

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI

LOTTO 1 - TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 4 S 0 1 D 6 9 R G G E 0 0 0 1 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	M. Sciarra	04.04.2019	R. Briganti	04.04.2019	T. Paoletti	04.04.2019	M. Comedini 10.02.2021
B	Emissione definitiva a seguito di aggiornamenti	M. Sciarra	10.02.2021	M. Sciarra	10.02.2021	T. Paoletti	10.02.2021	



File: IA4S 01 D 69 RG GE0001 001 B.docx

n. Elab.: 3-1

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4	ALLEGATI.....	7
5	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA.....	8
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
6.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA REGIONALE	11
6.2	ASSETTO STRATIGRAFICO-STRUTTURALE DEI VERSANTI COLLINARI E PIANA ALLUVIONALE DEL F. PESCARA	15
6.2.1	<i>Successione del Quaternario continentale</i>	<i>16</i>
6.2.2	<i>Successione marina del Pliocene superiore - Pleistocene.....</i>	<i>18</i>
6.3	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE	24
6.3.1	<i>Depositi Continentali Quaternari.....</i>	<i>24</i>
6.3.2	<i>Successione Marina Pliocene Superiore-Pleistocene p.p.....</i>	<i>27</i>
6.3.3	<i>Assetto strutturale.....</i>	<i>28</i>
7	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	29
7.1	MORFOLOGIA DELLA PIANA ALLUVIONALE	33
7.2	MORFOLOGIA DEI VERSANTI COLLINARI.....	34
7.3	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE.....	38
7.3.1	<i>Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali.....</i>	<i>38</i>
7.3.2	<i>Forme, processi e depositi gravitativi</i>	<i>38</i>
7.3.3	<i>Forme antropiche e manufatti</i>	<i>39</i>
7.4	ANALISI MULTI-TEMPORALE DELLA VALLE DEL PESCARA	40

8	ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	44
8.1	ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA BASSA VALLE DEL PESCARA	47
8.1.1	<i>La pianura alluvionale</i>	47
8.1.2	<i>L'alveo</i>	48
8.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE	49
8.2.1	<i>Complessi idrogeologici</i>	49
8.3	PROVE DI PERMEABILITÀ	51
8.4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO	51
9	CAMPAGNE DI INDAGINE.....	54
9.1	CAMPAGNA DI INDAGINE ITALFERR 2018-2019 E INTEGRAZIONI 2020.....	54
9.1.1	<i>Sondaggi geognostici e penetrometriche 2020</i>	54
9.1.2	<i>Sondaggi geognostici e penetrometriche 2018-19</i>	55
9.1.3	<i>Prospezioni sismiche</i>	57
9.1.4	<i>Prove di laboratorio</i>	58
9.1.5	<i>Campionamento in alveo</i>	62
9.2	INDAGINI BIBLIOGRAFICHE	63
10	SISMICITÀ DELL'AREA	64
10.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	64
10.2	SISMICITÀ STORICA	65
10.3	SORGENTI SIMOGENETICHE.....	68
10.4	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO.....	71
10.5	PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	75
10.5.1	<i>Categoria di sottosuolo e frequenza propria di sito</i>	75
10.5.2	<i>Condizioni topografiche</i>	75
10.6	MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO – ANALISI DELLE MOPS	76

11 SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI..... 79

11.1	ASPETTI GEOLOGICO-TECNICI.....	79
11.2	ANALISI DELLE CARTOGRAFIE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE (P.A.I. E P.S.D.A.).....	79
11.3	ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	83
11.4	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	83
11.4.1	<i>Analisi qualitative.....</i>	84
11.4.2	<i>Analisi semi-quantitative.....</i>	85

12 DESCRIZIONE DEI SETTORI D'INTERVENTO 92

12.1	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 0+E IL KM 1+634.....	92
12.2	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 1+634E IL KM 2+244.....	93
12.3	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 2+244 E IL KM 4+709.....	93
12.4	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 4+709 AL KM 6+500.....	94

13 CONCLUSIONI..... 96

14 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI..... 98

APPENDICE I - STRATIGRAFIE SCHEMATICHE URBANO (2014-2016)

APPENDICE II - INDAGINI INTEGRATIVE ITALFERR 2020



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
– CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	5 di 121

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'esecuzione dello studio geologico, geomorfologico e idrogeologico per la progettazione della "Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Raddoppio Pescara Porta Nuova – PM San Giovanni Teatino (Lotto 1)", sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati di sintesi previsti dal progetto stesso. In particolare il presente studio si è svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione e analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi foto-interpretativi condotti su ortofoto;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area;
- acquisizione e analisi delle indagini geognostiche disponibili e appositamente realizzate nell'area di interesse progettuale;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Le presenti note e gli elaborati cartografici ad esse allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

Il modello geologico applicativo proposto, in riferimento ad un volume geologico significativo (*sensu* NTC 2018) in cui sia possibile cogliere interrelazioni dinamiche tra la componente geologica *s.l.* e quella antropica, pone particolare attenzione alla caratterizzazione litotecnica dei terreni investigati, mediante una puntuale ricostruzione dell'assetto e delle caratteristiche litotecniche nei settori di territorio interessati dalle opere in progetto.

Gli elaborati cartografici e le relative note di riferimento sono stati redatti secondo gli *standard* metodologici più diffusi in ambito scientifico.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

"Velocizzazione della linea Roma – Pescara – Raddoppio Tratta Pescara-Chieti"		
PROGETTO PRELIMINARE (2006)		
Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IAC2 00 R 69 RG GE0000 001 A	Relazione geologica - idrogeologica	-
IAC2 00 R 69 G4 GE0001 001 A	Carta geologica con elementi geomorfologici	1:10.000
IAC2 00 R 69 F4 GE0001 001 A	Profilo geologico	1:10.000
IAC2 01 R 69 W4 GE0001 001 A	Sezioni geologiche trasversali	1:10.000

“Velocizzazione della linea Roma – Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Raddoppio Pescara Porta Nuova – PM San Giovanni Teatino (Lotto 1)”

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO – ECONOMICA (2018)

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IA4R 01 R 69 RG GE0001 001 A	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	-
IA4R 01 R 69 N5 GE0001 001 A	Carta geologica con profilo geologico Tav. 1/2	1:5000/500
IA4R 01 R 69 N5 GE0001 002 A	Carta geologica con profilo geologico Tav. 2/2	1:5000/500
IA4R 01 R 69 PR GE0005 001 A	Prove geotecniche di laboratorio	-
IA4R 01 R 69 IG GE0005 001 A	Relazione geofisica	-
IA4R 01 R 69 SG GE0005 001 A	Indagini geognostiche e prove in situ	-
IA4R 00 R 69 RH GE0005 001 A	Monitoraggio piezometrico	-

Dal punto di vista normativo si è fatto riferimento:

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni”
- O.P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”
- Circ. Min. II.TT. 21/01/2019 n. 7, “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17/01/2018”



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	7 di 121

4 ALLEGATI

A corredo della presente relazione sono stati elaborati i seguenti documenti:

“Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Raddoppio Pescara Porta Nuova – PM San Giovanni Teatino (Lotto 1)” PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA		
Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IA4S 01 D 69 G5 GE0005 001 B	Carta ubicazione indagini	1:5.000
IA4S 01 D69 N5 GE0001 001 B	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav 1/2	1:5.000/500
IA4S 01 D69 N5 GE0001 002 B	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav 2/2	1:5.000/500
IA4S 01 D69 N5 GE0002 001 B	Carta dei complessi idrogeologici e profilo idrogeologico Tav. 1/2	1:5.000/500
IA4S 01 D69 N5 GE0002 002 B	Carta dei complessi idrogeologici e profilo idrogeologico Tav. 2/2	1:5.000/500
IA4S 01 D69 PR GE0005 001 A	Prove geotecniche di laboratorio - Sondaggi S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S8n	-
IA4S 01 D69 PR GE0005 002 A	Analisi granulometriche da Nspt e pozzetti di idraulica	-
IA4S 01 D69 IG GE0005 001 A	Report indagini geofisiche - MASW, sismica a rifrazione e geoelettrica	-
IA4S 01 D69 IG GE0005 002 A	Report indagini geofisiche integrative SCPTU e HVSR	-
IA4S 01 D69 SG GE0005 001 A	Relazione generale - Indagini geognostiche, prove in situ e campionamenti	-

5 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca a ridosso della costa adriatica (Figura 5-1) e, più precisamente, nell'estremo settore nord-orientale della Regione Abruzzo; essa è posta in corrispondenza di una porzione della linea ferroviaria Roma-Pescara che si estende per una lunghezza di circa 6,5 km, in direzione all'incirca NE-SO. L'area esaminata, compresa tra le province di Pescara e Chieti, si snoda in direzione NNO-SSE attraversando i comuni di Pescara e S. Giovanni Teatino. Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studi è individuabile all'interno del Foglio 141 "Pescara" in scala 1:100.000, nelle Tavole 141 II NO (Pescara), 141 III NE (Spoltore), 141 III SE (Chieti) in scala 1:25.000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Abruzzo, negli elementi 35112, 351151, 351154, 351153 e 351142 in scala 1:5.000.

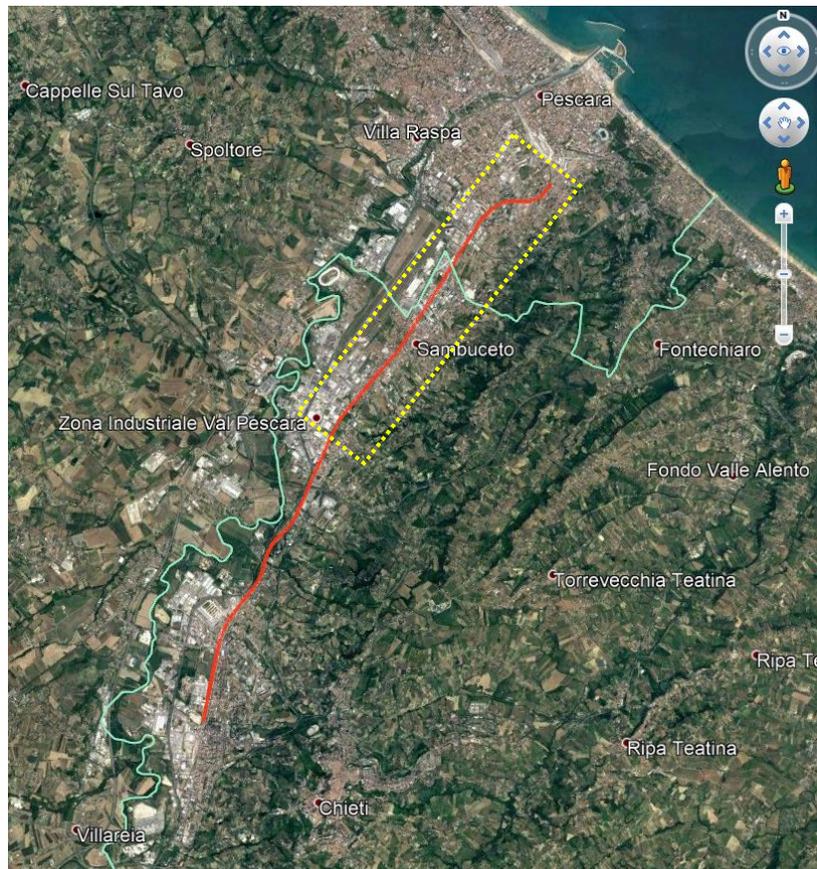


Figura 5-1. Ubicazione del tracciato di progetto (in rosso) con indicato il Lotto 1 (in giallo; da Google Earth)

Dal punto di vista orografico, il tracciato impegna settori di territorio appartenenti alla piana alluvionale del fiume Pescara, a quote comprese tra circa 8 m s.l.m. e 20 m s.l.m.. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio si caratterizza per la presenza di ampi settori pianeggianti o sub-pianeggianti riconducibili alla piana alluvionale del fiume Pescara che ne costituisce il principale elemento idrografico e il cui corso costeggia il tracciato ferroviario in esame. Oltre il Pescara sono presenti altri corsi d'acqua, a carattere generalmente stagionale e/o torrentizio, e numerosi solchi da ruscellamento concentrato, attivi solo in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi (F.so Cavone e F.so S. Antonio).

6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'ambito del sistema orogenico appenninico, i rilievi della fascia pedemontana-collinare e costiera abruzzese si collocano nella zona di avanfossa adriatica. L'Appennino è comunemente interpretato come un sistema catena-avanfossa-avampaese a pieghe e sovrascorrimenti a vergenza orientale, espressione locale del complesso orogenico peri-mediterraneo (sistema Alpino-Appenninico-Maghrebide) originatosi a seguito dei processi di convergenza tra le placche africana ed europea (Carminati et al., 2004; Parotto & Praturlon, 2004; Patacca & Scandone, 2007). A partire dal Cretacico, tali processi hanno causato la deformazione dei margini di placca originariamente separati dall'Oceano Tetide, la conseguente chiusura dell'Oceano (ambiente ensialico) e la successiva formazione dell'Appennino nell'intervallo tardo Oligocene-Pleistocene (es. Beltrando et al., 2010 e relativa bibliografia). La strutturazione di quest'edificio è ben documentata dall'età dei depositi silicoclastici testimonianti le prime fasi di smantellamento dell'orogene (SGI, 1963; Boccaletti et al., 1986, 1990; Bigi et al., 1992). L'orogenesi appenninica ha così coinvolto successioni triassico-mioceniche appartenenti a differenti domini paleogeografici e sviluppatesi sul margine passivo meridionale della Tetide (paleomargine di Adria) (Ben Avraham et al., 1990; Patacca & Scandone, 2007).

L'Abruzzo è ubicato nell'Appennino centro-orientale. I settori fisiografici regionali identificati in settore montano, pedemontano-collinare e settore costiero procedendo da occidente verso oriente, sebbene generalizzati in termini di scala spaziale, corrispondono ai principali domini geologici dell'Appennino Centrale (Guzzetti & Reichenbach, 1994; Piacentini & Miccadei, 2014; Figura 6-1).

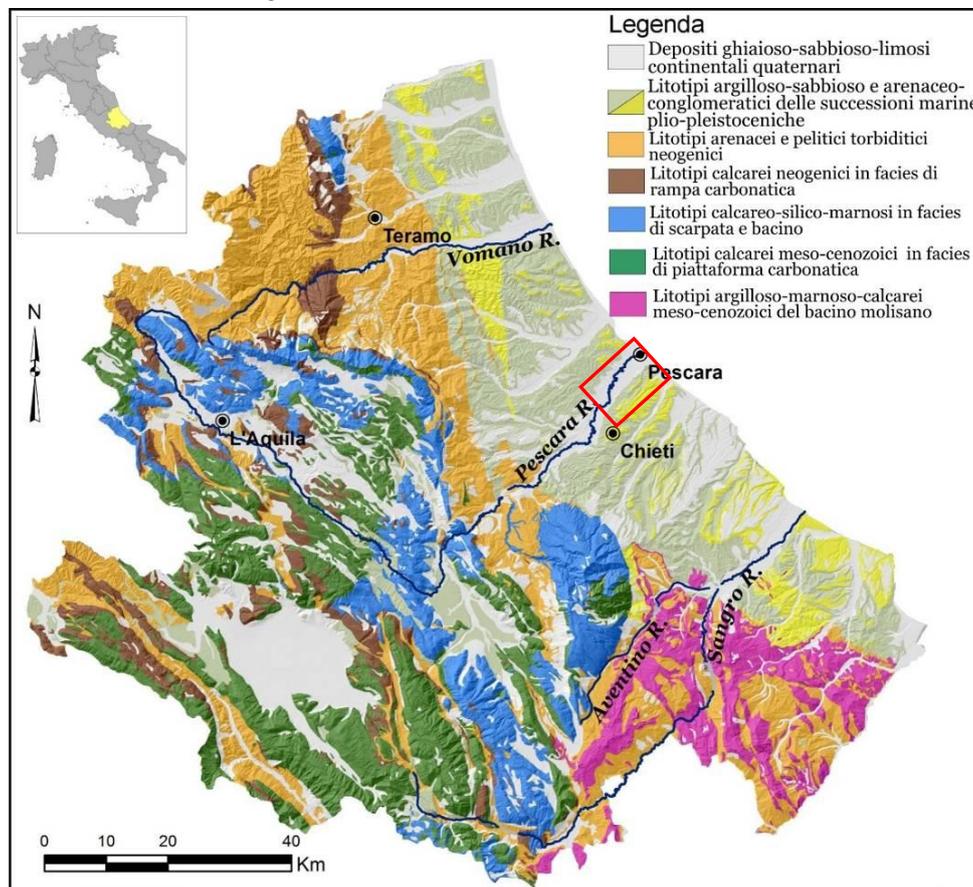


Figura 6-1. Schema litologico semplificato della Regione Abruzzo (Sciarra, 2016). In rosso l'area d'intervento

L'area di catena è caratterizzata da litotipi carbonatici riferibili a successioni mesozoiche di piattaforma carbonatica, scarpata e bacino, che costituiscono i rilievi montuosi, da litotipi argilloso-arenacei di successioni torbiditiche neogeniche, affioranti nelle valli principali, e da depositi continentali quaternari, essenzialmente conglomeratici, sabbiosi e limosi, che colmano le principali depressioni intermontane e le principali valli. Dal punto di vista geologico-strutturale l'area è costituita da una struttura a falde embricate che ha determinato la sovrapposizione di potenti successioni di litotipi carbonatici riferibili a differenti domini paleogeografici: piattaforme carbonatiche, scarpate e bacini pelagici. Durante il Neogene una fase tettonica compressiva ha portato alla messa in posto dei principali sistemi di sovrascorrimenti nell'area di catena coinvolgendo progressivamente nell'accavallamento anche litotipi argilloso arenacei miocenici di avanfossa. L'assetto strutturale è costituito da sovrascorrimenti a vergenza E e NE che determinano la sovrapposizione di litotipi di natura calcarea che costituiscono i principali rilievi su litotipi arenaceo-argillosi affioranti lungo le valli (Parotto & Praturlon, 1975; Patacca & Scandone, 1989; Cipollari et al., 1997; Vezzani & Ghisetti, 1997; Calamita et al., 2002; Patacca & Scandone, 2007). Successivamente a partire dal Pliocene superiore si è sviluppata una attività tettonica distensiva, accompagnata da un sollevamento generalizzato (Dramis, 1992; D'Agostino et al., 2001; Mayer et al., 2003; Pizzi, 2003). Nel settore di catena si sono sviluppati importanti sistemi di faglie dirette a direzione NW-SE e N-S con rigetti molto elevati che bordano le principali dorsali e hanno portato alla formazione di ampie conche intermontane colmate parzialmente da successioni di depositi continentali quaternari conglomeratici, sabbiosi e limosi (Demangeot, 1965; Bosi et al., 1993; Cavinato et al., 1994; Vezzani & Ghisetti, 1997; Ascione & Cinque, 1999; Calamita et al., 2000; Pizzi & Scisciani, 2000; Cavinato et al., 2002; D'Alessandro et al., 2003).

