciano

L'allacciamento del Comune di Morciano va da NE a SO (senso gas), correndo grossomodo parallelo alla Strada Provinciale N. 17. Il tracciato interessa un settore pressoché pianeggiante, caratterizzato da depositi quaternari (AES8 – Subsistema di Ravenna).

Met. Rif. Pot. Der. Cattolica

L'allacciamento in questione è composto da due tratti: il primo di circa 300 m nel Comune di Gradara e l'altro, con una lunghezza di 1,7 km, nel Comune di Cattolica. Il tratto più corto si trova a sud di Via Valle del Picchio, dove interessa depositi eluvio – colluviali (AES8b2) e, nella parte centrale (circa 120 m), depositi di conoide alluvionale e da debris flow.

Il tratto che ricade, invece, in Emilia Romagna va a coinvolgere depositi quaternari del Subsistema di Ravenna (AES8).


Met. Ric. All. Celli

L'allacciamento, lungo 15 metri, si trova alla periferia di Cattolica, a nord della Strada Statale N. 16. Anch'esso interessa i terreni facenti parte del Subsistema di Ravenna.

Met. Rif. All. Comune di Gabicce

La linea si sviluppa in direzione O-E a cavallo del limite regionale Emilia Romagna – Marche. Essa attraversa depositi olocenici (AES8) per la quasi totalità del percorso; fa eccezione il tratto marchigiano, caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati (ghiaie, sabbie, silt e argille, in proporzioni variabili). Questi ultimi sono legati all'evoluzione del Torrente Tavollo, in corrispondenza del cui attraversamento *in trenchless* (TOC), si trovano depositi di canale fluviale, seguiti (in senso gas) da depositi eluvio – colluviali (AES8b2). All'interno di questi depositi si trova anche un orlo di terrazzo fluviale, intercettato dalla linea in progetto.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 41 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Met. Ric. All. Comune di Monsano (Consorzio 5 colli)

Il metanodotto è grossomodo ricompreso tra Via Ancona e la Strada Provinciale della Barchetta, nel Comune di Jesi. In questo settore, così come in un ampio intorno, affiorano depositi alluvionali terrazzati di età olocenica riferibili al Sintema del Musone (MUSbn).

Met. Rif. All. Sadam Jesi

L'allacciamento in progetto si trova nella cosiddetta Zona Barchette, caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati legati principalmente all'evoluzione del vicino Fiume Esino.



Met. Rif. Der. per Ancona

La derivazione ha inizio a ovest di Polverigi in una zona a morfologia debolmente collinare, caratterizzata da terreni prevalentemente sabbiosi afferenti al Sintema del Musone (MUSbn). Tali depositi recenti coprono il substrato roccioso rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre di età plio – pleistocenica. A ovest della località 'C. Lucchetta' il tracciato risale lungo la linea di massima pendenza un pendio sul quale affiorano appunto le unità della formazione marina, in una particolare litofacies arenacea (FAAc). Questa è presente, lungo la linea, in alternanza con le tipiche argille azzurre (FAA).

A est della Strada Provinciale del Vallone (attraversamento in TOC) il metanodotto attraversa un deposito di frana senza indizi di movimento (MUSa1q). Successivamente, dopo aver percorso dei depositi eluvio – colluviali che riempiono una zona più depressa, la linea in progetto risale lungo la massima pendenza fino a quota 214 m s.l.m. per poi scendere a nord di Via Agugliano, sempre all'interno dei litotipi della Formazione delle Argille Azzurre. A est della località 'C. Scarponi' il tracciato attraversa dapprima dei depositi eluvio – colluviali e, a seguire, un deposito di frana in evoluzione (MUSa1).

In prossimità della località 'C. Governatori' il tracciato interessa nuovamente le sabbie limose del Sintema del Musone (MUSbn). Poco più a nord, il tracciato si dirige verso nord – est, a valle della Strada Provinciale del Vallone; in questo tratto si segnala il passaggio a margine di depositi franosi attivi (MUSa1). A sud di Casine di Paterno il metanodotto percorre il fondovalle, parallelamente a Via Frazione Paterno, dove si hanno sabbie limose oloceniche (MUSbn) bordate da depositi eluvio – colluviali (MUSb2).

A nord dell'autostrada A14 l'allacciamento si dirige verso nord – est attraversando, in prevalenza, i depositi alluvionali terrazzati che caratterizzano questa zona. Successivamente il tracciato risale lungo un pendio a debole pendenza e devia verso nord, in direzione della Strada della Lodola; a sud della località Taglio di Torrente, la linea percorre gli ultimi 880 metri circa parallelamente a Via del Carmine. L'intero tratto sopra descritto si trova in corrispondenza di displuvi idrografici ed è

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 42 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

caratterizzato, dal punto di vista geologico, dalla presenza continua di litotipi afferenti alla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

Met. Ric. Der. per Ancona

La litologia che costituisce il substrato geologico della linea in oggetto è costituita dalla Formazione delle Argille Azzurre (FAA)

Met. Rif. Coll. Azienda servizi Polverigi

L'allacciamento si sviluppa, per un tratto di soli 30 metri, parallelamente a Via Sant'Egidio, a nord della Strada Provinciale N. 2, nel Comune di Polverigi. Quest'area è caratterizzata, dal punto di vista geologico, da depositi alluvionali terrazzati (MUSbn – Sintema del Musone), qui costituiti da sabbie prevalenti.

Met. Rif. All. Metano Fano (Ancona)

La linea secondaria in questione si trova a nord della Strada Statale N. 16, nel Comune di Ancona, in corrispondenza del tratto terminale della derivazione per Ancona. Il metanodotto interessa l'unità geologica delle Argille Azzurre (FAA), estremamente diffuse in questo settore.

Met. Rif. All. Comune di Castelfidardo

Il metanodotto attraversa, lungo gran parte del suo percorso, dei depositi alluvionali terrazzati afferenti al Sintema del Musone (MUSbn) e qui costituiti da ghiaie prevalenti.



Nel tratto iniziale in progetto si segnala, tra l'altro, l'attraversamento a cielo aperto del Fiume Musone e l'intersezione di diversi orli di terrazzo e anse abbandonate legate all'evoluzione morfologica del corso d'acqua. Tracce di alvei fluviali abbandonati vengono intercettate anche in prossimità di 'C. Pavone'.

A nord di Via Jesi circa si notano delle variazioni geologiche. In particolare si ha l'intersezione di terrazzi fluviali del Pleistocene superiore, delimitati morfologicamente da scarpate; la granulometria dei terreni attraversati è pur sempre a ghiaie prevalenti.

Il tracciato, nel tratto finale, risale un pendio attraverso le unità argilloso marine delle Argille Azzurre, localmente a litofacies arenacea.

Met. Rif. All. Comune di Camerano

Il tracciato scende lungo un debole pendio attraversando il substrato marino delle Argille Azzurre (FAA) in parte coperte da depositi quaternari eluvio – colluviali; successivamente risale fino alla

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 43 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Strada Provinciale N. 5 (attraversamento in *trenchless* – TOC) che fa da spartiacque, per poi ridiscendere fino a Via S. Giovanni (38 m s.l.m.). Da segnalare, in questa zona, la presenza di un corpo di frana attiva (MUSa1) attraversato dalla linea in progetto. Più a nord si trovano depositi alluvionali terrazzati afferenti al Sintema del Musone (MUSbn), qui costituito da sabbie prevalenti. Procedendo in senso gas, l'allacciamento risale fino a Via Corticelli (attraversamento in *trenchless* – TOC), in corrispondenza di un displuvio idrografico. Attraverso questo settore il metanodotto intercetta le unità formazionali delle Argille Azzurre (FAA), spesso in litofacies arenacea; localmente il substrato marino è coperto da depositi olocenici eluvio – colluviali (MUSb2). A sud di Abbadia la linea lambisce due distinti corpi di frana con evidenze di movimento (MUSa1).

Met. Rif. All. Comune di Recanati

Dalla Centrale Gas Metano di Recanati, l'allacciamento si sviluppa in direzione nord – est, dapprima all'interno delle Argille Azzurre plio – pleistoceniche (FAA). Per un tratto di circa 650 metri il substrato marino è coperto da un deposito di frana con indizi di evoluzione (MUSa1), all'interno del quale il metanodotto passa risalendo un pendio lungo la linea di massima pendenza.

Successivamente la linea attraversa il Fosso Ricale e i suoi depositi alluvionali (MUSbn), costituiti da ghiaie sabbiose. Dopo l'attraversamento con scavo a cielo aperto del corso d'acqua il tracciato risale fino a circa 200 metri lungo un pendio costituito da depositi alluvionali, nella parte bassa, depositi eluvio – colluviali, nel tratto intermedio, e Argille Azzurre s.s. (FAA) in alternanza con Argille Azzurre in litofacies arenaceo – pelitica e pelitico – arenacea (FAAg), nel tratto sommitale.



## 6.2 Linee secondarie in dismissione

Met. Coll. Cervia – S. Maria Nuova

A sud della Strada Statale Salara l'allacciamento in dismissione si stacca dalla linea principale e si sviluppa in direzione OSO. Il tratto iniziale, all'incirca fino a Via del Confine nel Comune di Cervia, è caratterizzato da litologie argilloso – limose di piana alluviale (AES8 – Subsintema di Ravenna) che si arricchiscono di una frazione sabbiosa in senso gas.

Un tratto di circa 3,3 km, a ovest di Via Ravennate, percorre depositi sabbioso – limosi appartenenti all'Unità di Modena (AES8a); in corrispondenza del Fiume Savio prevalgono i terreni sabbiosi.

Il tratto terminale dell'allacciamento interessa, nuovamente, i depositi quaternari del Subsintema di Ravenna, ancora a prevalenza limoso – argilloso, con sabbie subordinate. Da segnalare, a ovest della Strada Provinciale N. 5, l'intersezione del tracciato con un alveo fluviale abbandonato.

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>TechnipFMC</b>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/18126</b>	<b>CODICE</b> <b>TECNICO</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 44 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Coll. Radd. Imola Forlì Cesena

Il collegamento in questione si stacca dall'allacciamento sopra descritto a nord della strada di collegamento rapido E45. Dal punto di vista geologico ci troviamo all'interno di depositi limo – argillosi – sabbiosi di piana alluvionale (AES8 – Subsistema di Ravenna).

All. Comune di Bertinoro

L'allacciamento in dismissione parte dal tratto terminale del Coll. Cervia – S. Maria Nuova, nel Comune di Bertinoro. Il settore in questione è caratterizzato dai depositi quaternari (limi, argille, sabbie) propri del Subsistema di Ravenna.

Met. Der. per Riccione

La derivazione in rimozione si stacca dalla linea principale nel Comune di Coriano per poi svilupparsi, con direzione SO – NE, in parte, anche, nel Comune di Riccione.

Nell'area interessata dall'opera, l'unità formazionale delle Argille Azzurre (FAA) è completamente coperta da depositi quaternari afferenti al Subsistema di Ravenna; solo in corrispondenza del Fiume Melo si rinvengono terreni dell'Unità di Modena (AES8a).

Il Fiume Melo è delimitato, a nord e a sud, da scarpate fluviali, intercettate dal tracciato perpendicolarmente. In prossimità della scarpata più settentrionale il metanodotto, inoltre, interseca marginalmente un deposito di frana quiescente per scivolamento (a2b).


Met. All. Fornace Veva (Riccione)

L'allacciamento si trova in una zona pianeggiante, a nord di Via della Celletta nel Comune di Coriano. Dal punto di vista geologico, l'area è caratterizzata da depositi di piana alluvionale del Subsistema di Ravenna (AES8).