I rilievi della fascia pedemontana-collinare sono impostati su litotipi terrigeni essenzialmente arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei, con intercalazioni di orizzonti conglomeratici (Centamore et al., 1992; Farabollini, 1995). Questi hanno età riferibile all'intervallo che va dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore e rappresentano il riempimento di bacini di avanfossa e di *piggy-back* e depositi emipelagici che chiudono la sedimentazione marina nel Pleistocene inferiore con una sequenza regressiva di litotipi argillosi, sabbiosi e conglomeratici (SGI, 1963; Ori et al., 1991; Bigi et al., 1995; Cantalamessa & Di Celma, 2004). L'area è caratterizzata dalla presenza di ampie coltri di depositi continentali quaternari che affiorano in prevalenza lungo le principali valli fluviali e in misura minore lungo i versanti dei rilievi principali. Essi sono costituiti prevalentemente da depositi fluviali e di conoide alluvionale disposti in diversi ordini di terrazzi ben noti in letteratura (Castiglioni, 1935; Lipparini, 1939; Demangeot, 1965; Farabollini, 1995; Vezzani & Ghisetti, 1997; D'Alessandro et al., 2008; Della Seta et al., 2008).

Le successioni arenaceo-pelitiche torbiditiche mio-plioceniche sono disposte in strutture a pieghe più o meno ampie e sono sovrascorse verso ENE; le successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche plio-pleistoceniche sono disposte generalmente in assetto monoclinale con deboli inclinazioni verso nord-est. Solo nei settori più occidentali a ridosso della catena appenninica si riscontrano successioni carbonatiche meso-cenozoiche in assetto tettonico complicato per la presenza di importanti sistemi di accavallamento.

Nel corso del Pleistocene tutta la fascia periadriatica è interessata da forti sollevamenti. Diversamente rispetto all'area di catena si sono sviluppate faglie dirette, anch'esse a direzione da appenninica a SW-NE, ma in genere con rigetti modesti (Farabollini, 1995; Ori et al., 1991; Coltorti et al., 1996; Centamore & Nisio, 2003; Farabollini et al., 2004; D'Alessandro et al., 2008; Della Seta et al., 2008).

La fascia costiera è caratterizzata da costa bassa (per circa 99 km) con una piana costiera di ampiezza variabile fino a circa 2 km impostata in depositi sabbiosi di spiaggia o in depositi alluvionali e localmente lacustri-palustri; nel settore centro-meridionale (tra Ortona e Vasto) si individuano tratti di costa alta (per circa 26 km) impostata su litotipi sabbioso-arenacei e conglomeratici plio-pleistocenici su cui poggiano lembi di depositi di spiaggia sabbioso-ghiaiosi attuali (Miccadei et al., 2011a).



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
– CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	11 di 121

6.1 Evoluzione geologica regionale

L'evoluzione diacronica del sistema catena-avanfossa-avampaese ha portato, in Appennino centrale, alla giustapposizione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici, sviluppatasi lungo il margine meridionale della Tetide, e alla successiva formazione di cunei di depositi silicoclastici neogenici, che hanno scandito la progressione della deformazione a vergenza adriatica. Il segmento abruzzese dell'Appennino centrale può essere differenziato rispetto ai segmenti settentrionali e meridionali in ragione dell'entità dei raccorciamenti subiti dalle varie unità paleogeografiche e dalla storia evolutiva in generale.

L'Appennino centrale è delimitato convenzionalmente dalla linea tettonica "Olevano-Antrodoco-Monti Sibillini" al margine nordoccidentale e dalla linea tettonica "Voturno-Sangro" sul fronte meridionale. Queste costituiscono discontinuità tettoniche di primo ordine caratterizzate da una complessa sequenza di movimenti deformativi che mettono a contatto facies di differente pertinenza paleogeografica.

L'evoluzione dell'Appennino centro-orientale è intimamente connessa alla geodinamica della porzione settentrionale del Promontorio Africano (*Auct*), dapprima coinvolta nelle fasi di apertura dell'Oceano della Tetide, poi in quelle di obliterazione dell'Oceano Ligure – Piemontese e della collisione fra la placca africana e quella europea, fino alla fase post-orogena (Bigi et al. 1997; Bally et al., 1986; Bolis et al., 2003; ISPRA, 2010b).

Durante il processo di apertura della Tetide si è sviluppata un'importante fase tettonica distensiva avente come peculiarità l'assottigliamento della crosta continentale del già citato Promontorio Africano; questo processo ha trovato i suoi attori principali in faglie listriche normali sub-parallele al margine continentale esistente, che spesso venivano accompagnate da dislocazioni lungo faglie trasversali e oblique al margine stesso (ISPRA, 2010b).

E' proprio durante questa prima fase tettonica di ampio respiro che si cominciano a intravedere i caratteri dei domini paleogeografici che andranno a costituire la struttura portante del futuro edificio appenninico (Bigi et al., 1997).

A partire dal Miocene superiore, la geometria della catena, caratterizzata da una struttura a pieghe e sovrascorrimenti, è stata notevolmente modificata dalla tettonica estensionale, dall'attività vulcanica, dalla subsidenza dell'avampaese e dal risultante assottigliamento crostale e conseguente formazione di crosta oceanica (con uno spessore di circa 10 km) nel Mar Tirreno meridionale.

L'area oggetto di studio si colloca nel settore più orientale dell'area abruzzese esterna. I depositi affioranti corrispondono alla successione silicoclastica del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore (Formazione di Mutignano), in discordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio-superiore p.p. I depositi affioranti si collocano temporalmente dopo l'ultima fase di migrazione verso l'avampaese del fronte deformativo e del depocentro torbiditico pliocenico (SGI, 1963, 1970; Crescenti et al., 1980; ISPRA, 2010b).

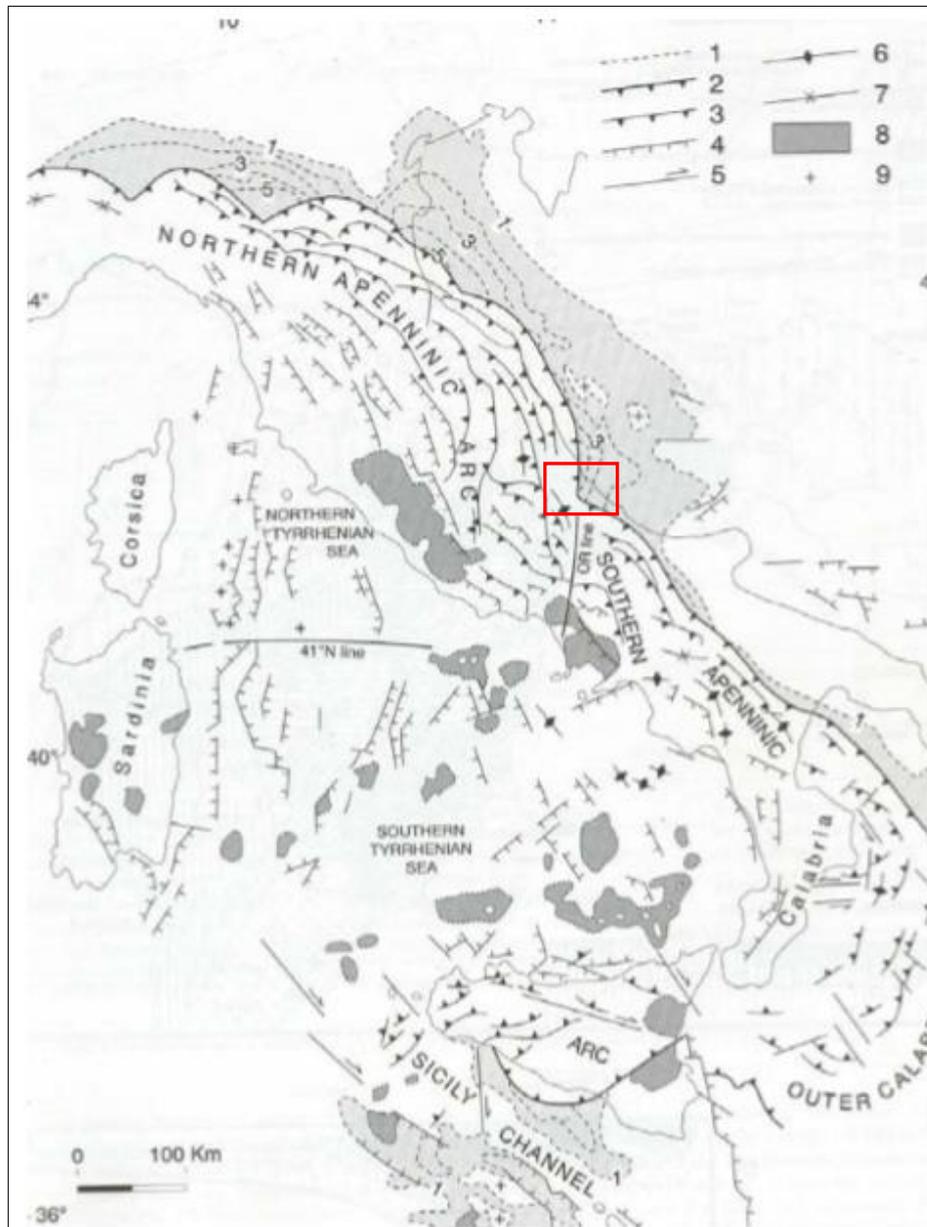


Figura 6-2. Carta strutturale degli Appennini e del mar Tirreno (Da Vai & Martini, 2001). In rosso l'area di studio

Attualmente i tassi di convergenza Nord-Sud della placca africana sono ≤ 0.7 mm/anno (Ward, 1994), mentre quelli estensionali Est-Ovest, stimati dall'attività storica delle faglie normali, risultano > 2.3 mm/anno (Westway, 1992).

Dati stratigrafici e strutturali (Patacca & Scandone, 1989; Cavinato & De Celles, 1999; Ghisetti & Vezzani, 2002) indicano che lo *stretching* crostale del mar Tirreno e l'estensione nelle aree interne peri-tirreniche sono circa contemporanei al raccorciamento della zona esterna della catena appenninica nelle aree adriatiche. Lo stesso trend è stato registrato dalla sismicità attuale (Frepoli & Amato, 1997).

Come evidenziato in precedenza, l'Appennino centrale è costituito da un sistema a pieghe e sovrascorrimenti, caratterizzati da andamento arcuato e vergenza verso N-E. Queste strutture danno origine ad una serie di unità tettoniche sovrascorse le une sulle altre e distinte sulla base dei caratteri stratigrafici, dei tempi, e delle modalità di deformazione e dei rapporti geometrici. Alcuni Autori hanno interpretato la geometria della catena secondo uno stile deformativo pellicolare (ad es. Bally et al., 1986; Cosentino & Parotto, 1991); secondo altri invece rimane coinvolto nella deformazione anche il basamento (ad es. Calamita et al., 1991). Le successioni sedimentarie coinvolte, riferibili all'intervallo Trias superiore-Pliocene inferiore, sono costituite da depositi carbonatici sia di piattaforma che di bacino, ricoperti in discordanza da depositi trasgressivi affioranti diffusamente nell'area periadriatica. Nel corso degli anni sono stati proposti vari quadri paleogeografici considerando un numero di piattaforme alquanto vario. La tendenza attuale è quella di tenere separata una piattaforma Laziale-Abruzzese dal dominio Apulo (Mostardini & Merlini, 1986).

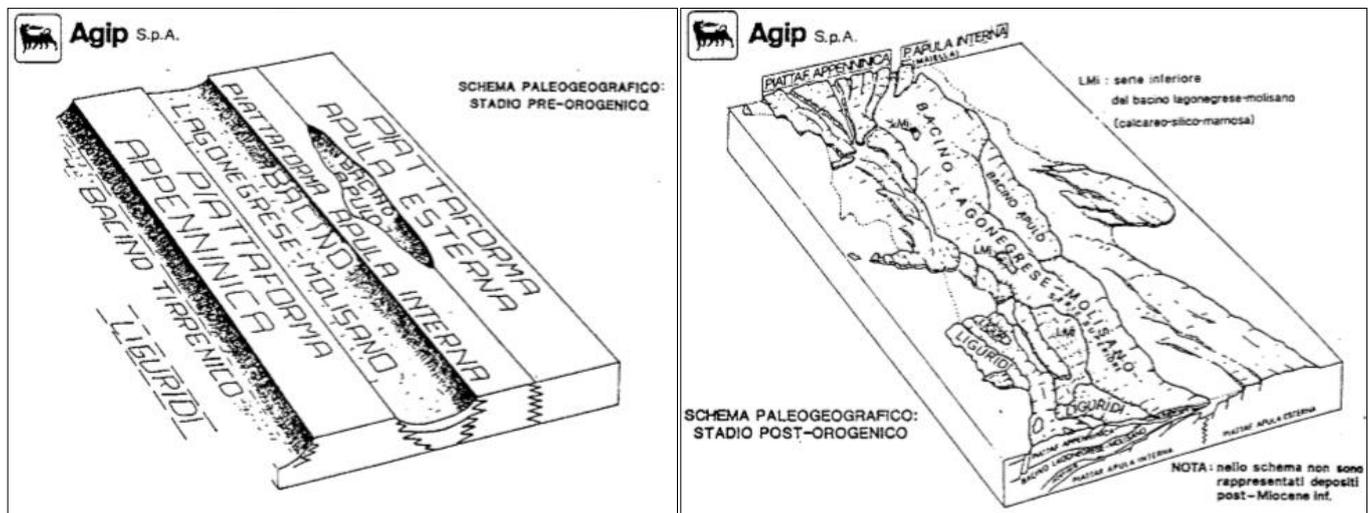


Figura 6-3. Schemi paleogeografici pre e post-orogenesi per l'Appennino centro-meridionale (Da Mostardini & Merlini, 1986)

I caratteri principali delle unità tettoniche della catena abruzzese possono essere sintetizzati nel seguente modo:

- Unità dei Monti Sibillini: è l'unità più occidentale e geometricamente più elevata dell'intero sistema a thrust. Essa è rappresentata da una successione stratigrafica di bacino pelagico, compresa tra il Trias superiore ed il Miocene (successione Umbro-Marchigiana), delimitata verso est dal fronte di sovrascorrimento che ne realizza la sovrapposizione tettonica sull'unità della Laga a nord e del Gran Sasso a sud.
- Unità del Gran Sasso: è delimitata da un sovrascorrimento arcuato che presenta il tratto meridionale a direzione Nord-Sud e quello settentrionale ad andamento Est-Ovest. La successione carbonatica affiorante lungo il settore frontale, è costituita dalle dolomie e dai calcari dolomiti di piattaforma del Trias superiore e del Lias inferiore ai quali seguono i termini della successione di transizione del Lias medio - Miocene p.p. ed i depositi di avanfossa del Messiniano.
- Unità della Laga: costituisce il *footwall* sia dell'Unità dei M. ti Sibillini che di quelle del Gran Sasso e del Morrone. In essa affiorano diffusamente i depositi torbiditici silicoclastici messiniano costituenti il Bacino della Laga.
- Unità Morrone-Porrara-Maiella: costituisce il *footwall* dell'Unità della Laga in contatto tettonico attraverso il sovrascorrimento di Teramo.

- Unità esterne (Casoli - Bomba): sono ricoperte in discordanza dalla successione del Pliocene inferiore p.p.-Pleistocene inferiore e, verso sud, dalle Unità Molisane.
- Unità alloctone Molisane: si rinvergono al di sopra dell'Unità Casoli-Bomba e costituiscono le unità alloctone.

L'area pede-appenninica abruzzese è caratterizzata dalla presenza della successione silicoclastica del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore-medio (Formazione Mutignano) discordante sulle strutture della catena nel settore occidentale (Unità Maiella-Unità Casoli) ed in concordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio nel settore orientale, il quale rappresenta l'avampaese adriatico (Donzelli, 1987; Crescenti, 1971; Scisciani et al., 2000; Calamita et al., 2002).

Pieghe e sovrascorrimenti (strutture del Gran Sasso, dei M.ti Sibillini, del M.te Morrone e della Maiella) coinvolgono, in questo settore frontale della catena, la successione carbonatica triassico-miocenica di piattaforma e bacino pelagico, i depositi messiniani evaporitici e silicoclastici di avanfossa nonché quelli silicoclastici del Pliocene inferiore di avanfossa o di bacino satellite. Ad oriente della linea Volturmo-Sangro (Ghisetti & Vezzani, 1997), affiora l'alloctono molisano-sannitico, traslato al di sopra dei depositi di avanfossa infra-pliocenici e coinvolto nelle pieghe e nei sovrascorrimenti che deformano la sottostante successione della piattaforma carbonatica apula.

Come evidenziato anche da dati di sottosuolo, dette strutture sono sigillate, progressivamente verso est, dalla successione tardo-postorogenica della Formazione Mutignano (Casnedi et al., 1981; Scisciani et al., 2000; Calamita et al., 2002). Quest'ultima risulta quindi aver registrato il *tilting* che ha coinvolto tutta la formazione stessa, connesso al sollevamento. Questo ha portato allo sviluppo nella Formazione Mutignano dell'assetto monoclinale con immersione a NE e con pendenza progressivamente decrescente verso la linea di costa, ove l'associazione conglomeratica della Formazione stessa, che chiude la sedimentazione marina, mostra una pendenza di 3°-5°.