Met. All. Comune di Morciano

L'allacciamento del Comune di Morciano va da NE a SO (senso gas), correndo grossomodo parallelo alla Strada Provinciale N. 17. Il tracciato interessa un settore pressoché pianeggiante, caratterizzato da depositi quaternari (AES8 – Subsistema di Ravenna).

Da segnalare l'intersezione con un orlo di terrazzo fluviale a sud – est della località Ca' Bagli.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 45 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Der. per Cattolica – San Giovanni in M. (DN80)

Il tracciato si sviluppa con direzione sud – nord all'interno del territorio comunale di Gradara. A nord di Via Valle del Picchio il tracciato scende lungo un pendio a debole inclinazione caratterizzato dalle argille, argille marnose e marne argillose tipiche della Formazione delle Argille Azzurre (FAA). Spesso queste sono coperte da depositi quaternari di diversa natura (alluvioni terrazzate, depositi eluvio – colluviali). Nell'ultimo tratto, la derivazione risale fino all'asse viario Via Serra che fa da spartiacque. In corrispondenza del dislivello (circa 45 m s.l.m.) il substrato marino torna ad affiorare.

Met. Pot. Derivazione per Cattolica

La derivazione per Cattolica (135 m) si trova a sud di Via Valle del Picchio, dove interessa depositi costituiti da argille, limi e alternanze limoso – sabbiose (AES8 – Subsistema di Ravenna).

Der. per Cattolica – San Giovanni in M. (DN100)

L'allacciamento in dismissione nel Comune di Cattolica attraversa depositi quaternari del Subsistema di Ravenna (AES8).

Met. All. Comune di Gabicce

La linea si sviluppa in direzione O-E a cavallo del limite regionale Emilia Romagna – Marche. Essa attraversa depositi olocenici (AES8) per la quasi totalità del percorso; fa eccezione il tratto marchigiano, caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati (ghiaie, sabbie, silt e argille, in proporzioni variabili). Questi ultimi sono legati all'evoluzione del Torrente Tavollo, caratterizzato da depositi di canale fluviale, seguiti (in senso gas) da depositi eluvio – colluviali (AES8b2). All'interno di questi depositi si trova anche un orlo di terrazzo fluviale, intercettato dalla linea in progetto.



Derivazione per Jesi 1° tratto

Il tracciato si sviluppa sulla sinistra idrografica del Fiume Esino, all'interno della piana alluvionale che caratterizza gran parte del territorio comunale di Jesi.

L'intero tracciato attraversa i depositi alluvionali terrazzati del Sistema del Musone (MUSbn), costituito – in questo settore – da prevalenti sabbie con limi subordinati; nel tratto più meridionale manca la frazione fine. In corrispondenza del Fosso Guardengo si segnala la presenza di alluvioni attuali a sabbie prevalenti (MUSb).

Met. Coll. All. Edison Gas Jesi con Der. Jesi

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 46 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

La linea in questione – di soli 25 metri – si trova nel Comune di Jesi, in una zona pianeggiante a quota circa 45 m s.l.m. Dal punto di vista geologico si rileva la presenza di sabbie prevalenti, con subordinate argille e ghiaie, afferenti al Sintema del Musone (MUSbn).

Met. All. Consorzio 5 colli

L'allacciamento è grossomodo parallelo a un tratto della Strada Provinciale della Barchetta, nel Comune di Jesi. I litotipi affioranti sono riferibili al Sintema del Musone, qui rappresentato da depositi alluvionali sabbiosi.

Met. All. Sadam di Jesi

L'allacciamento Sadam di Jesi (circa 400 m) si trova nella cosiddetta Zona Barchette, caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati legati principalmente all'evoluzione del vicino Fiume Esino.

Met. Der. per Ancona

La derivazione ha inizio a ovest di Polverigi in una zona a morfologia debolmente collinare, caratterizzata da terreni prevalentemente sabbiosi afferenti al Sintema del Musone (MUSbn). Tali depositi recenti coprono il substrato roccioso rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre di età plio – pleistocenica. A ovest della località 'C. Lucchetta' il tracciato si dirige verso nord, in un settore caratterizzato dall'alternanza delle tipiche argille azzurre (FAA) con unità della formazione marina in litofacies arenacea (FAAc). A est della località 'C. De Luca', inoltre, la linea lambisce un corpo di frana attivo (MUSa1).



A est della Strada Provinciale del Vallone il metanodotto attraversa depositi eluvio – colluviali (MUSb2), per poi deviare verso nord, fino a raggiungere Via Agugliano (202 m s.l.m.).

Lungo tutto il tratto che costeggia la strada di Contrada Montevarino, si ritrova la successione marina plio – pleistocenica rappresentata da termini più o meno arenacei.

A seguire, il tracciato si dirige verso nord – est, a valle della Strada Provinciale del Vallone; in questo tratto si segnala il passaggio a margine di depositi franosi attivi (MUSa1). A sud di Casine di Paterno il metanodotto percorre il fondovalle, parallelamente a Via Frazione Paterno, dove si hanno sabbie limose oloceniche (MUSbn) bordate da depositi eluvio – colluviali (MUSb2).

A nord dell'autostrada A14 l'allacciamento si dirige verso ENE attraversando, in prevalenza, i depositi alluvionali terrazzati che caratterizzano questa zona.

Nell'ultimo tratto, in cui risale fino a quota 126 m s.l.m., vengono interessati depositi eluvio – colluviali e, infine, i litotipi afferenti alla Formazione delle Argille Azzurre (FAA).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 47 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Met. Coll. Azienda servizi Polverigi

L'allacciamento si sviluppa, per un tratto di soli 15 metri, parallelamente a Via Sant'Egidio, a nord della Strada Provinciale N. 2, nel Comune di Polverigi. Quest'area è caratterizzata, dal punto di vista geologico, da depositi alluvionali terrazzati (MUSbn – Sintema del Musone), qui costituiti da sabbie prevalenti.

Met. All. Metano Fano (Ancona)

La linea secondaria in questione si trova a nord della Strada Statale N. 16, nel Comune di Ancona, in corrispondenza del tratto terminale della derivazione per Ancona. Il metanodotto interessa l'unità geologica delle Argille Azzurre (FAA), estremamente diffuse in questo settore.

Met. Coll. Azienda Servizi Agugliano

A sud di Via Ancona, nel Comune di Agugliano, questo collegamento si stacca dalla linea principale in dismissione e si sviluppa, per 155 metri, in leggera mezza costa, in direzione nord. Il versante, interessato dal tracciato, è costituito dalle unità geologiche della Formazione delle Argille Azzurre in litofacies arenacea (FAAc).

Met. Coll. Edma Reti Gas Ancona


Il collegamento percorre circa 170 metri in adiacenza a Via Agugliano, lungo uno spartiacque, posto al limite tra i Comuni di Ancona e Agugliano. Il settore in questione, a quota di circa 200 metri, è caratterizzato dalla presenza di argille e argille marnose proprie della Formazione plio – pleistocenica delle Argille Azzurre.

Met. All. Comune di Castelfidardo

Il metanodotto attraversa, lungo gran parte del suo percorso, dei depositi alluvionali terrazzati afferenti al Sintema del Musone (MUSbn) e qui costituiti da ghiaie prevalenti.

Nel tratto iniziale in progetto si segnala, tra l'altro, l'attraversamento a cielo aperto del Fiume Musone e l'intersezione di diversi orli di terrazzo e anse abbandonate legate all'evoluzione morfologica del corso d'acqua. Tracce di alvei fluviali abbandonati vengono intercettate anche in prossimità di 'C. Pavone'.

A nord di Via Jesi circa si notano delle variazioni geologiche. In particolare si ha l'intersezione di terrazzi fluviali del Pleistocene superiore, delimitati morfologicamente da scarpate; la granulometria dei terreni attraversati è pur sempre a ghiaie prevalenti.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 48 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Il tracciato, nel tratto finale, risale un pendio attraverso le unità argillose marine delle Argille Azzurre, localmente a litofacies arenacea.

Pot. Der. per Castelfidardo

L'allacciamento ricade nell'unità formazionale delle Argille Azzurre (FAA), costituite da argille, argille marnose e marne argillose del Plio – Pleistocene inferiore.

Met. All. Comune di Camerano

Il tracciato scende lungo un debole pendio attraversando il substrato marino delle Argille Azzurre (FAA) in parte coperte da depositi quaternari eluvio – colluviali; successivamente risale fino alla Strada Provinciale N. 5 (103 m s.l.m.) che fa da spartiacque, per poi ridiscendere fino a Via S. Giovanni (38 m s.l.m.). Questa zona è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati afferenti al Sistema del Musone (MUSbn), qui costituito da sabbie prevalenti.



Procedendo in senso gas, l'allacciamento risale fino a Via Corticelli (109 m s.l.m.), in corrispondenza di un displuvio idrografico. Attraverso questo settore il metanodotto intercetta le unità formazionali delle Argille Azzurre (FAA), spesso in litofacies arenacea; localmente il substrato marino è coperto da depositi olocenici eluvio – colluviali (MUSb2).

A sud di Abbadia la linea lambisce due distinti corpi di frana con evidenze di movimento (MUSa1).

Met. All. Comune di Recanati

Dalla Centrale Gas Metano di Recanati, l'allacciamento in dismissione si sviluppa in direzione nord – est, dapprima all'interno delle Argille Azzurre plio – pleistoceniche (FAA). Per un tratto di circa 650 metri il substrato marino è coperto da un deposito di frana con indizi di evoluzione (MUSa1), all'interno del quale il metanodotto passa risalendo un pendio lungo la linea di massima pendenza. Successivamente la linea attraversa il Fosso Ricale e i suoi depositi alluvionali (MUSbn), costituiti da ghiaie sabbiose. Dopo l'attraversamento con scavo a cielo aperto del corso d'acqua, il tracciato risale fino a circa 200 metri lungo un pendio costituito da depositi alluvionali, nella parte bassa, depositi eluvio – colluviali, nel tratto intermedio, e Argille Azzurre s.s. (FAA) in alternanza con Argille Azzurre in litofacies arenaceo – pelitico e pelitico – arenacea (FAAg), nel tratto sommitale.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 49 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

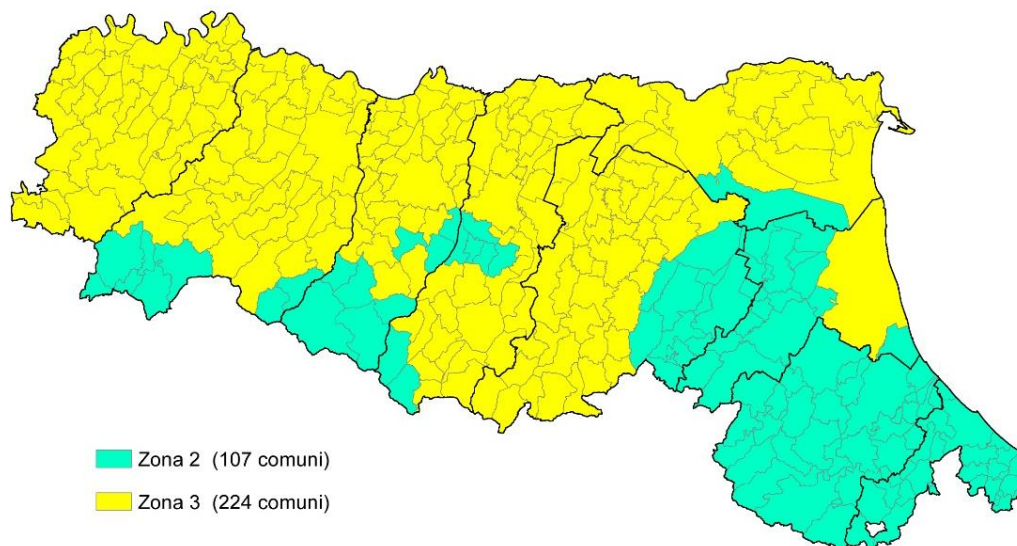
## 7 SISMICITÀ

L'attività sismica dell'Appennino centro – settentrionale è legata ai movimenti che hanno portato alla sua formazione e che continuano. In particolare i continenti africano ed eurasiatico sono spinti l'uno contro l'altro e prosegue il processo di rotazione in senso antiorario della catena appenninica. Il modello strutturale elaborato dal C.N.R. – Gruppo Finalizzato Geodinamica suddivide l'Appennino in 3 settori:



- catena esterna a carattere compressivo;
- catena principale caratterizzata da stabilità e sollevamento, zona di transizione tra movimenti compressivi e distensivi;
- catena interna a carattere distensivo.