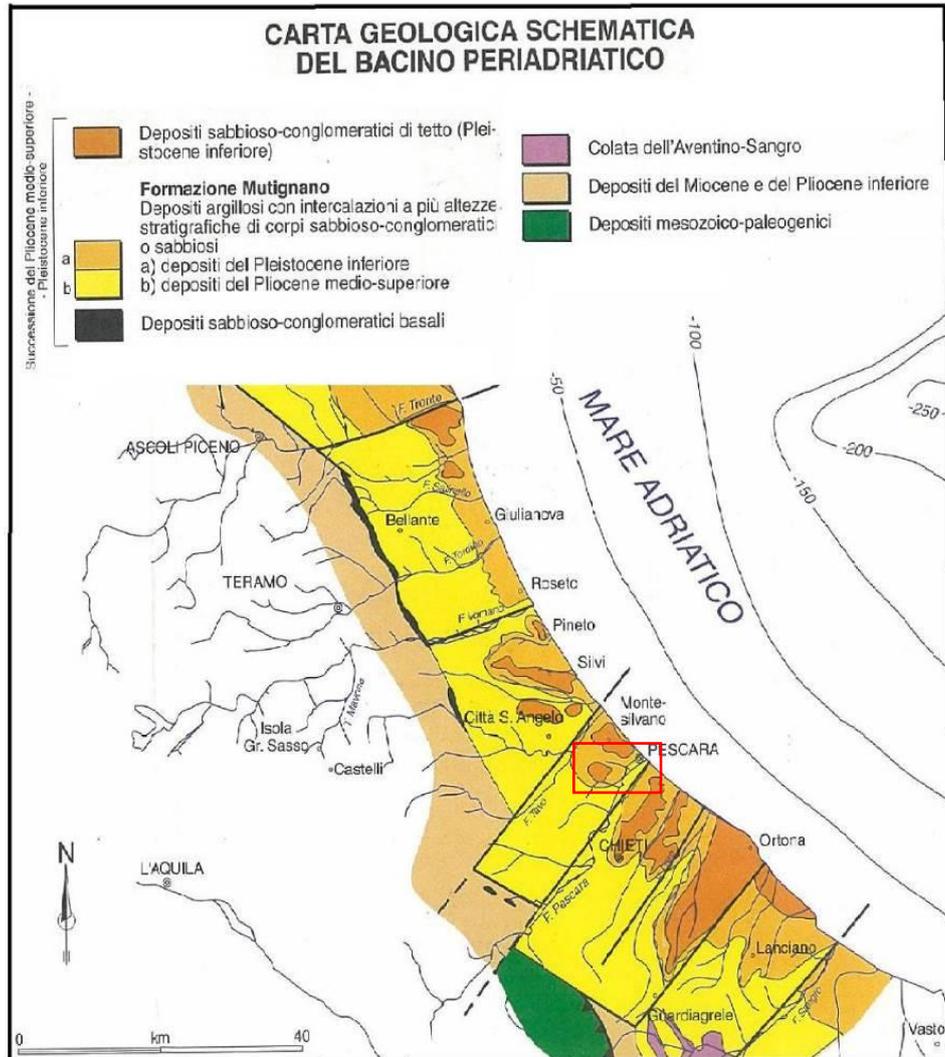


Figura 6-4. Carta geologica schematica del bacino periadriatico nell'area compresa tra la dorsale meridionale marchigiana ed il Fiume Sangro (modificata Da Bigi et al., 1997). In rosso l'area di studio

6.2 Assetto stratigrafico-strutturale dei versanti collinari e piana alluvionale del F. Pescara

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o appositamente realizzate per il presente studio.

In Figura 6-7 è riportato uno stralcio della Carta Geologica d'Italia – Scala 1:50.000 Foglio 351 "Pescara". Come si evince dalla cartografia, i depositi che caratterizzano superficialmente l'area di studio appartengono alla Successione del Quaternario continentale e, nel primo sottosuolo, alla Successione marina del Pliocene superiore – Pleistocene inferiore (Crescenti et al., 1980; Ori et al., 1991; Nisio, 1997; ISPRA, 2010b).

In riferimento alle Note illustrative dello stesso foglio della cartografia geologica (ISPRA, 2010b), le formazioni affioranti sono così descritte, partendo dalla più giovane.

6.2.1 Successione del Quaternario continentale

I depositi della successione post-orogena del Quaternario continentale affiorano diffusamente in tutta l'area di studio e sono riferibili principalmente ad ambienti fluviali e di conoide alluvionale, ad ambienti di spiaggia e, in minor misura, a depositi di versante. Le unità sono state, inoltre, suddivise in *litofacies* riferibili ad ambienti genetici diversi, che sono descritte di seguito:

- depositi di frana (olo_{a1}): affiorano nella fascia collinare del territorio di Pescara e sono caratterizzati da materiali pelitici e pelitico-sabbiosi, che derivano dalla deformazione dei litotipi dell'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa); dove le frane hanno coinvolto l'associazione sabbioso-pelitica (FMTc) e l'associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd) della parte sommitale della formazione di Mutignano o i depositi alluvionali terrazzati, i materiali di frana possono contenere blocchi sabbioso-arenacei e sabbioso-conglomeratici;
- depositi alluvionali (olo_b): affiorano lungo il fondovalle del fiume Saline e sono costituiti da sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe, alternate a conglomerati e sabbie. Le ghiaie sono costituite da clasti di dimensioni da decimetriche a centimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi. Alcune piccole conoidi alluvionali sono ubicate nella parte inferiore di corsi d'acqua di minore estensione, al passaggio tra i versanti collinari e le piane alluvionali, o al passaggio tra i versanti collinari e la piana costiera in corrispondenza di piccoli bacini idrografici che drenano direttamente verso il mare. Sono formati da alternanze di sabbie, ghiaie e limi in lenti e strati di spessore decimetrico o metrico. Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con i subsistemi più antichi, nella maggior parte dell'area con il subsistema di Chieti scalo, o con le unità della successione marina. Lo spessore di questi depositi è modesto (intorno a qualche metro) nei settori interni delle valli dove i corsi d'acqua arrivano a incidere i depositi argillosi riferibili alla formazione di Mutignano ed aumenta verso mare fino a 10-20 m (in queste aree tuttavia non è stata osservata direttamente la base dei depositi);
- coltre eluvio-colluviale (olo_{b2}): una coltre eluvio-colluviale di spessore variabile fino a oltre 10 m ricopre estesamente i depositi riferibili alla successione marina ed ai diversi sistemi e subsistemi del Quaternario continentale. Si rinviene con spessori maggiori alla base dei versanti, sulla superficie dei terrazzi alluvionali e nel fondo delle vallette minori. È costituita da limi, limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri a giallastri a bruno-rossastri con clasti centimetrici arenacei e calcarei dispersi all'interno di materiali fini residuali; a luoghi sono presenti abbondanti concrezioni nodulari di carbonato di calcio. La struttura interna è caotica o con accenni di stratificazione mal definita e discontinua. Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con i sistemi del Quaternario continentale, o con le unità della successione marina. Lo spessore dei depositi è variabile, da qualche metro a oltre 10 m;
- depositi di spiaggia (olo_{g2}): I depositi di spiaggia affiorano con continuità lungo tutto il litorale, con un'ampiezza trasversale dell'ordine di 1 km. Costituiscono gran parte della piana costiera e sono interessati da una intensa antropizzazione; solo in una fascia variabile tra poche decine di metri e 100 m costituiscono la spiaggia attuale. La continuità di tali depositi lungo il litorale è interrotta unicamente dalla foce dei principali corsi d'acqua. I depositi sono costituiti da sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o addensate. Lo spessore non è valutabile da un'analisi di superficie ma non dovrebbe superare i 10 m.

I depositi fluviali e di conoide alluvionale sono organizzati in terrazzi di diversi ordini. Nella fascia di studio affiorano i terrazzi di primo ordine, rappresentati dal Sintema di Valle Maielama – Subsintema di Villa Oliveti (AVM1) e i depositi alluvionali del Sintema di Cantignano (ATC).

Sintema di Valla Maielama (AVM)

Questo sintema è costituito prevalentemente da depositi fluviali, terrazzati e disposti in diversi ordini a diverse quote sul fondovalle; i depositi affiorano diffusamente sui versanti delle valli principali e particolarmente nella parte bassa.

- Subsintema di Chieti Scalo (AVM4): sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o piano-parallela, localmente massive, con lenti di argille e torbe. Le ghiaie sono prevalenti nella parte bassa dei depositi e hanno clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una abbondante matrice sabbioso-limosa; sono disposte in lenti e livelli intercalati a lenti di sabbie e limi. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso si osserva un contatto netto tra un intervallo ghiaioso inferiore e un intervallo sabbioso superiore. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del terrazzo, o dal contatto erosivo con i depositi olocenici. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzo a quote comprese tra i 5 e i 15 m sul fondovalle attuale (AVM4b);
- Subsintema di Vallemare (AVM3): sabbie e limi fluviali, a stratificazione piano parallela e incrociata a basso angolo, si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetri che, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una matrice sabbioso-limosa. Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. i depositi sono terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale (AVM3b);
- Subsintema di Villa Oliveti (AVM1): ghiaie, conglomerati clasto-sostenuti con livelli e lenti sabbiose e ghiaie massive o stratificazione incrociata a basso angolo, immerse in una matrice sabbioso-limosa (Figura 6-5). Le ghiaie sono prevalenti nella parte bassa dei depositi e hanno clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una abbondante matrice sabbioso-limosa. I corpi conglomeratici sono disposti in lenti e livelli intercalati a lenti di sabbie e limi. La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi delle successioni marine. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del deposito. Lo spessore è valutabile da 10 a oltre 30 m. I depositi sono terrazzati ad altezze tra 40 m e 70 m lungo il Fiume Pescara (AVM1b) (Figura 6-5).

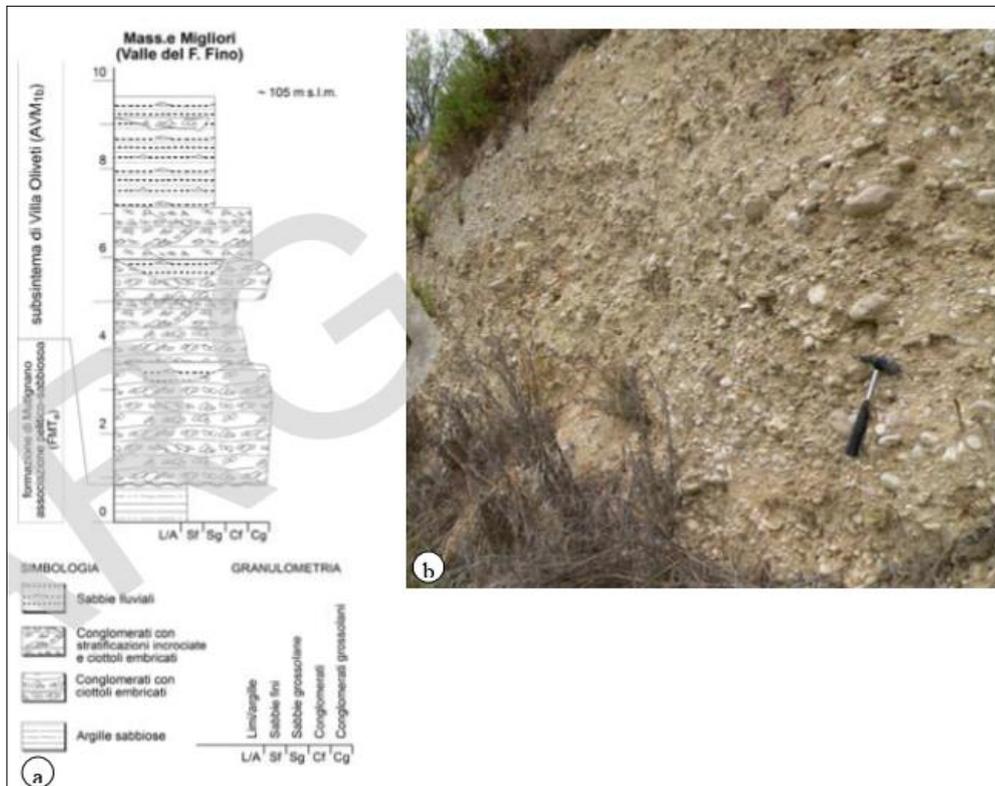


Figura 6-5. Log e immagine dei depositi del Subsystema di Villa Olivetti (ISPRA, 2010b)

6.2.2 Successione marina del Pliocene superiore - Pleistocene

Formazione di Mutignano (FMT)

I termini della formazione di Mutignano affiorano nella porzione collinare del territorio di Pescara sono riferibili ad ambienti che vanno dall'offshore allo *shoreface*. La loro organizzazione verticale individua un chiaro trend *coarsening* e *thickening upward*, interpretabile come una fase di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico (Figura 6-6).

I depositi dell'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa) dominano in misura prevalente il paesaggio collinare dell'area e rappresentano i depositi marini del Pliocene superiore-Pleistocene più giovani affioranti al disotto delle coperture quaternarie continentali. Al di sopra dell'associazione FMTa, in corrispondenza della parte alta delle dorsali collinari, sono presenti i termini dell'associazione sabbioso-pelitica (FMTc), ed i depositi dell'associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd), che chiudono il ciclo marino del Pliocene superiore – Pleistocene.

Nel seguito si fornisce la descrizione delle facies elencate in precedenza.

- associazione pelitico-sabbiosa (FMTa): argille e argille marnose di colore grigio in strati da medi a spessi passanti verso l'alto ad argille siltose grigio-avana con stratificazione da centimetrica a decimetrica, prevalentemente a geometria tabulare ma a luoghi anche lentiforme. A diverse altezze possono essere presenti intercalazioni centimetriche di sabbie ocra o rossastre e livelli sabbioso-limosi di colore grigio chiaro, a luoghi con geometria lenticolare e laminazione da piano-parallela ad incrociata (*ripple*). Il

contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi marini quali bivalvi, piccoli gasteropodi, echinodermi. Il rapporto sabbia/argilla di questa associazione è nettamente inferiore all'unità. La base di questa unità non è presente in affioramento e lo spessore massimo osservato è dell'ordine di circa 400 m;

- associazione sabbioso-pelitica (FMTc): alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. I livelli sabbiosi sono generalmente in rapporto erosivo sulle peliti e possono presentare laminazioni parallele, incrociate e *hummocky*; frequente è, inoltre, la presenza di piritizzazione interstrato. All'interno dei sedimenti è spesso presente una ricca macrofauna di ambiente marino a bivalvi (*Pecten*, *Chlamys*, *Ostrea*) e gasteropodi. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. Il contatto basale con l'associazione FMTa non è caratterizzato da evidenti discontinuità stratigrafiche e questo non rende sempre possibile l'individuazione precisa del limite tra le due associazioni. Lo spessore di questa unità varia da un minimo di circa 20 metri fino ad un massimo di circa 60-70 m;
- associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd): sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embricati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora *ripples* simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. Il contatto di questa unità con la sottostante associazione FMTc è rappresentato da un passaggio netto con contatti di tipo erosivo o *unconformity* tra termini sabbioso-pelitici passanti a sabbie e conglomerati; localmente è stato osservato anche il passaggio graduale, dal basso verso l'alto, di termini sabbioso-pelitici a sabbioso-arenacei con diminuzione dello spessore dei livelli argillosi e l'aumento dello spessore degli strati sabbiosi fino alla loro pressoché totale prevalenza. Lo spessore in affioramento dell'associazione sabbioso-conglomeratica varia da 5-10 m fino ad un massimo di circa 50 m.

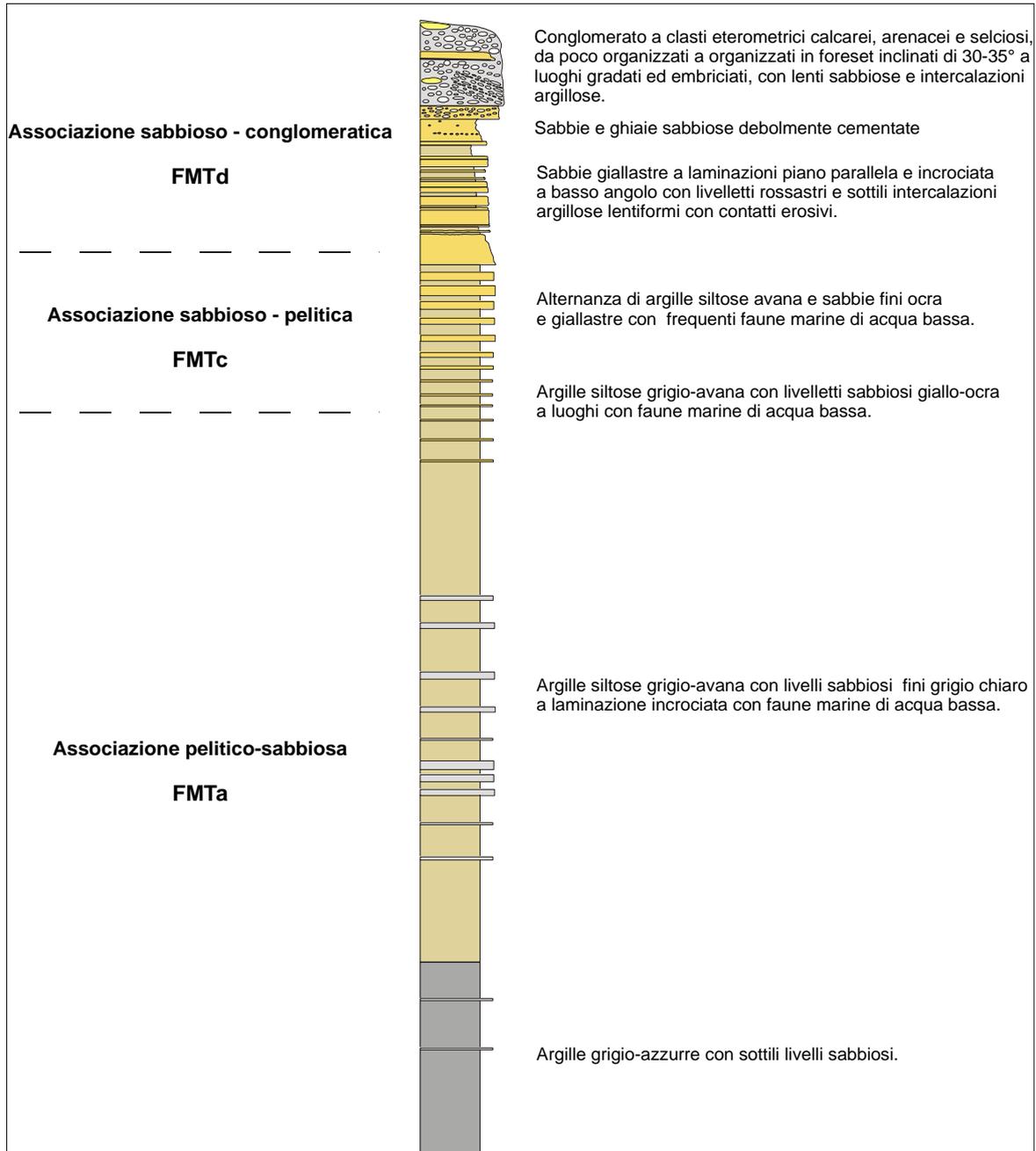


Figura 6-6. Log stratigrafico schematico della Formazione di Mutignano (ISPRA, 2010b)