I caratteri macrosismici del territorio di interesse, secondo questo modello, sono legati ai terremoti che nascono da meccanismi distensivi della catena interna e trascorrenti relativi alla fascia pedeappenninica.

Le province interessate dalle opere in progetto e/o dismissione ricadono tutte in zona sismica 2, ad eccezione del Comune di Ravenna (zona sismica 3). Questa classificazione si basa sull'analisi storico – statistica dei terremoti verificatesi e non entra negli specifici effetti locali legati alle diverse forme fisiche dei siti insediativi e alle caratteristiche geomorfologiche e geo-meccaniche dei terreni.



**Figura 7/A: Riclassificazione sismica della Regione Emilia Romagna (DGR1164/2018).**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 50 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

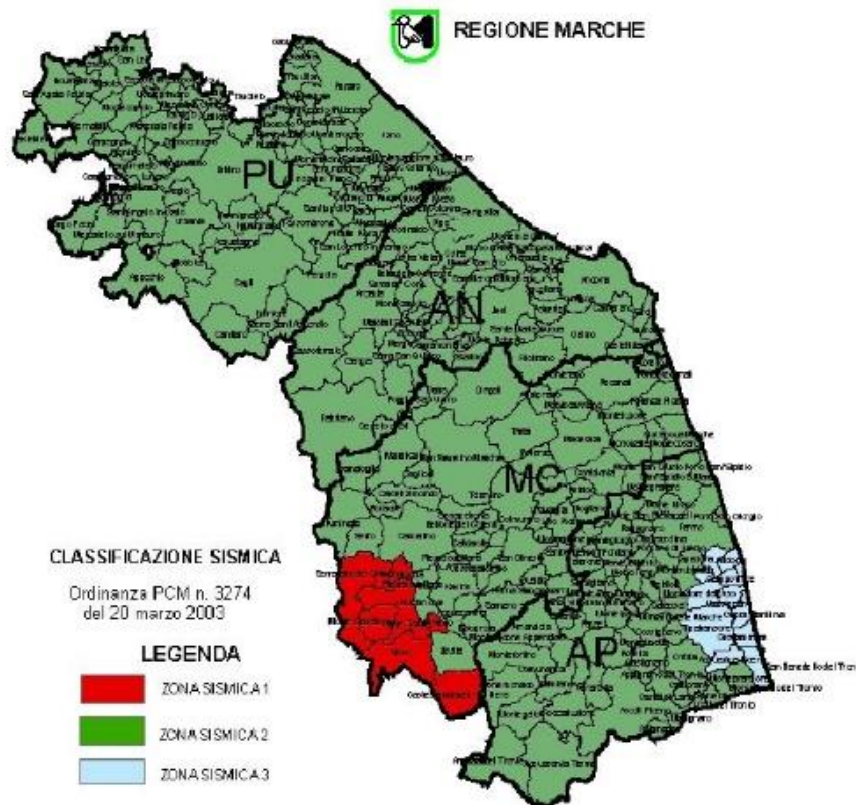




Figura 7/B: Classificazione sismica della Regione Marche (OPCM 3274/2003).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 51 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 7.1 Sismicità storica



Il quadro della sismicità storica, relativamente alle aree interessate dalle opere, oggetto del presente elaborato, è stato definito attraverso la consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 2015), che elenca tutti i terremoti avvenuti dal 1000 al 2014.

La versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 rappresenta una significativa evoluzione rispetto alle versioni precedenti, che sono quindi da considerare del tutto superate. Anche se i criteri generali di compilazione e la struttura sono gli stessi della precedente versione CPTI11, il contenuto del catalogo è stato ampiamente rivisto per quanto concerne:

- la copertura temporale, estesa dal 2006 a tutto il 2014
- il database macrosismico di riferimento (DBMI15; Locati et al., 2016), significativamente aggiornato
- i dati strumentali considerati, nuovi e/o aggiornati
- le soglie di ingresso dei terremoti, abbassate a intensità massima 5 o magnitudo 4.0 (invece di 5-6 e 4.5 rispettivamente)
- la determinazione dei parametri macrosismici, basata su una nuova calibrazione dell'algoritmo Boxer
- le magnitudo strumentali, che comprendono un nuovo set di dati e nuove relazioni di conversione.

I dati reperiti testimoniano che i terremoti storici principali che hanno interessato l'area sono stati caratterizzati da una magnitudo momento ( $M_w$ ) generalmente compresa tra 2 e 5 gradi (Figura 7.1/A). In particolare, gli eventi a maggiore energia risultano quello del 1870 in Provincia di Ancona ( $M_w$  5.15) e quello del 1786 ( $M_w=5.66$ ) nei pressi di Ghetto Tamagnino, nel Comune di Rimini.

Una rappresentazione complessiva delle informazioni sugli effetti dei terremoti che in passato hanno colpito l'area di studio è la carta delle massime intensità osservate (espressa secondo i gradi della scala MCS), che fornisce anche una prima immagine semplificata della pericolosità sismica (Figura 7.1/B e 7.1/C)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 52 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

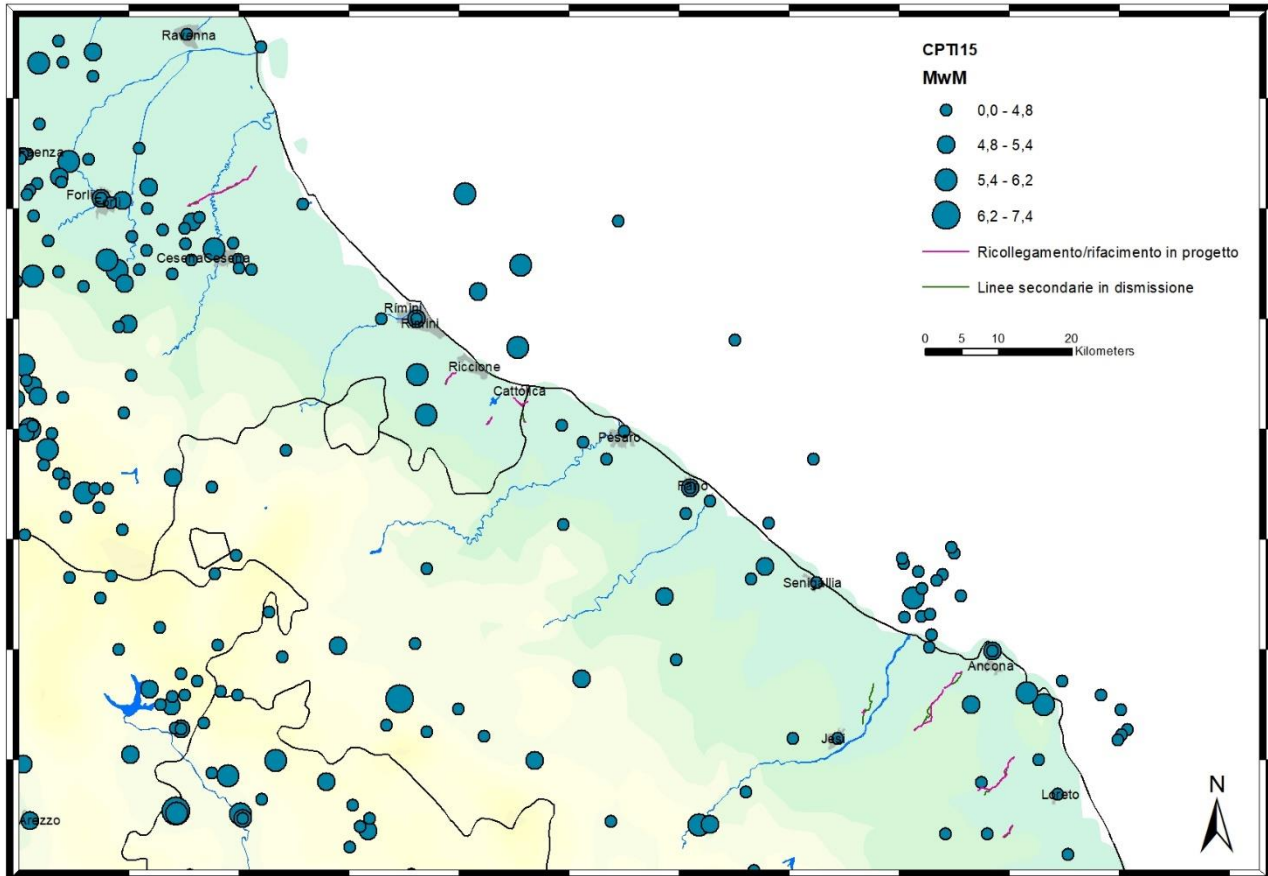


Figura 7.1/A: Mappa dei terremoti storici avvenuti nelle aree interessate dalle opere (da Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI 2015, INGV).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/18126	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 53 di 80	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

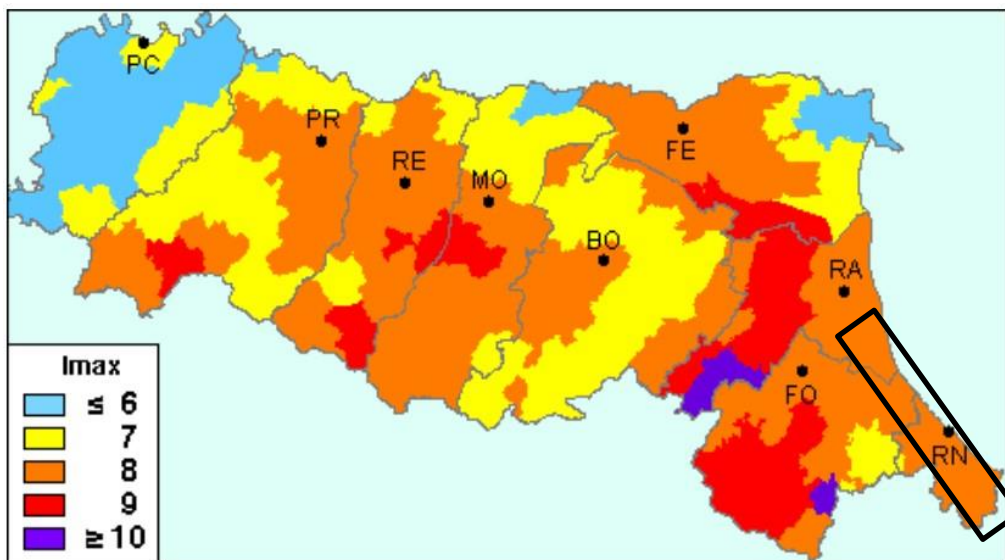


Figura 7.1/B: Massime intensità macrosismiche osservate nella Regione Emilia Romagna (GNDT, ING, SSN).