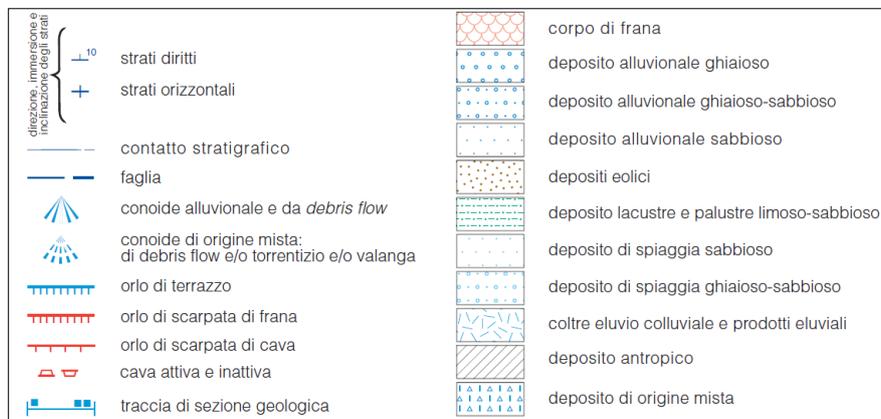
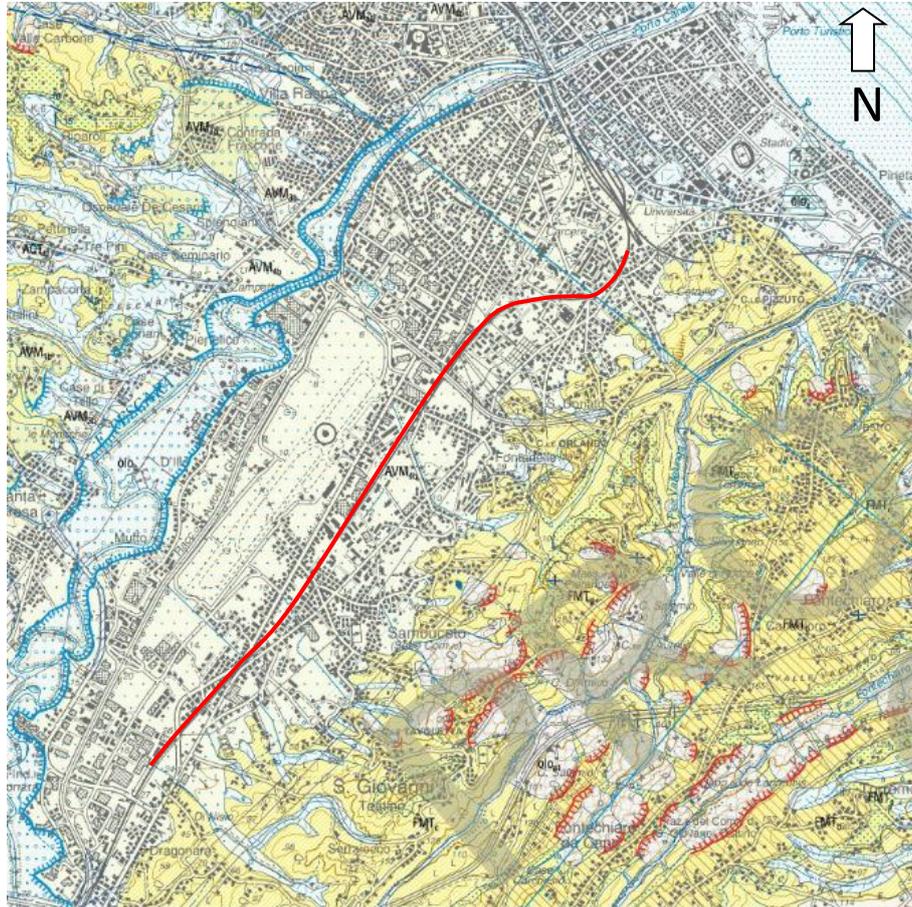


Figura 6-7. Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 foglio n.351 "Pescara" (non in scala). In rosso il tracciato ferroviario (ISPRA, 2010a,b). Per la descrizione litologica si rimanda al paragrafo 6.2.

Ulteriori studi geologici nel comune di Pescara, sono stati eseguiti nell'ambito degli studi di Microzonazione Sismica di I Livello, redatta ai sensi e per le finalità di cui all'art.5 e all'art.19, comma 5 della Legge Regionale 11 agosto 2011, n. 28 (Legge Antisismica) è stata valutata "conforme" nella seduta del Tavolo Tecnico di Monitoraggio degli Studi di Microzonazione Sismica regionale (TTMZS) del 16 luglio 2015 ed ha acquisito l'Attestato di Validazione emesso dal competente organo regionale il 4 agosto 2015 (Figura 6-8).

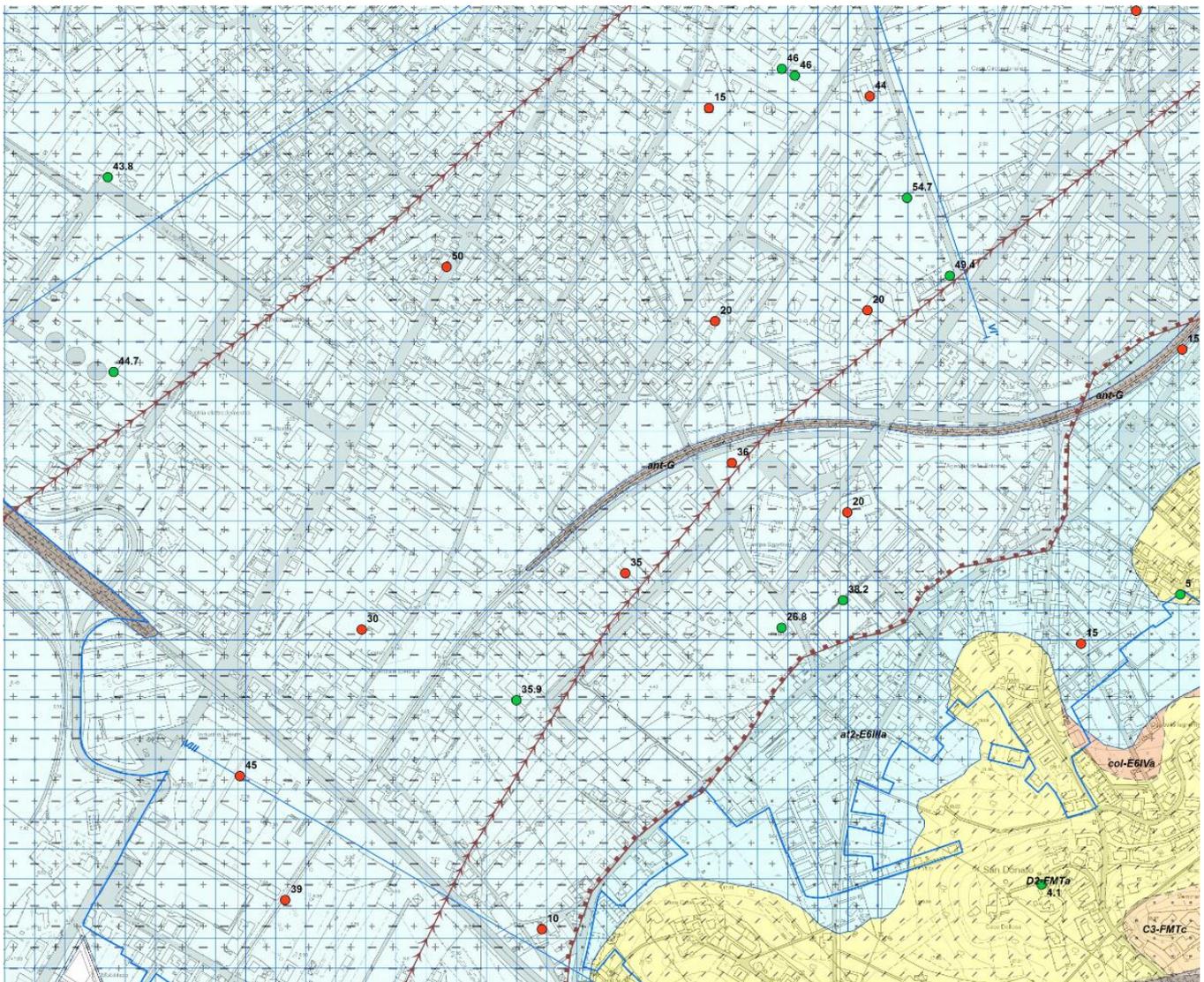


Figura 6-8. Stralcio della Carta Geologica-tecnica di MCZ livello 1 del comune di Pescara in scala 1:5.000 (non in scala) (Scurti E., 2015)

ALL – Depositi alluvionali
I depositi appartenenti alla piana alluvionale, composti da limi – argillosi, argille limose e lenti ghiaioso – sabbiose e sabbioso – ghiaiose sciolte.
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

AT – Depositi alluvionali terrazzati
at1 at2 at3

I depositi appartenenti alla piana alluvionale e a terrazzi fluviali (at3) sono prevalentemente composti da lenti discontinue di limi – argillosi e argille limose a forte componente organica e livelli torbosi da poco consistenti a inconsistenti con lenti ghiaioso – sabbiose e sabbioso – ghiaiose moderatamente addensate. L'orizzonte superficiale è localmente indurito per essiccazione. Hanno uno spessore che varia da 40 a 50 metri con ispessimento verso est nel depocentro, fino ai 12 – 15 metri ai margini. I terrazzi fluviali più antichi (at1– at2) sono principalmente costituiti da limi sabbiosi ed argille sabbiose moderatamente consistenti. Lo spessore varia dai 5 ai 20 metri. Il passaggio al sottostante substrato marino è in discordanza angolare ed erosivo; avviene in genere con un livello ghiaioso – sabbioso addensato.
Età: Pleistocene medio – Pleistocene superiore
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

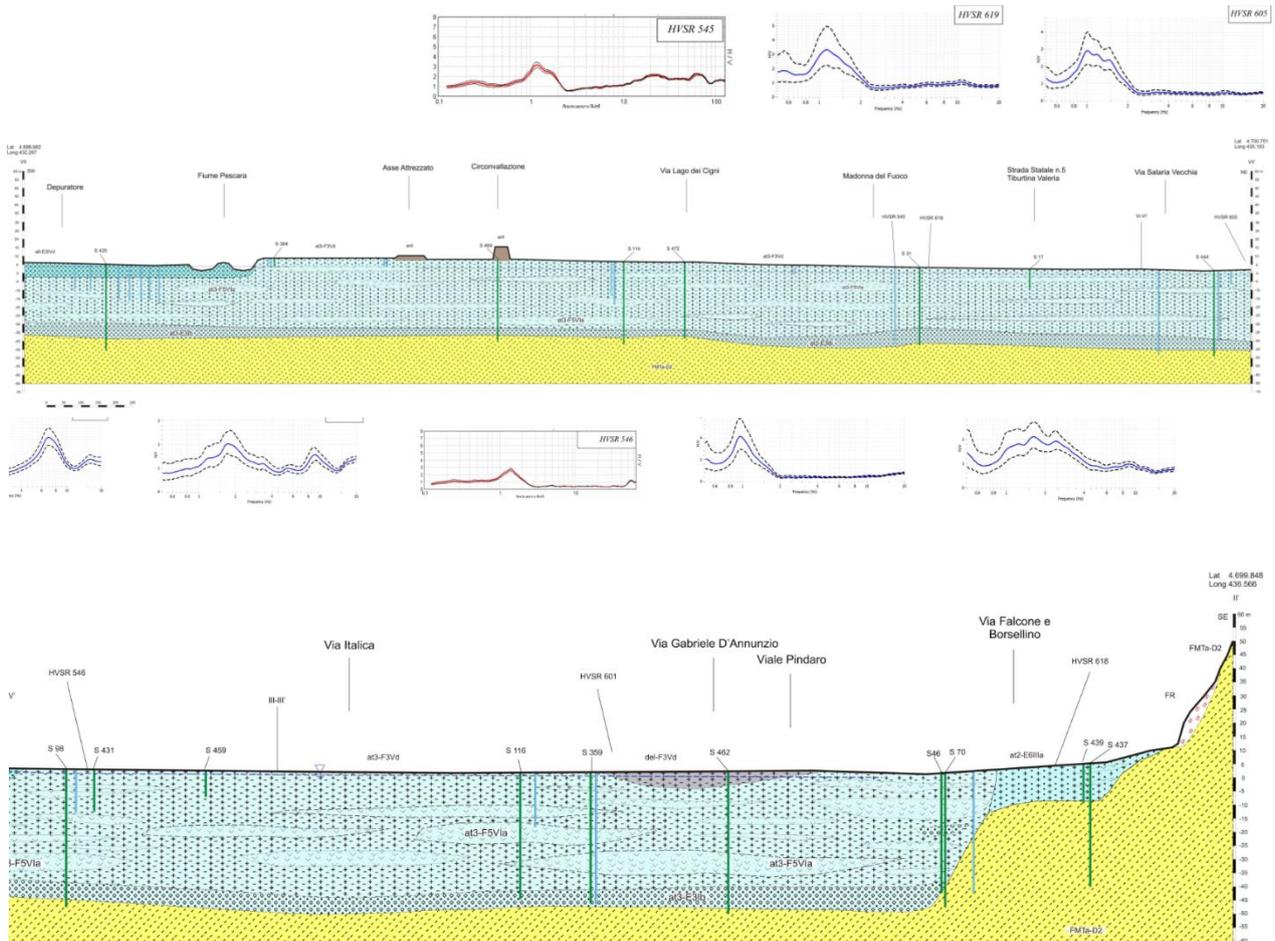


Figura 6-9. Stralcio della legenda della Carta Geologica-tecnica di MCZ livello 1 del comune di Pescara in scala 1:5.000 e relative sezioni trasversali e longitudinali (Scurti E., 2015)



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	24 di 121

6.3 Assetto geologico locale

Dalle analisi effettuate ed i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a successioni marine plio-pleistoceniche che a depositi continentali quaternari. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura ed i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie e dalle numerose indagini geognostiche a disposizione. Di seguito verranno descritte le litologie incontrate dal più giovane alle più vecchie.

In sintesi, dal punto di vista geologico nell'area si intercettano prevalentemente depositi limosi-argillosi ricchi di materiale torboso (in alcuni casi anche tronchi), con intercalazioni di livelli limosi-sabbiosi, con alla base, per quasi tutta la tratta, si imposta un livello ghiaioso-sabbioso, tali litologie sono riconducibili in letteratura ai depositi alluvionali terrazzati Quaternari del Sintema Valle Maielama - Subintema di Chieti Scalo (sigla CARG "AVM", ISPRA 2010b). I depositi alluvionali terrazzati hanno uno spessore di 20/30 metri, nel primo tratto anche 40metri. Alla base dei depositi Quaternari si intercettano la presenza di litologie costituite principalmente da argille e argille marnose grigio - azzurre e argille siltose avana sottilmente stratificate con rari livelli e strati sabbiosi, appartenenti da bibliografia alla "Formazione di Mutignano" (sigla CARG "FMTa", ISPRA 2010b).

Per la cartografia geologica di progetto si rimanda all'elaborato "Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav. 1/2 e 2/2 alla scala 1:5000/500 " (codifica elab. IA4S-01-D69-N5-GE0001-001-B e IA4S-01-D69-N5-GE0001-002-B) allegati al presente studio.

6.3.1 Depositi Continentali Quaternari

Questi terreni sono rappresentati da quattro unità continentali quaternarie, ampiamente affioranti in tutto il settore di studio alla base dei rilievi collinari o in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area. In generale, tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica su tutte le unità geologiche più antiche.

6.3.1.1 Ripporto (R)

Materiale rimaneggiato costituito generalmente da limi-argillosi e limi-sabbiosi, di colore da biancastro a marrone chiaro, inclusi clasti calcarei eterometrici e/o lapidei (diametro max 5 cm) sia arrotondati che a spigoli vivi; sono localmente presenti residui di legno e laterizi. Si riscontrano spessori superiori a 5 metri, vedi zona Pescara Porta Nuova. Tale deposito viene indicato nei fogli geologici CARG con la sigla "olog2" (ISPRA, 2010 a,b).

6.3.1.2 Coltri eluvio-colluviali (Col)

Dal punto di vista litologico si riferisce a limi sabbiosi e sabbie limose di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura caotica o indistinta, con diffusi resti vegetali e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e brunastro, a struttura caotica o indistinta, con diffusi resti vegetali e locali passaggi di sabbie.

Tali terreni si rinvengono in tutta l'area di studio, in corrispondenza delle depressioni impluviali o alla base delle scarpate morfologiche più acclivi ed estese. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola *litofacies* a composizione limosa-sabbiosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai riporti antropici e ai depositi alluvionali attuali e recenti. Tali depositi mostrano uno spessore massimo di circa 3 m e sono ascrivibili all'Olocene. Nei fogli geologici CARG vengono indicati con la sigla "olob2" (ISPRA, 2010a,b).

6.3.1.3 Depositi alluvionali terrazzati (**ALTna**)

Depositi continentali alluvionali terrazzati, costituiti da quattro distinte *litofacies* a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche.

La porzione più grossolana è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**ALT1a**), da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e marrone, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

La *litofacies* a composizione prevalentemente sabbioso-limosa è formata da sabbie e sabbie limose di colore grigio, marrone e giallastro (**ALT2a**), a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ed arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante (Figura 6-10).