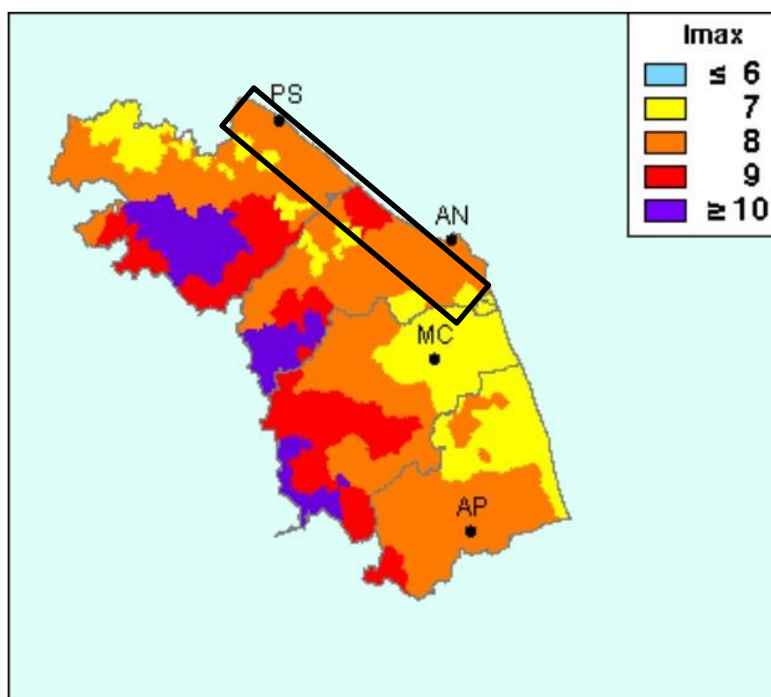




Figura 7.1/C: Massime intensità macrosismiche osservate nella Regione Marche (GNDT, ING, SSN).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 54 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 7.2 Zonazione sismogenetica

L'inquadramento macrosismico di riferimento si basa sulla zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS9, elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

La zonazione, effettuata con lo scopo di creare una base per la stima della pericolosità sismica (hazard) del territorio nazionale, si fonda su un modello sismotettonico riferibile alla correlazione dei seguenti elementi:

1. Il modello strutturale 3D della penisola italiana e dei mari adiacenti;
2. la distribuzione spaziale dei terremoti storici e attuali per le diverse classi di magnitudo;
3. il modello cinematico dell'area mediterranea centrale, riferito agli ultimi 6 milioni di anni.

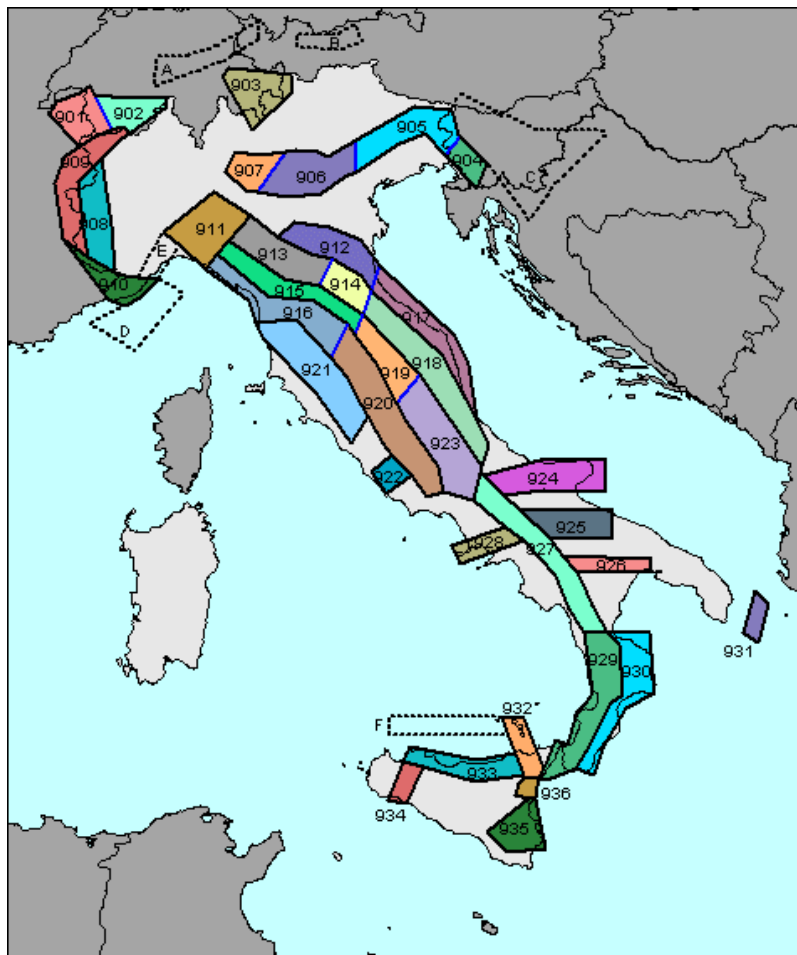




Figura 7.2/A: Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26"), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 55 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Per zone sorgente, o sismogenetiche, si intendono quelle aree che si possono considerare omogenee dal punto di vista geologico – strutturale e soprattutto cinematico.

Il nuovo modello sismogenetico usato in Italia, introdotto appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, è la cosiddetta zonazione ZS9 per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F) (Figura 7.2/A).

Per ogni zona sismogenetica è stata effettuata una stima della profondità media dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente. Si è valutato, inoltre, il grado di incertezza nella definizione dei limiti delle zone.

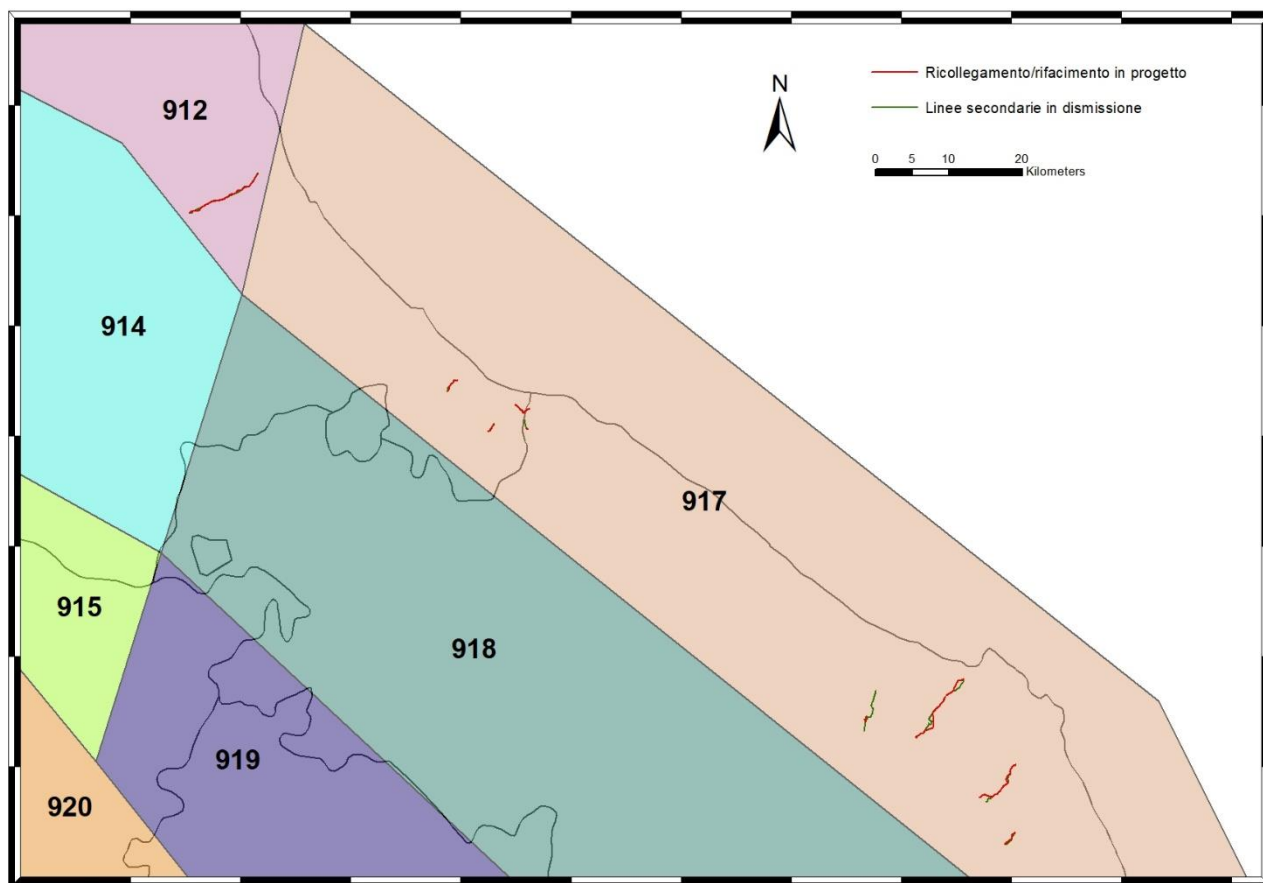


Figura 7.2/B: Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 56 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

I tracciati analizzati nel presente studio ricadono nelle zone sismogenetiche 912 (Rif. Coll. Cervia – S. Maria N.) e 917 (Figura 7.2/B). Queste rappresentano la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale (la fascia si chiude poco a sud di Porto S. Giorgio, laddove non si hanno più chiare evidenze di cinematica compressiva).

All'interno di questo settore si osserva un regime tettonico debolmente compressivo in atto, in cui strutture compressive (prevalentemente *thrust*) allineate lungo la costa o a breve distanza da essa sono responsabili della sismicità.

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. In quest'ultima, la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po).

La Tabella che segue mostra i valori delle profondità efficaci ottenute per le due zone sismogenetiche.

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
912	180	141	54	4.6	5-8	7
917	103	71	22	4.9	5-8	7



Per le zone sopra descritte è stato determinato, inoltre, il meccanismo di fagliazione prevalente, ovvero quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi.

L'assegnazione della tipologia è stata effettuata in funzione dell'angolo di *rake* sulla base del seguente semplice criterio:

<b>Meccanismo prevalente</b>		<b>Angolo di rake</b>
Diretto		>225 (-135), <315 (-45)
Inverso		>45, <135
Trascorrente	sinistro	<45, >315 (-45)
	destro	>135, <225 (-135)

Nel caso delle zone 912 e 917 è stato possibile assegnare (in modo univoco) un meccanismo di fagliazione prevalente di tipo 'inverso'.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 57 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### 7.3 Pericolosità sismica (primo livello di approfondimento)



La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo. Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale).

In generale, la valutazione della Pericolosità sismica di un sito si realizza attraverso quattro diverse fasi:

- 1) Identificazione e caratterizzazione di tutte le sorgenti di eventi sismici in grado di produrre uno scuotimento significativo al sito. La caratterizzazione delle sorgenti include la definizione di ogni geometria di sorgente e relativo potenziale sismico.
- 2) Individuazione della distribuzione di probabilità dei terremoti o relazione di ricorrenza delle sorgenti considerate, che specifica il tasso medio di superamento di un terremoto di definita magnitudo.
- 3) Valutazione dello scuotimento del suolo prodotto dagli eventi sismici attraverso le relazioni di attenuazione.
- 4) Combinazione delle incertezze per ottenere la probabilità che un parametro descrittivo dello scuotimento del terreno sia superato in un determinato intervallo temporale.

La “pericolosità sismica di base” costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e in un generico sito deve essere descritta:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/18126	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 58 di 80	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> (Figura 7.3/A).

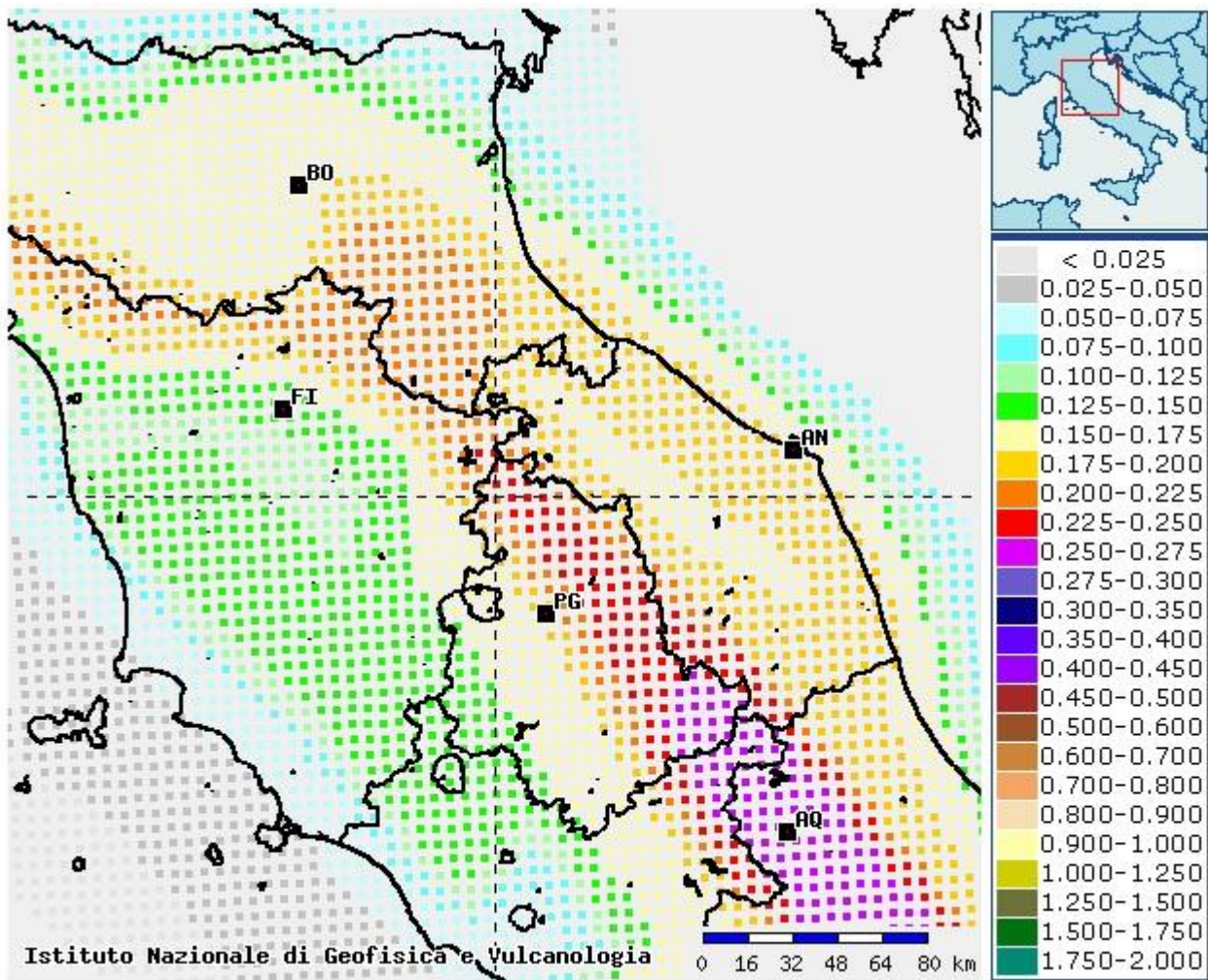




Figura 7.3/A: Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno ( $a_g$ ) con tempi di ritorno di 475 anni.

La recente normativa supera, di fatto, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e successiva O.P.C.M. n. 3316 del 2 ottobre 2003, contenente modifiche ed integrazioni alla precedente Ordinanza, per la quale i comuni del territorio nazionale erano suddivisi in quattro zone sismiche, ognuna individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 59 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica tre parametri:

- $ag$ : accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g/10);
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $Tc^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro,  $ag$ , ma dipende dalla posizione dell'opera rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame. Le accelerazioni  $ag$ , infatti, non sono più valutate genericamente sulla base dell'appartenenza ad una zona sismica del comune in cui realizzare l'opera, ma sono calcolate nell'effettiva posizione geografica del sito ove l'opera sarà realizzata. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerato dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile.



Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare 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.

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tabella 7.3/A.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

**Tabella 7.3/A: Valori minimi della vita nominale ( $V_N$ ) di progetto per diversi tipi di costruzione (Tab. 2.4.1 delle NTC 2018).**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 60 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Il coefficiente d'uso  $C_U$  è assegnato in funzione della classe d'uso in cui ricade la costruzione in progetto, in riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso.

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

A ciascuna classe d'uso – definita come sopra – è attribuito un coefficiente  $C_U$  come riportato nella tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

**Tabella 7.3/B: Valori del coefficiente d'uso  $C_U$  (Tab. 2.4.II delle NTC 2018).**



Le Norme Tecniche per le Costruzioni del gennaio 2018 definiscono le azioni sismiche di progetto a partire dalla pericolosità sismica di base in termini di accelerazione orizzontale massima attesa *ag* in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Nello specifico, il metanodotto Ravenna – Jesi DN650 (26''), DP 75 bar rientra nelle costruzioni con livelli di prestazioni ordinari, quindi con valore di vita nominale  $V_N = 50$  anni. Inoltre, trattandosi di un'opera con funzioni pubbliche importanti, la classe d'uso è la IV, caratterizzata da un coefficiente  $C_U$  pari a 2. Pertanto, dall'equazione  $V_R = V_N * C_U$ , si ottiene una vita di riferimento ( $V_R$ ) di 100 anni.

Come sopra detto, le azioni sismiche di progetto dipendono dalla probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , in funzione dello stato limite considerato.

Data l'importanza dell'opera, sono stati considerati:

- i. Stato Limite di Danno (SLD)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 61 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

ii. Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

I rispettivi valori di probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R = 100$  anni sono riportati nella Tabella 7.3/C.

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

**Tabella 7.3/C: Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato (Tab. 3.2.1 delle NTC 2018).**



Utilizzando la relazione

$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{VR}) = - C_U * V_N / \ln (1 - P_{VR})$$

è possibile calcolare i valori dei periodi di ritorno ( $T_R$ ).

Quindi, nel caso di studio, per i due stati limite considerati, si ottengono i seguenti valori di  $T_R$ :

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 62 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 7.4 Fagliazione attiva e capace

Per quanto riguarda lo stato della deformazione attiva, relativamente ai settori interessati dalle opere di progetto, le conoscenze di cui dispone la comunità scientifica risultano sintetizzate all'interno di due database principali che riguardano l'intero territorio nazionale:

- Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV)
- Database ITaly HAZard from CApable faults (ITHACA, ISPRA).

### 7.4.1 Database D.I.S.S.

Il database DISS raggruppa tutte le informazioni relative a faglie attive, pieghe attive, sorgenti sismogenetiche individuali, sorgenti sismogenetiche composite e sorgenti sismogenetiche dibattute in letteratura (Figura 7.4/A).

Gli interventi oggetto del presente studio vanno, in parte, a ricadere all'interno delle cosiddette 'sorgenti sismogenetiche composite': ITCS039 'Riminese onshore' e ITCS032 'Pesaro-Senigallia', senza però interessare le 'sorgenti sismogenetiche individuali'.

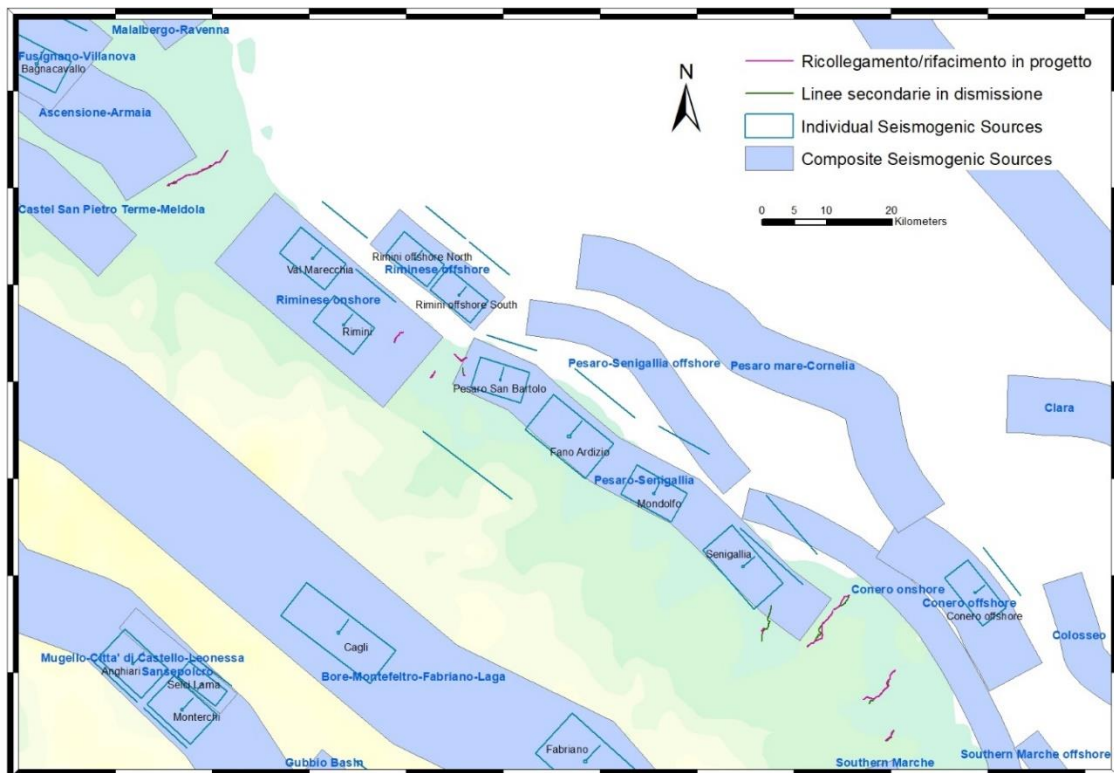




Figura 7.4/A: Stralcio database DISS versione 3.2.0 (INGV) e ubicazione delle opere.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 63 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

#### 7.4.2 Database ITHACA

Il database ITHACA, di proprietà dell'ISPRA, tiene conto invece delle faglie capaci, ovvero faglie attive che potenzialmente possono generare deformazione tettonica permanente in superficie (Figura 7.4/B).

Dall'analisi delle suddette banche dati si evince che l'area interessata dalle condotte (in progetto e da dismettere) e dai relativi impianti risulta caratterizzata dalla presenza di faglie capaci e/o elementi tettonico – strutturali interferenti con le direttrici di tracciato (Figura 7.4/B).