Figura 6-10. Foto rappresentativa della cassetta n2 del sondaggio S8, in cui si possono distinguere uno strato di limo-sabbioso di colore giallastro con intercalazione di un livello limoso-argilloso grigio, a profondità di 9.60 si nota il passaggio con ghiaie con matrice sabbiosa di colore avana

Infine, i depositi più fini sono costituiti da limi argillosi, argille limose (**ALT4a**) e limi sabbiosi-argillosi (**ALT3a**) di colore grigio chiaro-azzurrognolo, marrone e verdastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate. All'interno dei depositi prevalentemente limosi-argillosi con basso contenuto di sabbia si rinvencono torbe e terreni organici di colore grigio scuro, a struttura indistinta, con locali frammenti di foglie,

radici e tronchi (vedi sondaggio 8n, profondità 12,20 e 14,30m), talvolta si rinvencono frammettenti conchigliari millimetrici (Figura 6-11). Da un'accurata analisi bibliografica, nella valle del Pescara, già in passato, in sondaggi geognostici che attraversano interamente questi depositi sono stati rinvenuti dei frammenti lignei a quota -22,5 m e -14,4 m dal piano campagna, datati rispettivamente 8.565±90 e 7.725±75 anni B.P (Parlagreco et al., 2011; Urbano, 2014-2016; Urbano, 2017).

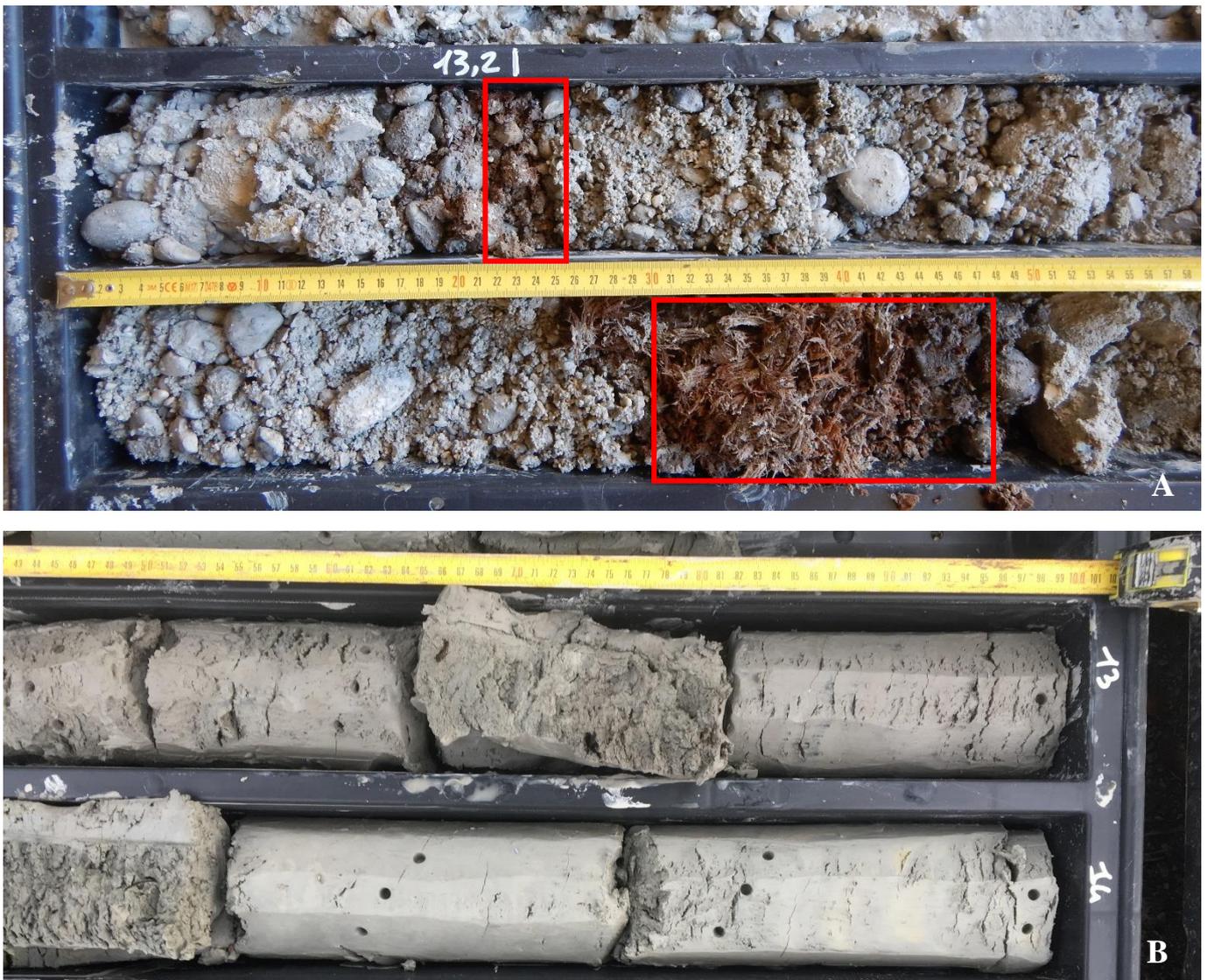


Figura 6-11. Foto di due particolari del sondaggio S8n (a) e sondaggio S3 (b), nella prima foto si possono individuare i ritrovamenti di radici e tronchi (casella in rosso), nella foto “b” dettagli di limi-argillosi grigi

Dalle analisi granulometriche, per i depositi riconducibili a limi argillosi, argille limose (**ALT4a**), si evince sempre una prevalenza delle granulometrie limose (36%-60%) su quelle argillose (28%-55%), con scarso contenuto in sabbia (1%-10%). Invece, per i depositi riconducibili a limi sabbiosi-argillosi (**ALT3a**), si evince un aumento della componente sabbiosa rispetto a discapito di quella argillosa, raggiungendo anche il 30% di sabbia. Per i dettagli si

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA IA4S</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D69RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 27 di 121</p>

rimanda alla documentazione delle prove di laboratorio (IA4S-01-D69-PR-GE0005-001-A e IA4S-01-D69-PR-GE0005-002-A).

Tali terreni affiorano in tutta l'area di studio. I depositi in esame mostrano uno spessore massimo di circa 45 m e sono riferibili al Pleistocene Superiore. Si intercettano a quote comprese tra 2 metri circa e 30 metri sul livello del mare. In letteratura, sono correlabili ai depositi alluvionali terrazzati del Sintema Valle Maielama del Subsintema Chieti Scalo "AVM4b", di età riferibile alla parte alta del Pleistocene superiore (ISPRA, 2010a,b).

6.3.2 Successione Marina Pliocene Superiore-Pleistocene p.p.

Tale unità è rappresentata da tre successioni marine plio-pleistoceniche, ampiamente affioranti nell'intorno della Val Pescara, ma per il settore d'interesse si riscontra solamente la *litofacies* argillosa.

6.3.2.1 Argille grigio-azzurre del substrato (FMTa)

Dal punto di vista litologico, si riferiscono ad argille limose da debolmente marnosa a marnosa a tratti debolmente limoso-sabbiose di colore grigio e grigio-azzurro, in strati da sottili a spessi, generalmente bioturbati e a laminazione piano-parallela, con sottili intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie fini di colore grigio e giallastro; i livelli psammitici diventano progressivamente più frequenti verso l'alto stratigrafico, dove si assiste al graduale passaggio a limi sabbiosi (Figura 6-12).

Le argille del substrato si intercettano solo da sondaggi a profondità superiori i 30 metri di profondità, fatta eccezione per il sondaggio S8 (15.35 m). Sono riconducibili ad ambienti deposizionali marini di piattaforma e scarpata superiore. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche, mediante una base erosiva ondulata e fortemente irregolare. Lo spessore massimo indicato in letteratura è di circa 400 m (ISPRA, 2010a,b). Tali litotipi sono riferibili in letteratura all'Associazione pelitico-sabbiosa (sigla CARG "FMTa") della "Formazione Mutignano", compresa nell'intervallo di tempo Pliocene superiore p.p. -Pleistocene inferiore p.p. (ISPRA, 2010a,b).

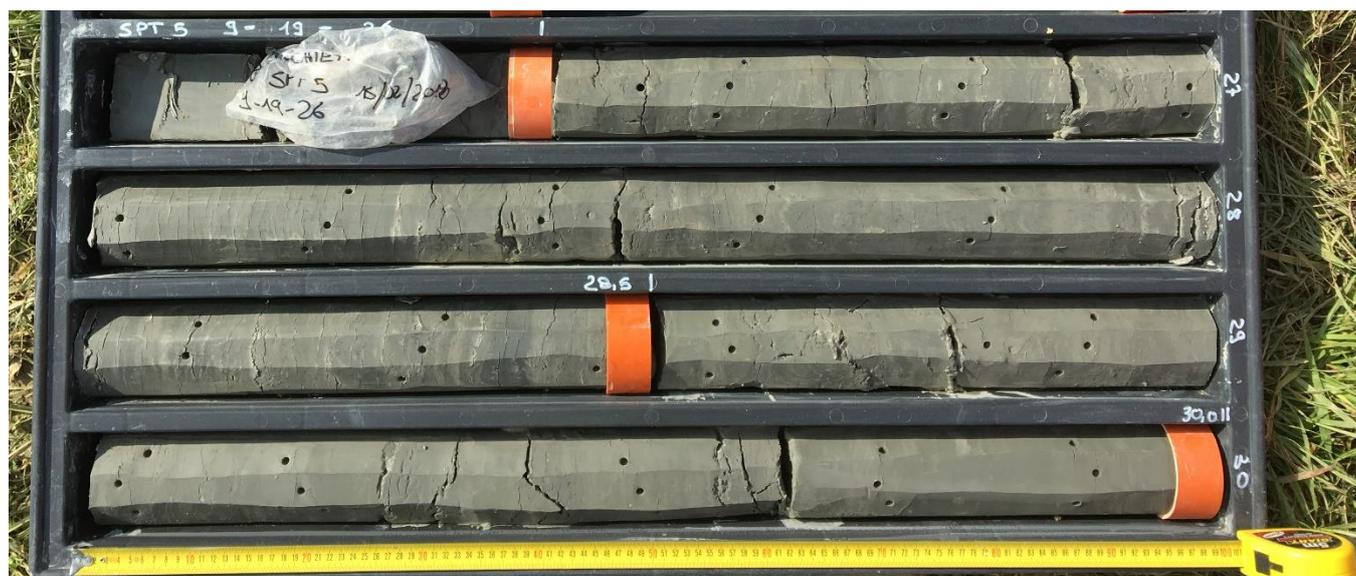


Figura 6-12. Argille-marnose grigie azzurre



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	28 di 121

6.3.3 *Assetto strutturale*

Dal punto di vista strutturale, l'area di studio è caratterizzata da un assetto piuttosto regolare ed omogeneo, dovuto essenzialmente alle ultime fasi di tettonica distensiva e trascorrente che hanno interessato i settori più esterni della Catena Appenninica. Tale tettonica si esplica fundamentalmente attraverso faglie dirette e transtensive ad alto angolo, caratterizzate da modesta estensione areale e da rigetti variabili da qualche metro a poche decine di metri. I principali elementi strutturali smembrano, localmente, i litotipi più antichi in blocchi geometrici di modeste dimensioni, che risultano variamente basculati e dislocati tra loro. I litotipi argillosi, sabbiosi e conglomeratici, presentano giaciture degli strati debolmente immergenti verso NE e non superano mai i 10° di inclinazione.

In relazione all'elevata erodibilità dei termini litologici affioranti ed alla diffusa presenza di depositi di copertura recenti, non è stato possibile rilevare sul terreno dati diretti circa gli elementi tettonici presenti nell'area, che non si presentano mai con morfologie proprie e chiaramente identificabili. Sui versanti orientali al tracciato, I litotipi argillosi e sabbiosi presentano giaciture degli strati debolmente immergenti verso NE e non superano mai i 10° di inclinazione.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	29 di 121

7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il paesaggio del territorio collinare e costiero abruzzese è il risultato di una complessa evoluzione geomorfologica a lungo termine e, per molti aspetti ancora in atto, in cui hanno interagito diversi fattori e processi fra cui possiamo citare: la natura litostrutturale delle diverse litologie del substrato e dei depositi superficiali continentali affioranti, la tettonica quaternaria e i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione a partire dalla fine del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico ed, infine, l'intensa morfogenesi di versante (Demangeot, 1965; D'Alessandro et al., 2003c). Ne risulta oggi un paesaggio con forme e processi caratteristici dell'intera fascia pedemontana-collinare e costiera, che si contrasta con la morfologia aspra del settore di catena (Figura 7-1).

Lo stile morfologico del settore montano risulta fortemente influenzato dai fenomeni di sollevamento e dalla tettonica estensionale quaternaria, determinando un importante controllo nella morfogenesi e in particolare nell'impostazione e nell'evoluzione del reticolo idrografico e nella distribuzione e tipologia dei processi gravitativi (Dramis, 1992; Coltorti et al., 1996; D'Alessandro et al., 2003; Farabollini et al., 2004). In questo aspro contesto morfologico anche le oscillazioni climatiche quaternarie hanno esercitato una influenza notevole nel modellamento del paesaggio (Demangeot, 1965; Giraudi, 1988). Dal punto di vista morfostrutturale dorsali, valli e conche intermontane che costituiscono il rilievo della catena appenninica si differenziano per caratteristiche strutturali e geomorfologiche. Le dorsali sono costituite da strutture da sovrascorrimento, dorsali monocliniche fagliate e dorsali anticlinaliche parzialmente esumate. La loro genesi è legata alla presenza di sovrascorrimenti (a direzione N-S, NNW-SSE e NW-SE) di litotipi calcarei su litotipi arenaceo-pelitici. Tali strutture sono state scolpite dall'erosione differenziale sui litotipi più erodibili, determinata dai fenomeni di sollevamento e dalla conseguente evoluzione del reticolo idrografico; in alcuni casi i rilievi sono invece determinati direttamente dal movimento di sistemi di faglie dirette quaternarie e solo secondariamente dai processi di erosione selettiva (Figura 7-1 e Figura 7-2). Le valli tettoniche e le conche tettoniche sono le depressioni formate del tutto o in prevalenza dal movimento lungo sistemi di faglie dirette, o a prevalente componente distensiva, che hanno ribassato alcuni blocchi rispetto ai settori circostanti e sono in genere delimitate da importanti versanti e scarpate di faglia.

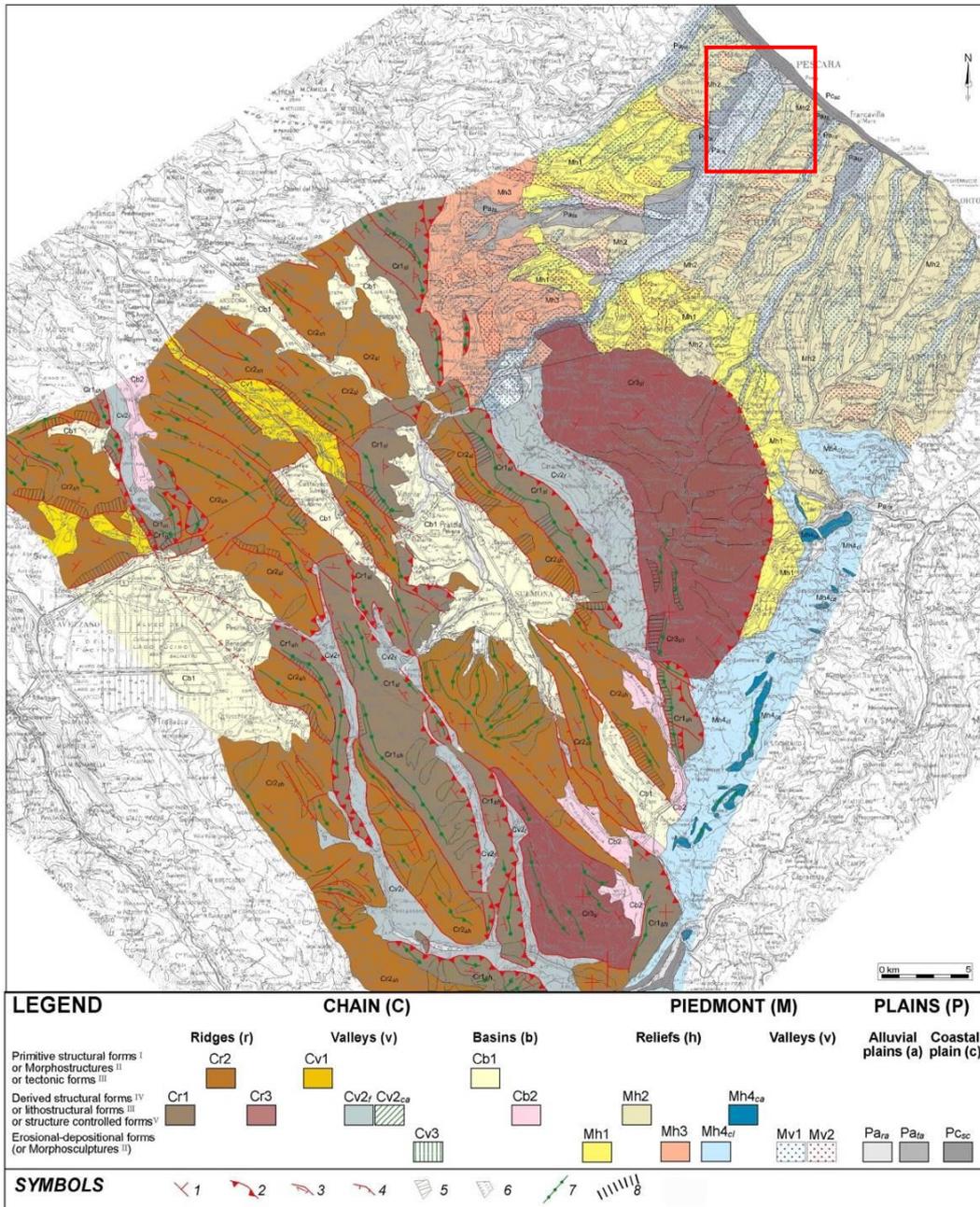


Figura 7-1. Schema morfostrutturale dell'Abruzzo centro orientale. Legenda: 1) Forme del rilievo determinate sostanzialmente dai processi tettonici; 2) forme del rilievo determinate da processi geomorfologici soggetti a forte controllo litostrutturale; 3) forme del rilievo determinate dai processi geomorfologici. CATENA (C). Dorsali: Cr1) Dorsali da thrust esumate; Cr2) Dorsali monoclinali fagliate; Cr3) Dorsali anticlinali esumate. Valli: Cv1) Valli tettoniche; Cv2) Valli di linea di faglia; Cv3) Valli trasversali e valli radiali. Conche: Cb1) Conche tettoniche; Cb2) Conche tettono-carsiche. – FASCIA PEDEMONTANA (M). Rilievi: Mh1) Rilievi monoclinali; Mh2) Rilievi a mesas; Mh3) Rilievi a *thrust*; Mh4) Rilievi isolati su coltri argillose e calcaree alloctone; Mv1) valli cataclinali; Mv2) Valli ortoclinali. – PIANE (P). Pa) Piane alluvionali; Pc) Piana costiera (da D'Alessandro et al., 2003). Il riquadro rosso indica l'area in esame