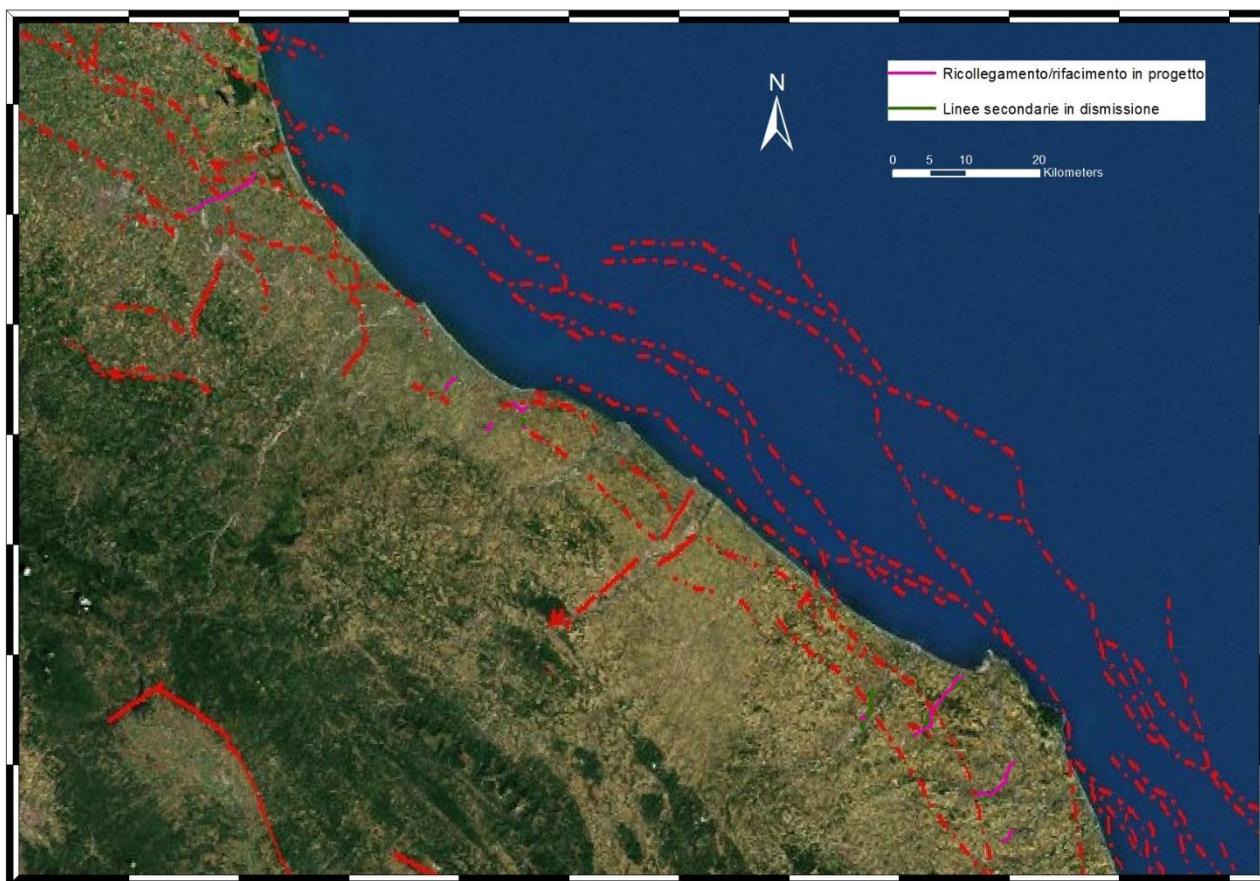




Figura 7.4/B: Stralcio database ITHACA (ISPRA) e ubicazione delle opere.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 64 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303



L'allacciamento Rif. Coll. Cervia-S. Maria N. – così come la corrispondente linea in dismissione – interseca i seguenti lineamenti tettonici (Figura 7.4/C):

Nome	Sistema	L (km)	Tipologia	Ultima attivazione	Probabilità di riattivazione
Mensa-Ravenna	Bologna-Ravenna	18	INV	Pleistocene Inferiore	Bassa
Cesenatico-Ravenna	Ravenna-Comacchio	23			



Figura 7.4/C: Stralcio database ITHACA (ISPRA) e ubicazione delle opere (Romagna centro-orientale).



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 65 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Nel settore meridionale della Regione Emilia-Romagna si segnala l'intersezione tra la linea secondaria Rif. Pot. Der. Cattolica e la linea in dismissione Der. per Cattolica-S. Giovanni in M. con la faglia inversa Monteluro, appartenente al Sistema Macerata-Coriano (Figura 7.4/D).

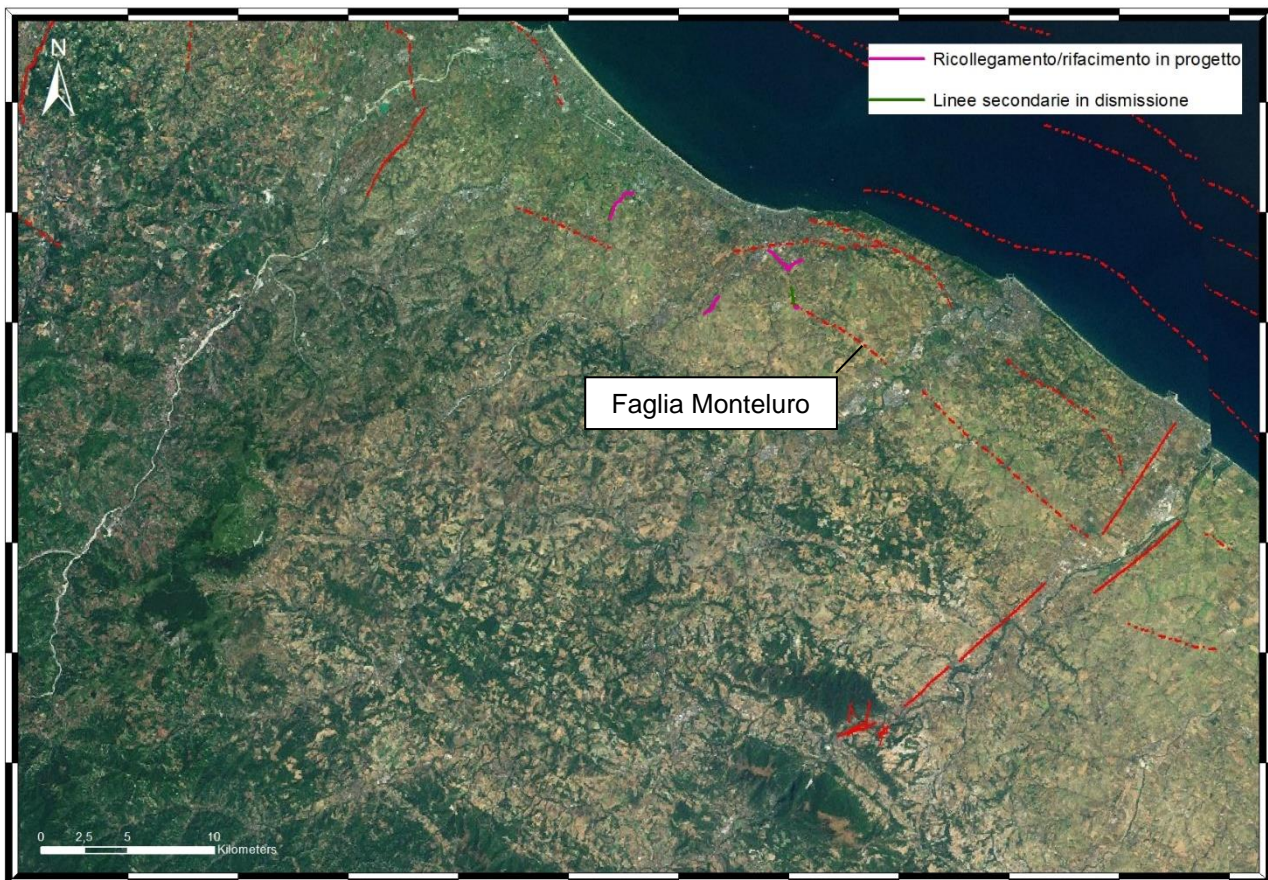




Figura 7.4/D: Stralcio database ITHACA (ISPRA) e ubicazione delle opere (Romagna meridionale).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 66 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Come si vede in Figura 7.4/E, in territorio marchigiano, l'allacciamento Rif. Der. per Ancona – e corrispettiva dismissione – interseca la faglia 'Polverigi' e la faglia 'Senigallia', entrambe a tipologia inversa e appartenenti al sistema Pesaro – Senigallia. Più a sud, la faglia 'Senigallia' rasenta il tratto occidentale della linea Rif. All. Comune di Castelfidardo, senza però intercettarla. La linea Der. per Jesi 1 tratto, in rimozione, intercetta la faglia inversa 'Monte San Vito'.

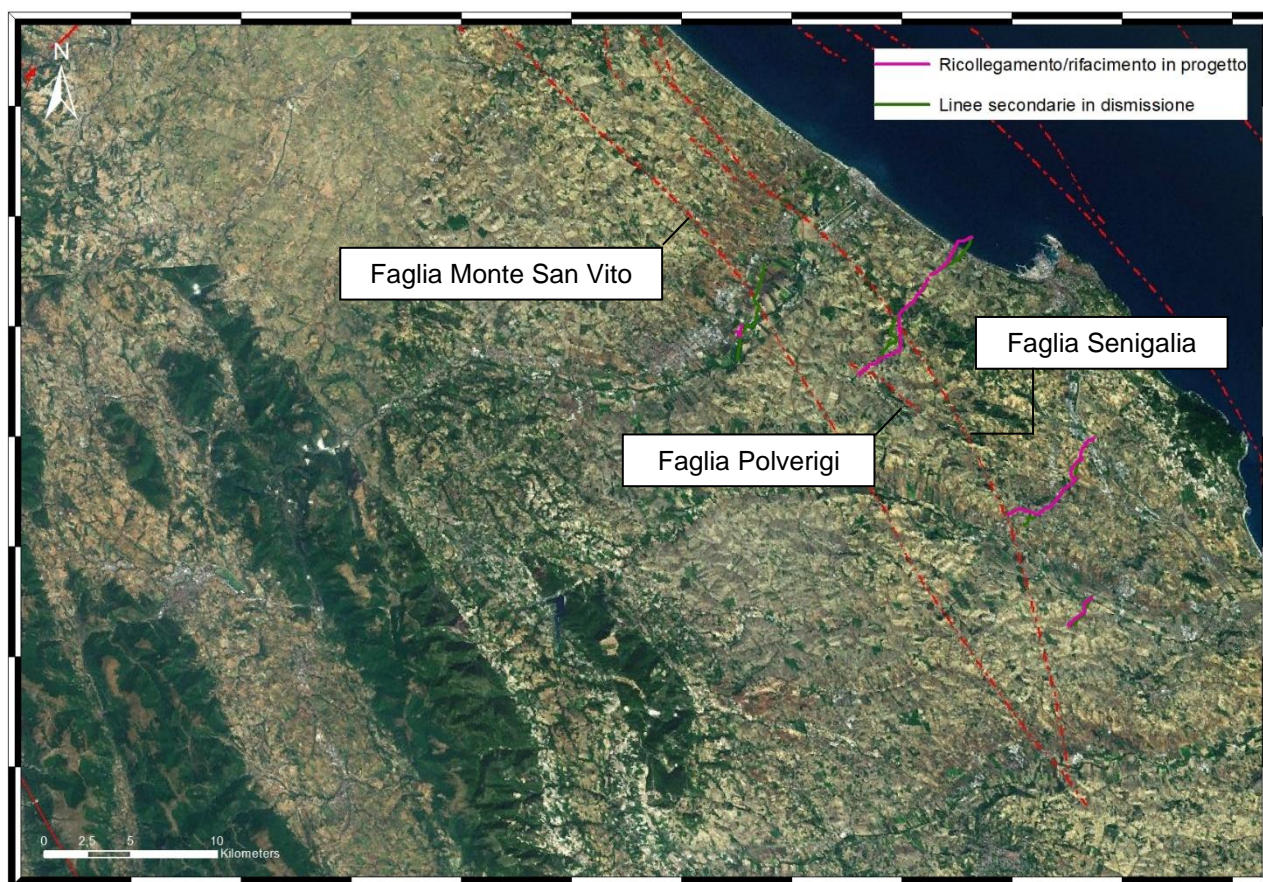




Figura 7.4/E: Stralcio database ITHACA (ISPRA) e ubicazione delle opere (Marche).

Le strutture distensive romagnole vengono interpretate come *thrust* appartenenti alle strutture sepolte del sottosuolo padano. In particolare, nella parte meridionale della Pianura Padana si possono riconoscere tre archi principali chiamati, da ovest verso est: Arco del Monferrato; Arco Emiliano; Arco Romagnolo – Ferrarese. Questi archi rappresentano, a grande scala, il limite esterno dell'Arco Appenninico settentrionale.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 67 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303



Le faglie riconosciute appartenenti al Sistema Ravenna – Comacchio – interferenti con la linea principale di progetto – sono legate ad un basso livello di sismicità di fondo, con profondità degli ipocentri superiore a 30 km. Si può supporre, inoltre, che i depositi alluvionali diffusi su tutta la pianura romagnola, attraversata dal metanodotto, agiscano in modo dispersivo nei confronti delle onde sismiche, attenuandone l'effetto sismo – indotto.

Nell'area marchigiana il tracciato interseca faglie inverse ad andamento appenninico e faglie normali ad andamento anti – appenninico. Queste ultime interessano la sequenza plio – pleistocenica, con fenomeni di innalzamento differenziato che hanno portato alla formazione di alti strutturali e pianure alluvionali, entrambi a direzione anti – appenninica.

Le strutture disgiuntive presenti nel tratto marchigiano sono, anch'esse, legate ad una bassa sismicità, con profondità superiori a 15 km dal piano campagna.

La localizzazione delle faglie, così come le caratteristiche geometriche e cinematiche ad esse riferite, portano con sé i limiti di uno studio a carattere regionale (ad ampia scala). Sarà possibile estrapolare informazioni di maggior dettaglio da analisi puntuali – supportate da un'adeguata campagna di indagini geognostiche e geofisiche – eseguite in fase di progettazione.

Infine, si potrà valutare, nel caso, la necessità di opere di mitigazione per ridurre il rischio derivante dall'attraversamento di faglie potenzialmente attive e responsabili di eventuali deformazioni sismo – indotte.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 68 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 7.5 Risposta Sismica Locale



Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della Risposta Sismica Locale (RSL) consente quindi di definire le modifiche (in termini di ampiezza, contenuto in frequenza e durata) che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali.

A seconda dei principali fenomeni fisici responsabili della modifica delle caratteristiche del moto sismico è possibile distinguere:

- amplificazioni lito – stratigrafiche, causate dalla propagazione verticale delle onde in profili di suolo con successione stratigrafica a strati piani e paralleli (effetti di sito monodimensionali) o dalla propagazione in configurazioni geologiche complesse (effetti di sito bidimensionali o tridimensionali);
- amplificazioni topografiche, causate dalla presenza di irregolarità topografiche o dalle caratteristiche geomorfologiche del sito.

In questa fase di studio si ritiene accettabile come grado di dettaglio un'analisi degli effetti di sito con approcci semplificati (secondo livello di approfondimento). In particolare, i metodi semplificati si basano sulla definizione di categorie di sottosuolo e di categorie topografiche, alle quali vengono associati dei parametri che modificano lo spettro di risposta in accelerazione del moto sismico di riferimento, relativo all'affioramento della formazione rocciosa (categoria di sottosuolo A) su superficie orizzontale (categoria topografica T1), per tener conto degli effetti stratigrafici e morfologici del sito di costruzione.

**Nota:** Non si esclude un approfondimento di terzo livello in fase di progetto esecutivo, in corrispondenza di impianti e/o punti critici del tracciato (aree soggette a fenomeni di dissesto o liquefazione, attraversamenti di faglia).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 69 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

### 7.5.1 Amplificazione stratigrafica

In condizioni stratigrafiche e morfologiche schematizzabili con un modello mono – dimensionale, con strati piano – paralleli, continui, di estensione indefinita, omogenei e con una risposta meccanica attesa lineare o debolmente non lineare, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo, in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ), così definita:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_s$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.



Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_S$  è definita dal parametro  $V_{S30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) distinguono, sulla base di parametri equivalenti, le categorie di sottosuolo riportate di seguito, a cui associano un valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica  $SS$  moltiplicativo dell'azione sismica di riferimento.

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

**Tabella 7.5/A: Categorie del sottosuolo (Tab. 3.2.II delle NTC 2018).**

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 70 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303


Le indagini di sismica attiva (MASW) effettuate lungo le linee secondarie hanno permesso di caratterizzare le aree interessate dai tracciati in termini di categorie del sottosuolo, in funzione della velocità equivalente ricavata.

Nella Tabella 7.5/B si riporta l'elenco delle prove considerate per questo studio, con l'ubicazione e i dati relativi alle velocità equivalenti e alle categorie di sottosuolo.

Nr.	Lat	Lon	$V_{S,eq}$ [m/sec]	Categoria sottosuolo
1	44,253	12,305	196	C
2	43,977	12,612	237	C
3	43,934	12,688	317	C
4	43,926	12,745	236	C
5	43,879	12,821	354	C
6	43,538	13,398	264	C
7	43,579	13,437	304	C
8	43,401	13,526	253	C

**Tabella 7.5/B: Indagini MASW lungo le linee secondarie.**

L'analisi dei microtremiti ha fornito valori di velocità equivalente, calcolati per le postazioni di indagine, compresi tra 196 m/sec e 354 m/sec. Pertanto, in riferimento alle categorie del sottosuolo definite nelle NTC2018, si può concludere che i siti indagati ricadono nella categoria C.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 71 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 7.5.2 Amplificazione topografica

Per amplificazione topografica si intendono i fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi, a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo incidente e quello rifratto (Circolare alle NTC 2008, Capitolo C.3.2.2).



Per condizioni superficiali semplici si fa riferimento alla seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 7.5/D: Categorie topografiche (Tab. 3.2.III delle NTC 2018).**

Tali categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali (creste o dorsali allungate) di altezza superiore a 30 metri; Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a  $15^\circ$ .

Le aree attraversate dalle opere in progetto sono riferibili alle categorie topografiche T1 (zone pianeggianti e/o pendii con inclinazione media  $< 15^\circ$ ) e T2 (pendii con inclinazione media  $> 15^\circ$ ).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26’’), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 72 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 7.6 Liquefazione

Il fenomeno della liquefazione interessa depositi sabbiosi e sabbioso – limosi saturi che durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico (terremoto) subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale le condizioni di stabilità non sono più garantite.

I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

- condizioni di drenaggio e grado di saturazione del deposito;
- granulometria del deposito;
- stato di addensamento;
- intensità, forma spettrale e durata delle sollecitazioni cicliche;
- stato tensionale iniziale;
- storia tensionale e deformativa del deposito;
- fenomeni di *aging*.

Durante un evento sismico vengono indotte nel terreno sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la tensione geostatica rimane invariata. In seguito a sollecitazioni cicliche, la struttura granulare del terreno tende a diventare più compatta, ma essendo molto più compressibile dell'acqua, la sollecitazione viene trasmessa all'acqua interstiziale. Se l'incremento della pressione interstiziale è tale da raggiungere il valore della tensione geostatica di confinamento, il terreno inizia a subire deformazioni, la cui entità dipende essenzialmente dal suo grado di addensamento.

Se il terreno ha una modesta densità relativa la pressione interstiziale aumenterà molto rapidamente fino a valori prossimi a quelli della tensione geostatica di confinamento e il terreno comincerà a subire grosse deformazioni, con totale annullamento della resistenza a taglio.



Diversamente, se il terreno è addensato, esso potrà avere alla fine dei cicli di carico una pressione interstiziale pari alla tensione geostatica di confinamento ma, poiché i terreni addensati si deformano con aumento di volume per il fenomeno della dilatanza, la pressione interstiziale subirà una brusca caduta e il terreno riuscirà a sviluppare una resistenza a taglio sufficiente a sostenere le sollecitazioni applicate.

Poiché la tensione geostatica aumenta con la profondità mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce, ne consegue che la resistenza alla liquefazione di un terreno cresce con la profondità. Numerose evidenze sperimentali dimostrano infatti che il fenomeno della liquefazione può generarsi fino a profondità massime di circa 20 m.

Occorre inoltre considerare che il terreno può essere soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie; in tali condizioni l'innescò del fenomeno della liquefazione è condizionato anche dal rapporto tra le tensioni di taglio indotte dalla sollecitazione sismica e quelle statiche preesistenti.

La resistenza alla liquefazione è infine influenzata dall'entità dei legami intergranulari e di cementazione connessi a fenomeni di *aging* che si sviluppano nel tempo. Inoltre la struttura di un



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 73 di 80	<b>Rev.</b> 0



Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

deposito antico è in genere più stabile per gli effetti di ripetute sollecitazioni cicliche subite nel tempo che, qualora non abbiano dato luogo a fenomeni di liquefazione, avranno prodotto un significativo incremento della resistenza a taglio ciclica.

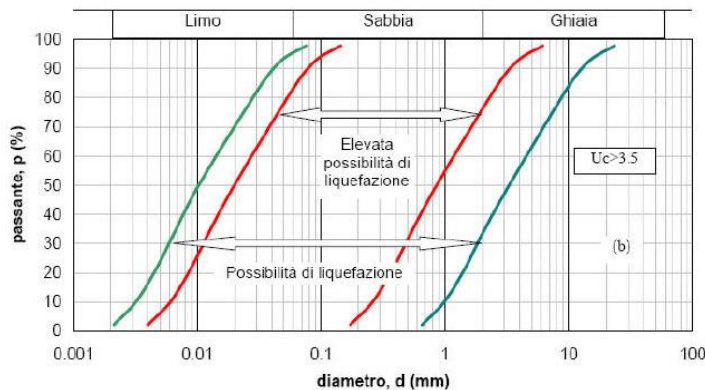
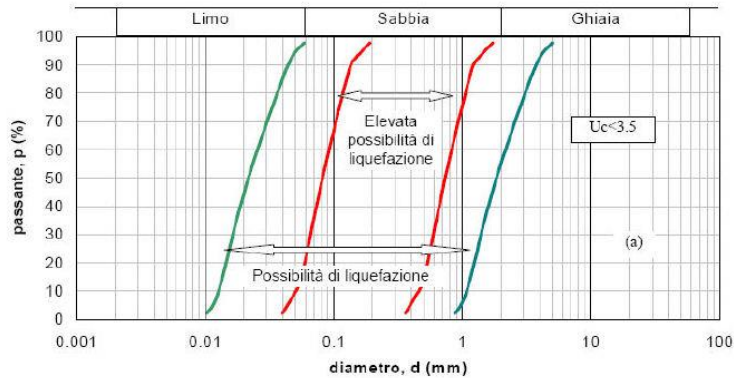
In caso di accertata liquefacibilità del terreno di fondazione occorrerà valutare le deformazioni indotte e le conseguenze delle stesse sulla funzionalità delle opere previste in progetto.