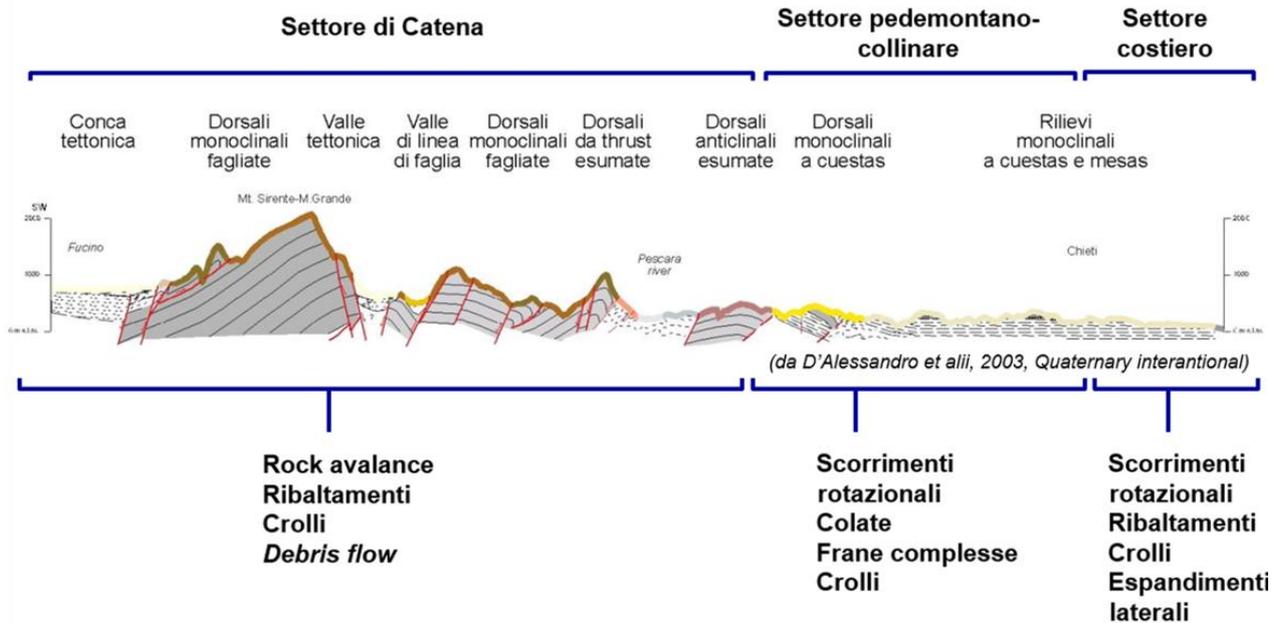


Figura 7-2. Profilo morfostrutturale dell'Abruzzo centro orientale in cui vengono riportati per i diversi domini morfostrutturali i tipi di frane caratterizzanti e intrinsecamente in relazione con le diverse morfostrutture dell'area abruzzese (modificato da D'Alessandro et al., 2003; Sciarra, 2016)

Il reticolo idrografico si è sviluppato con un decorso prevalentemente longitudinale alla catena, parallelamente alle dorsali e alle valli principali; ma è caratterizzato da brusche variazioni di direzione in corrispondenza delle principali conche intermontane e delle valli trasversali, spesso caratterizzate da gole incise e profonde modellate dall'approfondimento dell'idrografia, che determinano la connessione fisiografica tra i settori di catena e pedemontano (Mazzanti & Trevisan, 1978; Alvarez, 1999).

Processi, forme e depositi dovuti alla gravità interessano, in particolare, i versanti principali delle dorsali. Questi sono caratterizzati, al piede, da estese falde detritiche e da conici di detrito, alimentati dal materiale proveniente dalle zone più elevate. Anche le frane sono diffuse, con tipologie influenzate dall'assetto lito-strutturale del substrato interessato; esse sono riferibili prevalentemente a crolli, ribaltamenti, colate di detrito e scorrimenti, in corrispondenza delle dorsali carbonatiche; a scorrimenti e colate in corrispondenza delle aree di affioramento delle successioni torbiditiche terrigene (D'Alessandro et al., 2003, 2007; PAI, 2005).

Anche i processi e le forme dovute alle acque correnti superficiali, erosive e deposizionali, sono ben rappresentati. Le più importanti sono le forme deposizionali riferibili a depositi fluviali e a conoidi alluvionali. I depositi fluviali sono distribuiti lungo le valli principali e in corrispondenza dei bacini intermontani, i conoidi alluvionali sono situati al raccordo tra i versanti delle dorsali carbonatiche e le valli o i bacini intramontani, o ancora lungo la fascia pedemontana a ridosso dei principali rilievi. Sia i depositi fluviali che i conoidi alluvionali sono terrazzati a diverse altezze sul fondovalle e i terrazzi più alti, e più antichi, sono talvolta ridotti a piccoli lembi isolati, mentre i terrazzi più bassi e recenti sono caratterizzati da una notevole continuità fisica. Le forme erosive sono anche ben rappresentate, in particolare lungo i versanti delle dorsali carbonatiche che sono interessate da numerosi solchi di ruscellamento concentrato, che in occasione di forti piogge possono essere sede di colate di detrito.

I processi e le forme carsiche sono diffusi in corrispondenza delle dorsali carbonatiche, sia con forme epigee che con forme ipogee. In corrispondenza delle piane tettono-carsiche lo sviluppo delle forme carsiche epigee più ampie e complesse, è influenzato dalla presenza di faglie. Localmente sono diffusi i depositi di travertino, la cui genesi è legata alla presenza di sorgenti alimentate da un circuito idrico sotterraneo. Si tratta spesso di depositi non attivi, quali, ad esempio, molti degli affioramenti che caratterizzano i settori esterni della catena, al passaggio con la fascia periadriatica, dalla dorsale della Montagna dei Fiori alla dorsale della Maiella (Farabollini et al., 2004).

Nel settore di catena le oscillazioni climatiche del quaternario (fasi fredde pleistoceniche) hanno esercitato un'influenza notevole nell'evoluzione del paesaggio, lasciando tracce molto evidenti date dalle forme glaciali e periglaciali. Tali forme hanno modificato profondamente il paesaggio di alta quota delle dorsali, come evidenziato dalle numerose e diffuse associazioni di forme di erosione e di deposito relitte e inattive (circhi, valli glaciali, *rock glacier*, rocce montonate, morene, ecc.). Ad eccezione dell'area Ghiacciaio del Calderone, le forme glaciali sono relitte e sono prevalentemente riferibili all'ultima fase glaciale (Wurmiano *auct.*; Cinque et al., 1990; Damiani & Pannuzi, 1987; Giraudi, 1998).

L'evoluzione geomorfologica e il modellamento del territorio della fascia pedemontana-collinare abruzzese sono il frutto dell'interazione tra diversi fattori e processi fra cui possiamo annoverare: la natura litostrutturale delle diverse successioni marine e continentali affioranti, i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico ed, infine, l'intensa morfogenesi di versante. La forma e la struttura del rilievo, insieme alle caratteristiche dell'idrografia e alla distribuzione dei processi geomorfologici, permettono di definire i principali elementi del rilievo in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi. In particolare si individuano forme tipo cuesta, in corrispondenza di intercalazioni arenacee più resistenti all'interno delle successioni torbiditiche mio-plioceniche o forme tipo mesa, con la sommità pianeggiante caratterizzata dalla presenza di litologie resistenti all'erosione. A rilievi di tipo mesa sono riferibili le alture alla cui sommità affiorano i depositi sabbioso-conglomeratici della parte alta della successione plio-pleistocenica (i pianalti di Castiglioni, 1935) diffusi a sud del F. Pescara e presenti, con lembi di estensione limitata, a nord del F. Pescara, nelle zone di Atri, Silvi, Tortoreto e Colonnella. Altri rilievi tipo mesa sono caratterizzati, alla sommità, da piastroni di travertino, quali quelli affioranti nell'area di Civitella del Tronto, tra il bacino del F. Salinello e quello del F. Tordino e a Montepiano, alla testata dei bacini dei Fiumi Alento e Foro. I rilievi tipo cuesta sono riferibili alle intercalazioni arenacee e conglomeratiche che caratterizzano le successioni torbiditiche mio-plioceniche, come avviene in numerosi settori da nord (ad est degli abitati di Villa Camera e Sant'Egidio alla Vibrata) al settore centrale della fascia pedemontana (Turrivalignani) (D'Alessandro et al., 2003c; Sciarra, 2016).

I processi e i tipi di forme che caratterizzano l'area sono essenzialmente costituiti da: forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme legate alle acque correnti superficiali.

Per quanto riguarda le forme strutturali, esse sono prevalentemente dovute alla presenza di disomogeneità litologiche, in particolare riferibili a scarpate influenzate dalla struttura, allineamenti di creste, superfici a influenza strutturale, oltre a forme tipo *cuestas* e *hog-back*. Queste tipologie di forme sono tipiche delle aree di affioramento delle litologie sabbioso - conglomeratiche del tetto della successione plio-pleistocenica e delle aree di affioramento delle successioni arenaceo pelitiche della Formazione della Laga. Meno evidenti sono le forme legate direttamente all'azione della tettonica, come espressione superficiale dei movimenti delle faglie, che si individuano essenzialmente nelle caratteristiche e nella geometria del reticolo idrografico (Farabollini et al., 2004; D'Alessandro et al., 2008; Della Seta et al., 2008).

Le forme dovute alla gravità sono riferibili a frane di dimensioni, tipologie e stato di attività variabili, e da movimenti lenti di versante. L'area, a causa della litologia del substrato costituito da successioni argilloso-



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
– CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	33 di 121

sabbioso-conglomeratica con litotipi erodibili sovrastati da litotipi più competenti, è spesso interessata da fenomeni gravitativi con intensità e modalità differenti in dipendenza delle diverse condizioni orografiche, idrografiche, litostrutturali, climatiche (dissesti di diversa tipologia e dimensioni molto variabili si verificano diffusamente sui versanti dei rilievi collinari in occasione di eventi meteorici intensi) e vegetazionali. Nello specifico i fenomeni gravitativi per colamento e per scivolamento di tipo traslativo e rotazionale sono molto diffusi in corrispondenza dei versanti più acclivi dove affiorano prevalentemente i litotipi argillosi. Dove i fenomeni franosi coinvolgono le litologie del substrato sabbioso-conglomeratiche al tetto della successione plio-pleistocenica o i litotipi ghiaiosi dei terrazzi fluviali, si hanno frane complesse costituite da ribaltamenti, crolli, scorrimenti e colamenti. I movimenti lenti di versante (soliflussi) hanno una grande diffusione in tutto il settore pedemontano-collinare e interessano in modo particolare le coltri eluvio-colluviali e le coltri di alterazione del substrato argilloso (Centamore et al., 1997; PAI, 2005; D'Alessandro et al., 2007; Sciarra, 2016; Sciarra et al., 2017).

Tra le forme legate alle acque correnti superficiali, gli elementi geomorfologici che più marcatamente caratterizzano la fascia pedemontana adriatica sono sicuramente i terrazzi alluvionali che, come accennato precedente, si riconoscono in diversi ordini (generalmente quattro) nelle valli dei principali corsi d'acqua. Pure importanti sono le forme riferibili a conoidi alluvionali, a volte di grande estensione, presenti nelle aree di raccordo tra le valli fluviali e le dorsali più esterne della catena, come, ad esempio, lungo i versanti orientali della Maiella e della Montagna dei Fiori (Farabollini, 1995; D'Alessandro et al., 2008; Della Seta et al., 2008). Le principali forme dovute alle acque correnti superficiali, di natura erosiva, sono i calanchi, i solchi di ruscellamento concentrato e le aree a ruscellamento diffuso. I calanchi in particolare caratterizzano tutto il settore pedemontano e interessano le aree di affioramento dei litotipi argillosi e argilloso-sabbiosi. I calanchi prevalgono dove vi sono acclività ed energie di rilievo maggiori e la loro distribuzione dipende dall'assetto litostrutturale del substrato, dall'esposizione dei versanti, dalla copertura vegetale e più in generale dall'evoluzione geomorfologica recente (area di Atri e Fiume Piomba, Fiume Alento, Abruzzo sudorientale). Dove le acclività sono meno accentuate e le condizioni litostrutturali e di esposizione non favorevoli, prevalgono fenomeni di ruscellamento concentrato e diffuso, capaci comunque di determinare importanti fenomeni di degradazione e perdita di suoli.

L'area costiera è caratterizzata da ampi tratti di costa bassa (circa 99 km) con una piana costiera e spiagge di ampiezza variabile, localmente caratterizzati dalla presenza di dune costiere di modesta entità. Le spiagge sono soggette a intensi fenomeni di erosione contrastati nel corso degli ultimi decenni dalla realizzazione di diversi tipi di opere di difesa. Nel tratto tra Ortona e Vasto circa 26 km di costa alta sono costituiti da falesie orlate alla base da spiagge di ampiezza più o meno ampia; localmente nelle falesie attive la spiaggia non è presente. Le falesie sono diffusamente interessate anche da fenomeni franosi che contribuiscono alla loro evoluzione e al loro arretramento progressivo (D'Alessandro et al., 2001; Miccadei et al., 2011a).

7.1 Morfologia della piana alluvionale

Il paesaggio del territorio collinare e costiero abruzzese è il risultato di una complessa evoluzione geomorfologica a lungo termine e, per molti aspetti ancora in atto, in cui hanno interagito diversi fattori e processi fra cui possiamo citare: la natura litostrutturale delle diverse litologie del substrato e dei depositi superficiali continentali affioranti, la tettonica quaternaria e i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione a partire dalla fine del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico ed, infine, l'intensa morfogenesi di versante (Demangeot, 1965; D'Alessandro et al., 2003). Ne risulta oggi un paesaggio con forme e processi caratteristici dell'intera fascia pedemontana-collinare e costiera, che si contrasta con la morfologia aspra del settore di catena.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
– CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	34 di 121

Il tracciato oggetto del presente studio si sviluppa all'interno del territorio pescarese, dal capoluogo verso l'entroterra in direzione Chieti, lungo la macro area della zona alluvionale (a Nord e Sud del fiume Pescara) pianeggiante e sub pianeggiante legata alle alluvioni del fiume Pescara, in destra idrografica dello stesso.

Dal punto di vista morfologico quindi l'area è caratterizzata da una piana alluvionale lentamente digradante verso mare, con un'ampiezza variabile tra 1 km e 2 km circa nell'area di studio, lungo la quale scorre il Pescara con un andamento prevalente è circa E-W, tipico dei corsi d'acqua principali della regione periadriatica abruzzese. Il suo alveo in un'ampia valle alluvionale con andamento principalmente meandriforme, che diventa rettilineo in prossimità della foce. L'alveo stesso è interessato da un'intensa dinamica recente ed è fortemente soggetto a fenomeni di alluvionamento, in occasione degli eventi meteorici più intensi.

L'aspetto morfologico della zona risulta condizionato direttamente dalla presenza del Fiume Pescara e dalla sua evoluzione temporale che ha permesso la genesi di terrazzi alluvionali costituiti da superfici pianeggianti e sub-pianeggianti, che si estendono parallelamente al corso d'acqua e si raccordano esternamente ai blandi rilievi collinari. Queste superfici sono solcate da piccoli fossi e dai corsi d'acqua minori, orlate da scarpate di erosione fluviale e poste a quote maggiori rispetto all'attuale corso del fiume stesso.

La piana alluvionale è circoscritta ai lati Nord-Ovest e Sud-Est da rilievi collinari, con altezze massime su quest'ultimo fianco attorno ai 200 m s.l.m., versanti ad acclività medio-bassa (10-30%), sommità generalmente sub-pianeggiante, degradanti verso NE e verso la fascia costiera. La struttura geologica dei rilievi è costituita dalla Formazione di Mutignano nei suoi tre membri: FMTd, FMTc, FMTa (ISPRA, 2010b). La parte sommitale dei versanti è costituita dai depositi poco erodibili arenacei e conglomeratici regressivi della FMTd – associazione sabbioso-conglomeratica. Al di sotto dell'FMTd sono presenti le associazioni sabbioso-pelitica FMTc e pelitico-sabbiosa FMTa, maggiormente erodibili e quindi più soggette a deformazioni gravitative di tipo rotazionale, traslazionale e lente di versante.

La differenza nelle proprietà reologiche dei materiali che costituiscono la parte alta delle colline, rispetto alla maggiore erodibilità dei terreni limoso-argillosi sottostanti, facilita morfologicamente la genesi dei versanti da acclivi a fortemente acclivi nella parte alta (arenaceo-conglomeratica) fino a debolmente acclivi nella parte bassa, ove sui sedimenti limoso argillosi del FMTa si impostano spessori variabili di depositi continentali eluvio-colluviali di disfacimento dei versanti, e alluvionali.

7.2 Morfologia dei versanti collinari

I rilievi collinari che bordano fascia costiera derivano dall'interazione tra diversi fattori e processi morfogenetici. Tra questi, i principali sono: la natura litostrutturale delle diverse successioni affioranti, i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico e, infine, l'intensa morfogenesi di versante (Demangeot 1965; Calamita et al., 2011; Miccadei et al., 2011b; Piacentini et al., 2015; Sciarra, 2016).

La struttura e la forma dei versanti, insieme alle caratteristiche del reticolo idrografico e alla distribuzione dei processi geomorfologici, consentono di definire i principali elementi del rilievo in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi (Centamore et al., 1997; Piacentini et al., 2015). In particolare, si individuano forme tipo *cuesta*, in corrispondenza di intercalazioni arenacee più resistenti all'interno delle successioni marine plio-pleistoceniche, o forme tipo *mesa*, con sommità del rilievo pianeggiante e caratterizzata dalla presenza di litologie resistenti all'erosione (Piacentini et al., 2015).

A causa della presenza di termini litologici di substrato costituiti da successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche con depositi erodibili sovrastati da litotipi più competenti, l'area è spesso interessata da fenomeni gravitativi di

differente tipologia e intensità (Demangeot 1965; Centamore et al. 1997; Piacentini et al. 2015; Sciarra et al. 2016; Bozzano et al. 2017). Le caratteristiche morfologiche dei processi di versante sono essenzialmente controllate dalle diverse condizioni orografiche, idrografiche, litostrutturali, climatiche e vegetazionali (Miccadei et al., 2011b; Piacentini et al., 2015; Sciarra, 2016; Sciarra et al., 2017).

In particolare, i fenomeni di colamento e scivolamento traslativo o rotazionale sono molto diffusi in corrispondenza dei versanti più acclivi, dove affioranti litotipi prevalentemente pelitici (Centamore et al., 1997; Piacentini et al., 2015; Sciarra et al., 2017). I fenomeni complessi costituiti da crolli, ribaltamenti, scivolamenti e colamenti sono invece presenti lungo i versanti caratterizzati da terreni ghiaioso-sabbiosi dei terrazzi fluviali o da litologie di substrato sabbioso-conglomeratiche poste al tetto della successione plio-pleistocenica (Centamore et al., 1997; Piacentini et al., 2015, Sciarra, 2016). Infine, le deformazioni superficiali lente (quali *creep* e soliflussi) hanno una grande diffusione in tutto il settore pedemontano-collinare e interessano in modo particolare le coltri eluvio-colluviali e fasce di alterazione del substrato argilloso (Centamore et al., 1997, Sciarra, 2016; Sciarra et al., 2017).

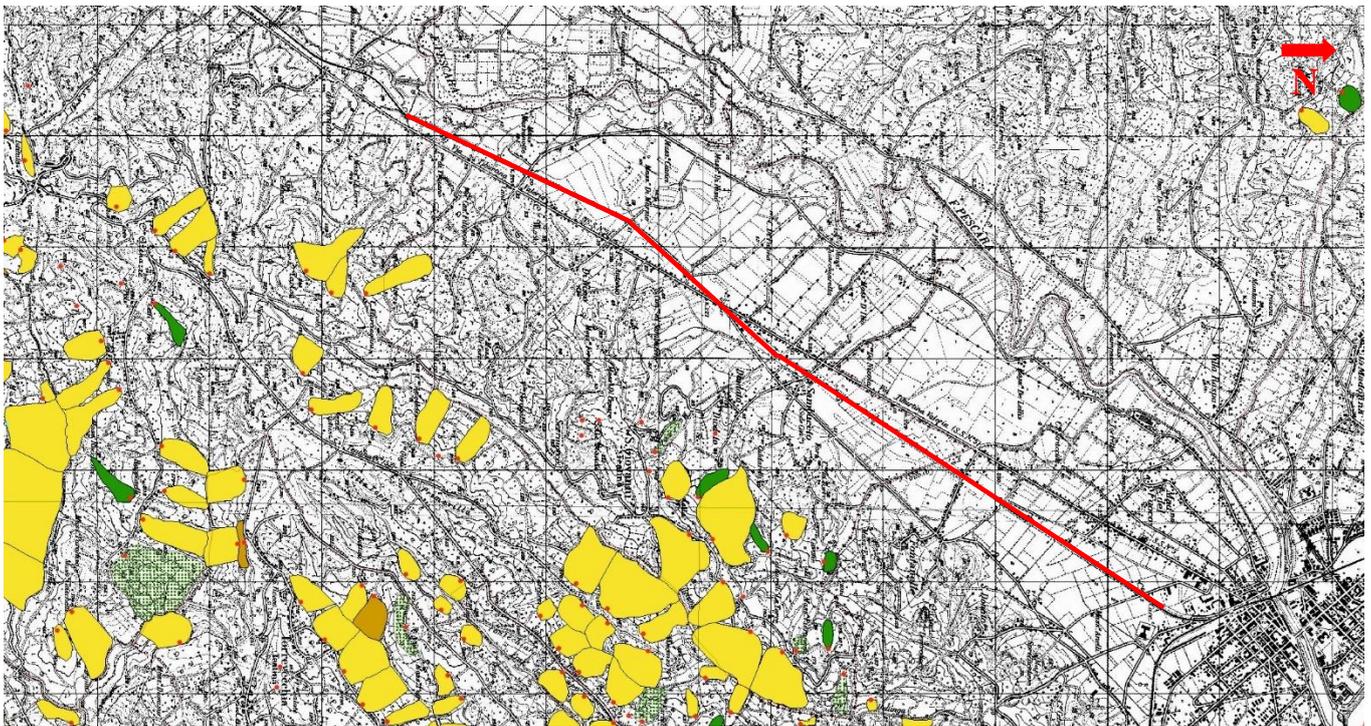


Figura 7-3. Stralcio della Carta delle frane del Progetto IFFI, di colore giallo i fenomeni di scivolamento rotazionale/traslativo, in verde i fenomeni di colamento lento, la linea rosso il tracciato ferroviario (portale <http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/carto3.asp?cat=2&lang=IT#>)

	STATO DI ATTIVITA'		
	ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
Versante interessato da deformazione profonda			
Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
Corpo di frana di scorrimento: (A) Traslativo (B) Rotazionale	 	 	
Corpo di frana di colamento			
Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)			
Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
Contropendenza significativa nel corpo di frana			
Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
Alveo con tendenza all'approfondimento			
Solco da ruscellamento concentrato			
Orlo di scarpata artificiale			
Terrazzamento agrario			
Sbarramento			
Lago artificiale			

Figura 7-4. Legenda della carta geomorfologica in scala 1:25.000 del PAI-Regione Abruzzo (modificato da PAI, 2005)

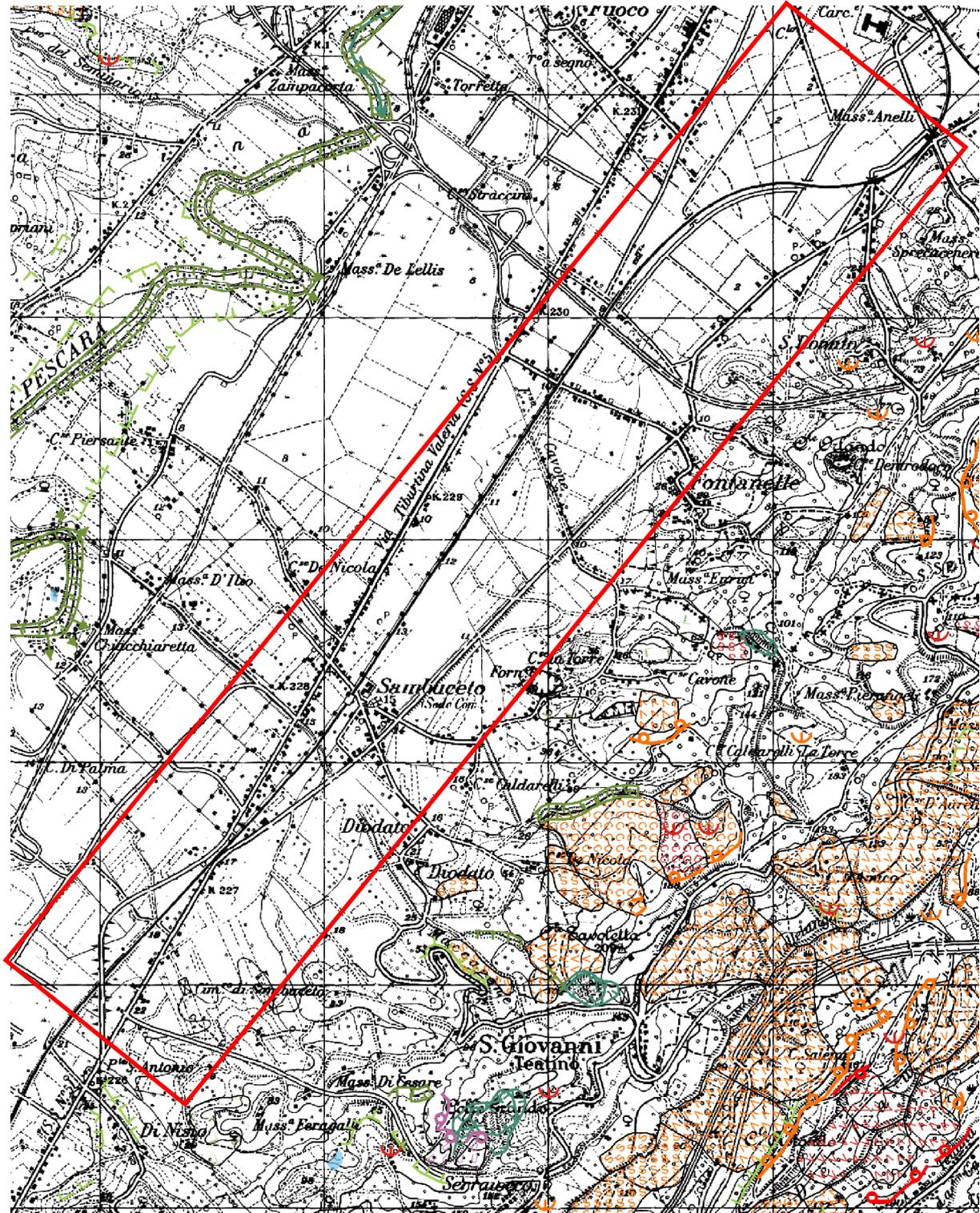


Figura 7-5. Stralcio della carta geomorfologica in scala 1:25.000 del PAI-Regione Abruzzo (PAI, 2005).

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 38 di 121

7.3 Assetto geomorfologico locale

La dinamica e l'evoluzione geomorfologica del basso corso del Fiume Pescara sono il risultato di una complessa interazione di numerosi fattori, come clima, contesto tettonico e attività antropica. In particolare, l'evoluzione olocenica dei sistemi fluviali ha risentito direttamente dei cambiamenti climatici che si sono succeduti a partire dall'ultima glaciazione, oltre che dalla presenza dell'uomo (Parlagreco et al., 2011, Miccadei et al., 2011a; Urbano et al., 2017).

L'evoluzione morfologica del territorio ed i principali elementi geomorfologici rilevati, pertanto, sono connessi principalmente ai meccanismi di erosione ed accumulo operati dalle acque superficiali e continentali. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale e gravitativa, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista dovuti all'azione congiunta di più fattori morfogenetici.

7.3.1 *Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali*

Le maggiori forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono all'area di studio una morfologia blandamente ondulata e piuttosto regolare. Tali depositi presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e tessiturali, dovute fondamentalmente all'elevata variabilità spazio-temporale dei processi di accumulo.

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e lungo gli alvei di quelli secondari, si rinvengono vistose scarpate fluviali e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre i corsi d'acqua più importanti sono caratterizzati da zone di erosione laterale e settori di prevalente deposizione. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono inoltre presenti in corrispondenza dei margini delle incisioni fluviali più estese, in particolare nei settori di affioramento di antichi terrazzi alluvionali.

Infine, in corrispondenza dei rilievi collinari e dei settori terrazzati, sono presenti chiari fenomeni erosivi connessi col deflusso non regimato delle acque correnti superficiali, come solchi di erosione concentrata e vallecole a fondo concavo. I primi sono particolarmente diffusi nelle aree di affioramento di termini litologici sciolti o poco consistenti, mentre i secondi sono più frequenti nelle aree di affioramento di termini arenacei e conglomeratici. Tali elementi portano, in genere, all'accumulo di frequenti depositi eluvio-colluviali alla base delle principali scarpate morfologiche e delle aree impluviali più estese, che localmente possono superare i 3 m di spessore.

7.3.2 *Forme, processi e depositi gravitativi*

I fenomeni gravitativi di versante, nell'attuale contesto morfoclimatico, rappresentano un fattore morfoevolutivo di secondaria importanza, in quanto scarsamente influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione morfologica generale dell'intero territorio in esame. Infatti, a causa dell'assetto morfologico piuttosto regolare e blandamente degradante verso i settori costieri, i suddetti elementi geomorfologici sono piuttosto rari e comunque limitati alle scarpate morfologiche che bordano le superfici terrazzate più estese.

Per quanto detto in precedenza, tali fenomeni non intercettano le opere di progetto ma lungo i versanti orientali della zona di intervento (San Giovanni Teatino, C.le Tavoletta), come viene segnalato nelle cartografie PAI (Figura 7-5), IFFI (Figura 7-3) e viene confermato dai sopralluoghi di terreno.

Si tratta essenzialmente di piccole movimenti franosi in terra, riconducibili a colamenti, scivolamenti e frane complesse e deformazioni lente superficiali con stato variabile dall'attivo al quiescente. I fenomeni presentano

spessori piuttosto contenuti, generalmente variabili tra 1 e 5 m circa, e una estensione areale molto limitata, in quanto condizionata dalla ridotta altezza morfologica delle scarpate da cui si originano. La distribuzione dei movimenti franosi è generalmente retrogressiva e connessa al progressivo arretramento morfologico delle scarpate ad opera dei fenomeni di erosione superficiale.

7.3.3 *Forme antropiche e manufatti*

I principali elementi connessi con l'attività antropica sul territorio sono rappresentati dai numerosi manufatti realizzati in corrispondenza delle principali zone urbanizzate e da tutti gli elementi connessi con la costruzione delle principali infrastrutture a rete. Ad essi si aggiungono, localmente, importanti attività estrattive per il reperimento di inerti e materiali da costruzione.

Nei settori più antropizzati si rinvengono, inoltre, estesi terreni di riporto provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati sia nei termini litologici del substrato che nei depositi di copertura continentali. La maggior parte delle zone di riporto corrispondono, ovviamente, ai rilevati delle principali infrastrutture a rete ed ai terreni accumulati in corrispondenza delle aree urbane più importanti (Figura 7-6).

Ai suddetti elementi si aggiungono, ovviamente, numerosi tagli e scarpate antropiche realizzate sia lungo le principali arterie stradali che in corrispondenza di fabbricati e abitazioni. Tali elementi presentano in genere altezze contenute, in alcuni casi superiori ai 3 m, e sono spesso posti in corrispondenza di elementi geomorfologici e scarpate naturali preesistenti.

Infine, lungo gli alvei del Pescara e dei fossi minori presenti nell'area, sono presenti numerose opere di regimazione idraulica, rappresentate da briglie e argini artificiali (Figura 7-6).



Figura 7-6. Principali elementi geomorfologici legati all'azione antropica: scarpata antropica legata al rilevato ferroviario in prossimità della Fermata San Marco (a), tombino idraulico in prossimità della linea ferroviaria nella futura fermata Aeroporto (b)



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	40 di 121

7.4 Analisi multi-temporale della Valle del Pescara

Numerosi studi geomorfologici (Parea, 1978; Aucelli & Roskopf 2000; Surian & Rinaldi 2003; Manzo, 2008; Piacentini et al., 2016), nel corso degli ultimi 50 anni la maggior parte dei corsi d'acqua italiani ha subito rapide e consistenti variazioni morfologiche e piano altimetriche del proprio alveo fluviale. Nella quasi totalità dei casi, si tratta di fenomeni di restringimento dell'alveo fluviale e della pianura alluvionale, oltre che di abbassamento del fondo del letto.

Per poter verificare in maniera puntuale e dettagliata l'evoluzione recente dei principali corsi d'acqua attraversati dalle opere in progetto, sono state condotte una serie di analisi multi-temporali su foto aeree e ortofoto di sette differenti voli. Le foto spaziano dal 1954 al 2012 e sono sintetizzate nella tabella seguente (Tabella 7-1). Sulle foto aeree dei diversi voli regionali e nazionali analizzati sono stati individuati tutti i principali elementi geomorfologici, con particolare riferimento alle forme connesse al deflusso delle acque correnti superficiali, alla gravità e all'azione dell'uomo sul territorio (Figura 7-8, Figura 7-9, Figura 7-9).