Nel D.M. 17/01/18 – *Norme tecniche per le costruzioni*, la materia è trattata approfonditamente al punto 7.11.3.4, in cui si prescrive la verifica a liquefazione ad eccezione del caso in cui sia presente almeno una delle seguenti condizioni che ne esclude la potenziale occorrenza:

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub – orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $q_c1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_c1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella **Figura 7.7/A (a)** nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_C < 3,5$  ed in **Figura 7.7/A (b)** nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_C > 3,5$ .

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 74 di 80	<b>Rev.</b> 0



Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303



**Figura 7.7/A: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.**

Nel caso oggetto di studio, in base ai dati bibliografici, in gran parte argomentati nel presente elaborato, si può asserire che le prime due condizioni non sono rispettate.

- I valori di accelerazione orizzontale massima su suolo rigido ( $a_g$ ) sono sempre superiori a 0,1g.
- Dal punto di vista idrogeologico, ampi settori di pianura sono caratterizzati da una falda sub-affiorante.


	<b>PROGETTISTA</b>  <b>TechnipFMC</b>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/18126</b>	<b>CODICE</b> <b>TECNICO</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 75 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

La condizione 3) si basa su dati geotecnici derivati da prove penetrometriche statiche e dinamiche, pertanto, in questa fase, non è possibile utilizzare questa come condizione discriminante nel procedere o meno alla verifica della possibile occorrenza di fenomeni di liquefazione.

La stessa condizione 4) fa riferimento a classi granulometriche ben definite sulla base di indagini geognostiche in sito e in laboratorio. Ad ogni modo, a livello qualitativo, possiamo dire che le informazioni bibliografiche, raccolte in merito alle caratteristiche litologiche, tessiturali e deposizionali dei terreni affioranti lungo le direttrici di tracciato, descrivono uno scenario caratterizzato da una grande eterogeneità nella distribuzione granulometrica. La presenza di depositi alluvionali diffusi, spesso con sabbie – limi prevalenti, porta alla conclusione che fenomeni di liquefazione non siano da escludere e, quindi, in fase di progettazione, sarà necessario eseguire un'analisi tarata su indagini geognostiche in situ.

Le verifiche verranno effettuate sulla base di prove penetrometriche statiche (CPT) e/o prove penetrometriche con piezocono per la misura della pressione dei pori (CPTU), al fine di determinare l'andamento del fattore di sicurezza (fs), del potenziale di liquefazione (LP) e dei cedimenti superficiali in funzione della profondità, in relazione alla pericolosità sismica di base del sito.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 76 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 8 ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

La Pericolosità Geomorfologica costituisce oggetto specifico della pianificazione dell’Autorità di Bacino che, per il territorio attraversato dalle opere in progetto e/o dismissione, abbraccia tre diversi ambiti regionali/interregionali:



- Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli (Emilia Romagna)
- Autorità di Bacino interregionale del Marecchia-Conca (Emilia Romagna e Marche)
- Autorità di Bacino della Regione Marche (Regione Marche)

Venerdì 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, entra in vigore il D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e disciplina l’attribuzione e il trasferimento del personale e delle risorse strumentali e finanziarie alle Autorità di bacino distrettuali.

L’Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli e l’Autorità di Bacino interregionale dei fiumi Marecchia-Conca confluiscono nell’Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po mentre l’Autorità di Bacino della Regione Marche confluisce nell’Autorità di Bacino distrettuale dell’Appennino Centrale (Fig. 1/A).



Figura 8.1/A: Perimetrazione dei nuovi Bacini distrettuali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/18126	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 77 di 80	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

Per quel che riguarda la pianificazione vigente, si fa riferimento all'ultimo aggiornamento degli elaborati relativi ai singoli Piani di seguito elencati:

**Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (AdB Romagna)**

Nel settore di territorio interessato delle opere in progetto, prevalentemente pianeggiante, non vi sono interferenze con aree in dissesto.

**Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (AdB Marecchia-Conca)**

Il Piano classifica le aree in dissesto in:

- **Frane Attive (Fa):** dissesti in cui sono evidenti i segni di movimento in atto o recente, indipendentemente dall'entità e dalla velocità dello stesso.
- **Frane Quiescenti (Fq):** dissesti senza indizi di movimento in atto o recente.

Le aree in dissesto sono definite come "aree da assoggettare a verifica" in quanto sono da assoggettare a specifica ricognizione e verifica in relazione alla valutazione della pericolosità dei fenomeni di dissesto; le Norme che disciplinano le attività nelle aree individuate dal PAI sono: art. 17, art. 14 co. 2 e art. 16 co.2.

**Piano Assetto Idrogeologico (AdB Marche)**

Il Piano classifica le aree in dissesto con differenti livelli di pericolosità:



- **P1- Aree di Versante a Pericolosità moderata**
- **P2- Aree di Versante a Pericolosità media**
- **P3- Aree di Versante a Pericolosità elevata**
- **P4- Aree di Versante a Pericolosità molto elevata**

e differenti livelli di rischio, individuati dalla combinazione del livello di pericolosità dei fenomeni gravitativi e dal livello di interferenza dei fattori antropici o dal valore degli elementi esposti, in relazione alla vulnerabilità degli elementi stessi:

- **R1- Aree di Versante in Dissesto a Rischio moderato**
- **R2- Aree di Versante in Dissesto a Rischio medio**
- **R3- Aree di Versante in Dissesto a Rischio elevato**
- **R4- Aree di Versante in Dissesto a Rischio molto elevato**

Le norme del PAI dell'Autorità di bacino regionale delle Marche, definiscono all'art. 12 la disciplina di intervento nelle aree di versante in condizioni di dissesto.

Tutte le interferenze dei tracciati con le aree in dissesto idrogeologico sono analizzate nelle relazioni di compatibilità idrogeologica RE-PAI-401 e RE-PAI-402.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 78 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 9 CONCLUSIONI

Gli interventi in progetto e in dismissione si sviluppano su un'area estesa con caratteristiche geologiche e morfologiche differenti, pur con alcune peculiarità ricorrenti.

In particolare, il settore emiliano – romagnolo, interessato dalle linee, si contraddistingue per una morfologia tipica di pianura, in cui – specie nella provincia riminese – sono ben rappresentate le parti terminali delle valli, dove i corsi d'acqua sboccano in pianura e le piane intravallive si allargano.

La fascia costiera è costituita da alternanze di depositi sabbiosi di cordone litorale e dune eoliche parallele alla linea di costa con intervallati limi e sabbie fini derivanti dalla deposizione in ambiente paludoso-salmastro tra un cordone e l'altro. Verso l'interno si hanno depositi alluvionali quaternari: sabbie medie, talora grossolane nell'intorno dei corsi d'acqua, e argille limose laminate nelle zone interfluviali e di palude.

Il territorio marchigiano, attraversato dagli allacciamenti, si delinea come un'area da pianeggiante a collinare, con deboli pendenze e morfologie dolci; la quota massima raggiunta è pari a circa 200 metri s.l.m. Le litologie affioranti appartengono alla successione plio – pleistocenica delle Argille Azzurre in prevalenza e a depositi quaternari continentali, particolarmente sviluppati nelle piane alluvionali, con diversi ordini di depositi e terrazzamenti più o meno evidenti.

Lo studio della sismicità strumentale e storica ha restituito uno scenario di medio – bassa magnitudo, con valori di accelerazione orizzontale massima (ag) compresi tra 0,229 e 0,237.



La consultazione dei database D.I.S.S. (INGV) e ITHACA (ISPRA) ha consentito di determinare le 'sorgenti sismogenetiche composite' entro le quali ricadono gli interventi in progetto e le faglie capaci, dove per quest'ultime si intende delle discontinuità strutturali di natura tettonica o gravitativa (es. DGPV) che siano in grado di produrre deformazioni al suolo in maniera permanente.

La localizzazione delle faglie, così come le caratteristiche geometriche e cinematiche ad esse riferite, portano con sé i limiti di uno studio a carattere regionale (ad ampia scala). Sarà possibile estrapolare informazioni di maggior dettaglio da analisi puntuali – supportate da un'adeguata campagna di indagini geognostiche e geofisiche – eseguite in fase di progettazione.

Infine, si potrà valutare, nel caso, la necessità di opere di mitigazione per ridurre il rischio derivante dall'attraversamento di faglie potenzialmente attive e responsabili di eventuali deformazioni sismo – indotte.



Le analisi di primo e secondo livello che hanno portato alla restituzione dei parametri di accelerazione orizzontale massima (ag) e delle categorie del sottosuolo e della topografia, sulla base di approcci semplificati, potranno essere implementate con approfondimenti di terzo livello in fase di progetto esecutivo, in corrispondenza di impianti e/o punti critici del tracciato (aree soggette a fenomeni di dissesto o liquefazione, attraversamenti di faglia).

A livello qualitativo, la presenza di depositi alluvionali diffusi nell'area di studio, spesso con sabbie – limi prevalenti, non esclude la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione. Per tale motivo, in fase di progettazione, sarà necessario eseguire un'analisi tarata su indagini geognostiche in situ, al fine di determinare l'andamento del fattore di sicurezza (fs), del potenziale di liquefazione (LP) e

	<b>PROGETTISTA</b>  <b>TechnipFMC</b>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/18126</b>	<b>CODICE</b> <b>TECNICO</b> -
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE</b>	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO</b> <b>RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE</b> <b>CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI</b>	Pag. 79 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

dei cedimenti superficiali in funzione della profondità, in relazione alla pericolosità sismica di base del sito.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/18126	<b>CODICE</b> TECNICO -
	<b>LOCALITA'</b> REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	<b>RE-GEO-301</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI TRATTO RAVENNA - JESI DN 650 (26''), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE – ULTERIORI ALLACCIAMENTI	Pag. 80 di 80	<b>Rev.</b> 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-303

## 10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Comune di Rimini, 2011. Piano Strutturale Comunale (PSC). Sistema ambientale e naturale. Relazione geologica.
- INGV, 2015. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani.
- INGV. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS 3.2.0).
- ISPRA. Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Fogli 223 – Ravenna, 240-241 – Forlì – Cervia, 256 – Rimini, 267 – San Marino, 268 – Pesaro.
- ISPRA. Database ITaly HAZard from CAPable faults (ITHACA).
- Mantovani E., Viti M., Babbucci D., Cenni N., Tamburelli C., Vannucchi A., Falciani F., 2013. Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco – Emiliano – Romagnolo e Val Padana.
- Mantovani E., Viti M., Babbucci D., Cenni N., Tamburelli C., Vannucchi A., Falciani F., 2014. Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco – Umbro – Marchigiano.
- Martelli G., 1993. Lineamenti geologici dell'Appennino umbro – marchigiano. Biogeographia – vol. XVII.
- Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 240-241 – Forlì – Cervia. Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – Regione Emilia – Romagna.
- Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 256 – Rimini. Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – Regione Emilia – Romagna.
- Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 268 – Pesaro. Servizio Territorio Ambiente Energia – Regione Marche.
- Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 279 – Urbino. Servizio Ambiente e Paesaggio – Regione Marche.
- Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – Regione Emilia – Romagna. Carta geologica regionale. Sezioni: 223160, 240040, 240080, 240120, 240160, 241050, 241130, 256010, 256020, 256060, 256100, 256140, 256150, 256160, 267030, 267040, 267080, 268010, 268050.
- Tutela, Gestione e Assetto del Territorio – Regione Marche. Carta geologica regionale. Sezioni: 268050, 268060, 280030, 268100, 268110, 268150, 268160, 280030, 280040, 280080, 281050, 281060, 281100, 281110, 281150, 281160, 292040, 293010, 293050, 293090, 293100, 293140, 293150, 303030.
- Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004).