Volo	Scala	Strisciata	Fotogrammi
Volo Base 1954 (I.G.M.)	1:33.000	68	2817-2819
Volo 1988-1989 (ortofoto)	1:33.000		
Volo Italia Alta Quota 1994 (ortofoto)	1:75.000		
Volo 2000 (ortofoto)	1:5.000		
Volo Regione Abruzzo 2006 (ortofoto)	1:5.000		
Volo Regione Abruzzo 2012 (ortofoto)	1:5.000		

Tabella 7-1. Sintesi delle foto aeree e delle ortofoto utilizzate per l'analisi multi-temporale dei principali sistemi fluviali della zona di intervento



Figura 7-7. A) Foto aerea 1954, in tratteggio l'attuale linea

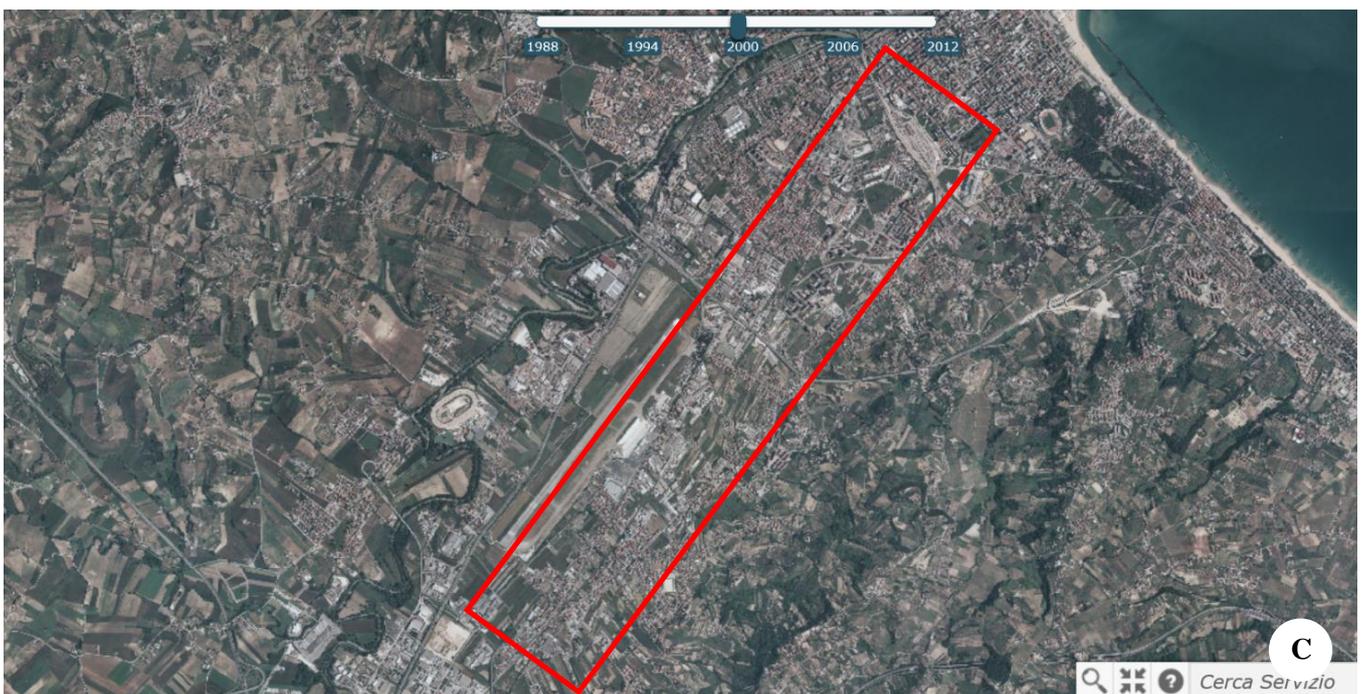


Figura 7-8. B) Ortofoto 1988, C) Ortofoto 2000 (<http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>)



Figura 7-9. D) Ortofoto 2006 (<http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>)

Dal punto di vista della dinamica del Pescara, da quanto esposto risulta evidente che i settori di piana alluvionale del Fiume Pescara sono attualmente caratterizzati da una debole tendenza evolutiva, connessa sia alla caratteristiche climatiche e geomorfologiche dell'area che alla forte attività antropica sviluppatasi sul territorio a partire dai primi anni del 1900, zona Pescara. In particolare, le numerose opere di regimazione idraulica e di difesa spondale realizzate in questo settore di territorio hanno permesso di mantenere praticamente invariato l'andamento del suddetto corso d'acqua in tutti i settori di territorio prossimi all'attuale linea di costa. Allo stato attuale, pertanto, gli unici fenomeni fluviali che si registrano nella piana alluvionale sono connessi all'erosione puntuale delle sponde e a sporadici fenomeni di alluvionamento delle zone più depresse, mentre non si registrano importanti fenomeni erosivi o marcate variazioni di forma del fondovalle e dei meandri che lo costituiscono.

Inoltre, dall'osservazione delle foto aeree, si può osservare che l'area sia stata fortemente antropizzata dal 1954 ad oggi, grandi cambiamenti si hanno per la zona industriale, dove è avvenuto il maggiore sviluppo. Nella foto del 1954 si può osservare solo il centro abitato di Pescara, in un perimetro molto ristretto e vie di comunicazioni principali, soprattutto quella di collegamento tra Pescara e Chieti (ferrovia e S.S. n°5). Passando ad analizzare le foto aeree del 1988, si ha un aumento evidente del perimetro dell'edificato sia in prossimità di Pescara sia nella frazione Sambuceto (San. Giovanni Teatino). A seguito di ciò, è altrettanto evidente le estrazioni di ghiaia lungo il F. Pescara, come ben visibile, dalla colorazione biancastra della foto. Infine, analizzando le foto aeree più recenti, quelle del 2000-2006-2012, si osserva una situazione generalmente molto vicina a quella presente oggi, dovuta all'aumento della edificazione di case, industrie e aeroporto. Grandi cambiamenti si hanno per la zona industriale, dove è avvenuto il maggiore sviluppo (Figura 7-7).



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	44 di 121

8 ASSETTO IDROGEOLOGICO

I settori esterni dell'Appennino Centrale sono caratterizzati da un'elevata complessità delle caratteristiche idrogeologiche, riconducibile sia al particolare assetto strutturale dell'area sia alla grande varietà di termini litologici affioranti (Celico et al., 2007).

In particolare, i litotipi presenti nei settori di specifico interesse progettuale possono essere riferiti all'ambito idrogeologico degli acquiferi porosi plio-quadernari. Questi acquiferi sono costituiti da sedimenti plio-quadernari formati in ambiente subaereo o marino, riferibili quindi a depositi detritico-colluviali, alluvionali, lacustri e costieri, in parte emersi a seguito delle fasi di sollevamento della Catena Appenninica (Maggiore et al., 1996; Celico et al., 2007). Si tratta, ovviamente, di acquiferi di particolare importanza ai fini del reperimento di risorse idriche sotterranee, sia per l'intenso uso del territorio che caratterizza le aree di affioramento di tali depositi sia per la soggiacenza relativamente bassa della zona di saturazione (Celico et al., 2007).

Questi terreni costituiscono acquiferi continui, in genere eterogenei ed anisotropi, sempre permeabili per porosità e, solo in rari casi, anche per fessurazione (Celico 1986; Celico et al., 2007). Tale carattere idrogeologico è riconducibile alla natura prevalentemente clastica dei depositi, che solo in pochi casi presentano un certo grado di cementazione (Celico et al., 2007).

Anche in questi casi, tuttavia, la cementazione non ha mai avuto un ruolo equivalente al processo di diagenesi, conferendo raramente a questi terreni un carattere eminentemente litoide (Celico et al., 2007). La permeabilità è in genere molto variabile e sempre strettamente connessa alle caratteristiche di assortimento granulometrico dei terreni (Celico, 1986).

I depositi plio-quadernari che costituiscono questi acquiferi presentano delle particolari caratteristiche sedimentologiche ed idrogeologiche, dovute essenzialmente ai processi che ne hanno controllato il trasporto e la deposizione (Maggiore et al., 1996; Celico et al., 2007; Nanni et al., 2011; Desiderio et al., 2007). In particolare, possono essere individuati due distinti gruppi di ambienti sedimentari caratterizzati da differenti processi di trasporto e deposizione, rispettivamente controllati dalla gravità e dalle acque di ruscellamento (Celico et al., 2007).

Al primo gruppo sono riconducibili i depositi di *talus* e di falda detritica presenti alla base dei maggiori rilievi montuosi che, pur costituendo acquiferi eterogenei ed anisotropi, sono contraddistinti da un grado di permeabilità generalmente piuttosto elevato (Celico et al., 2007).

Nei settori dove risultano limitati inferiormente da terreni di bassa permeabilità, tali depositi possono essere sede di falde idriche sotterranee di discreta importanza, in particolare quando soggetti a travasi idrici provenienti da strutture idrogeologiche limitrofe (Celico et al., 2007).

I depositi che ricadono nel secondo gruppo di ambienti sedimentari sono i più rappresentati nei settori di studio e possono essere suddivisi a loro volta in numerosi sub-ambienti, contraddistinti da differente energia del mezzo di trasporto idraulico (Celico et al., 2007). Tali ambienti sono distribuiti sul territorio secondo un percorso in cui l'energia di trasporto idraulico tende a diminuire progressivamente, a partire dall'ambiente di conoide pedemontana fino a quello di pianura costiera, passando attraverso tutti gli ambiti fluviali intermedi (Celico et al., 2007).

Tutti questi sub-ambienti sono contraddistinti, a loro volta, da un'energia del mezzo idraulico variabile nel tempo in relazione all'entità degli apporti pluviometrici (Celico et al., 2007). Ciò comporta la deposizione di termini litologici fortemente eterogenei che, per la continua divagazione dei corsi d'acqua, si ritrovano variamente giustapposti tra loro sia lateralmente che verticalmente (Celico, 1986). Pertanto, gli acquiferi alluvionali risultano in genere fortemente eterogenei ed anisotropi, soprattutto nelle aree di pianura alluvionale e costiera, dove le

differenze di comportamento idrogeologico si accentuano per la presenza di terreni a granulometria argilloso-limosa, da scarsamente permeabili ad impermeabili (Maggiore et al., 1996; Celico et al., 2007).

In questi ambiti idrogeologici, quindi, la presenza di intercalazioni pelitiche all'interno dei depositi sabbioso-ghiaiosi determina una scomposizione del deflusso idrico sotterraneo in una serie di falde sovrapposte, da libere a confinate (Celico 1986; Celico et al., 2007). Queste ultime, a loro volta, possono essere caratterizzate da differenti carichi piezometrici, che generano fenomeni di drenanza sia verso l'alto che verso il basso (Celico et al., 2007).

In molti casi, comunque, il suddetto schema di circolazione idrica sotterranea può essere semplificato a causa della scarsa continuità dei livelli meno permeabili, che non consente un'efficace separazione tra le differenti falde sovrapposte (Celico et al., 2007). Invece, a scala globale, il comportamento di questi acquiferi e schematicamente assimilabile a quello di un unico corpo idrico sotterraneo, avente un recapito unitario (Maggiore et al. 2004; Celico et al., 2007).

Ovviamente, le falde degli ambienti alluvionali e costieri risultano alimentate direttamente sia dalle acque superficiali che si infiltrano nel terreno sia dai travasi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche con cui sono a contatto (Cotecchia 1956; Maggiore et al., 1996; Celico et al., 2007). Il recapito di tali falde è rappresentato, generalmente, da un limite a potenziale imposto corrispondente ad un corpo idrico superficiale, come fiumi, laghi e mari. Localmente, la tipologia di rapporti tra falde sotterranee e corpi idrici continentali può essere anche di segno opposto, o comunque mutare nel corso dell'anno idrologico in relazione alla variazione relativa dei livelli idrici (Celico et al., 2007).

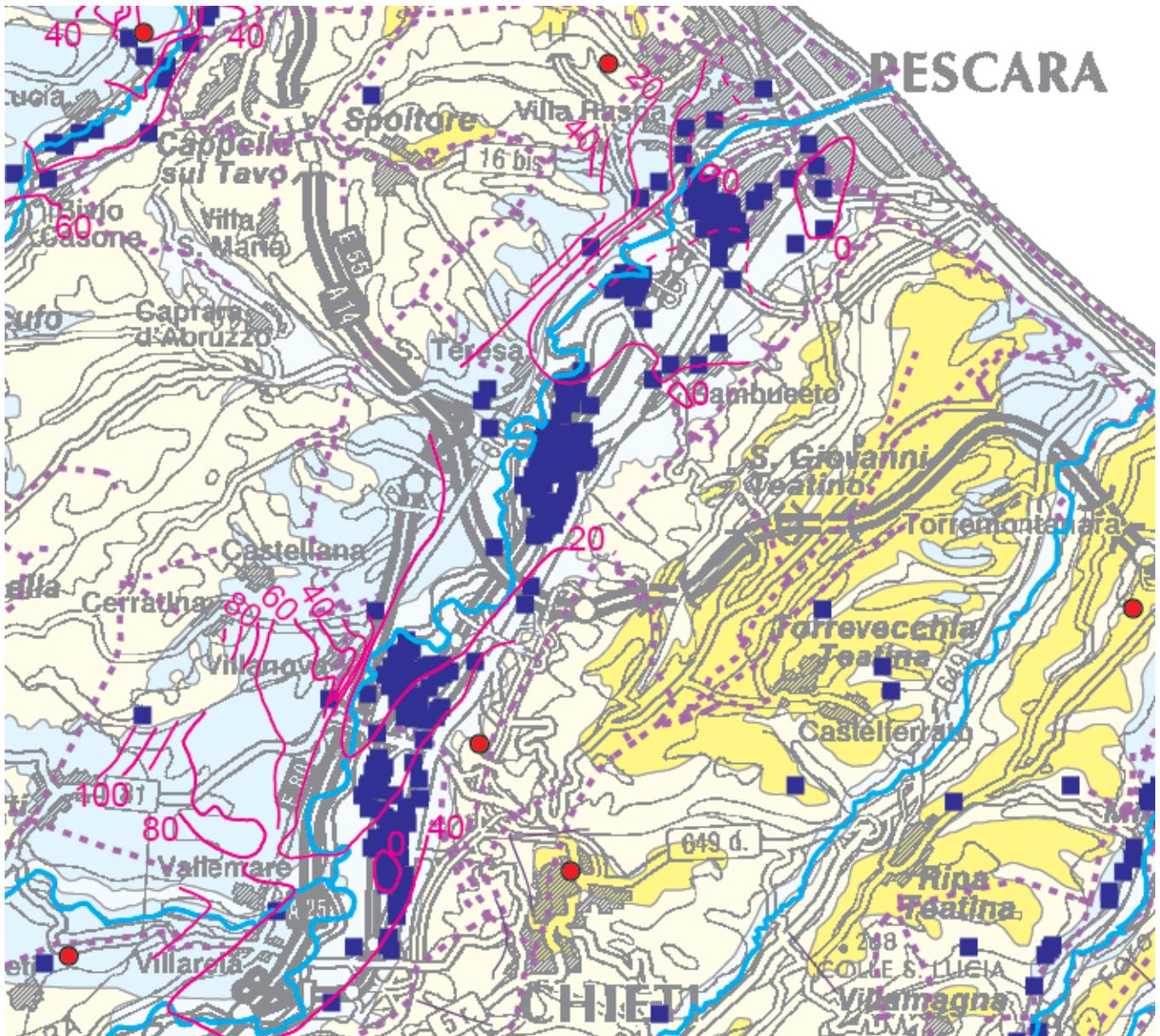
A

A - DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI (Pleistocene Sup. - Olocene)

I depositi recenti ed attuali sono costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi-sabbiosi, sabbie e sabbie-ghiaiose. La distribuzione varia sensibilmente all'interno di ciascun corpo sedimentario, così come risultano molto variabili gli spessori tra le diverse pianure. In generale procedendo da monte verso valle si individuano due zone con caratteristiche idrogeologiche diverse: nella parte alta predominano gli acquiferi monostrato con corpi ghiaiosi, spesso affioranti in superficie, e coperture limoso-argillose e limoso-sabbiose generalmente poco spesse; nella parte bassa delle pianure si hanno invece situazioni molto differenziate con individuazione di acquiferi multistrato. Nelle principali pianure si riscontrano estesi e potenti corpi di depositi fini separati tra loro da corpi lenticolari ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, mentre nelle pianure minori la situazione è inversa, con ampie lenti di materiali fini che separano corpi ghiaiosi relativamente più spessi. Il complesso è sede di importanti acquiferi le cui acque sono ampiamente utilizzate a scopi civili, industriali e agricoli. Nell'alto corso dei principali fiumi l'alveo è impostato sul substrato mesozoico e terziario, mentre nel tratto terminale lo stesso si imposta sui depositi alluvionali il cui substrato è costituito da terreni argilloso-marnosi plio-pleistocenici. Lo spessore risulta essere molto variabile, in generale tra i 10 e 20 metri nella parte alta della pianura ed un massimo di circa 45 metri in prossimità della foce. L'alimentazione della falda contenuta nel complesso nella parte bassa delle pianure è dovuta principalmente ai fiumi ed ai loro affluenti.

La trasmissività dei depositi più permeabili (ghiaioso-sabbiosi) varia in media da 10^{-2} a 10^{-4} m²/s; la conducibilità idraulica varia in media da 10^{-3} a 10^{-4} m/s, nei depositi prevalentemente limosi o limoso argillosi varia da 10^{-5} a 10^{-6} m/s. La circolazione è favorita dalla presenza di paleoalvei a maggiore permeabilità relativa. L'oscillazione stagionale della piezometrica varia tra 1 e 3 m. La facies idrochimica principale è bicarbonato calcico con tenore salino variabile attorno a 0,6 g/l; in alcune zone della falda sono presenti acque cloruro sodiche e cloruro-sodico-solfatiche plioceniche e messiniane con tenori salini superiori talora a 3 g/l.

La vulnerabilità degli acquiferi del complesso è molto alta, la pericolosità potenziale di inquinamento, a causa dell'elevato sviluppo degli insediamenti industriali, della rete infrastrutturale, dell'attività produttiva e delle attività agricole, è estremamente elevata. Nelle porzioni costiere di alcuni fondovalle il cuneo salino risulta sviluppato oltre il naturale equilibrio.



Idrogeologia

Piezometria delle pianure alluvionali (m s.l.m.)

----- equidistanza di 5 m

————— equidistanza di 10 m

Figura 8-1. Stralcio della carta dello “schema idrogeologico dell’Italia Centrale”, tratta medio-bassa del fiume Pescara e relativa legenda con descrizione dei depositi alluvionali (Nanni et al., 2011)

8.1 Assetto idrogeologico della bassa Valle del Pescara

Dal punto di vista idrogeologico, la parte bassa del fiume Pescara può essere distinta in pianura alluvionale e alveo (Desiderio et al., 2001, 2007), nei paragrafi successivi verranno descritti.

8.1.1 La pianura alluvionale

La pianura del fiume Pescara è costituita da depositi alluvionali terrazzati formati da copri lenticolari ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi, sabbioso-limosi e limoso argillosi. Sono riconoscibili quattro ordini di terrazzi alluvionali (Bonarelli, 1931; Alberti et al., 1962). Quelli alti sono costituiti da conglomerati a matrice limo-sabbiosa, lenti e livelli limo-sabbiosi. Questi terrazzi, affioranti principalmente in sinistra idrografica, sembrano essere, nella parte bassa della pianura, in contatto idraulico con i depositi del fondovalle.

Tra i terrazzi basso quelli de III ordine sono presenti in aree molto estese sia nella sinistra idrografica sia nella destra. Nella parte terminale del fondovalle, per effetto della migrazione verso nord del fiume Pescara, questi depositi sono ben sviluppati soprattutto nella destra idrografica e sono sempre in contatto idraulico con i depositi del IV ordine. I depositi del III e IV ordine sono costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi sabbiosi, sabbie e sabbie ghiaiose. In prossimità della costa prevalgono i limi argillosi e sabbiosi che raggiungono spessori di circa 50 metri.

In prossimità della costa prevalgono i limi argillosi e sabbiosi che raggiungono spessori di circa 50 metri. Così come accade nell'area marchigiana (Celico, 1983; Nanni, 1985) anche qui i terrazzi bassi rappresentano il vero e proprio acquifero mentre i terrazzi alti ospitano spesso falde isolate, fungendo così da zona di ricarica; in alcuni casi risultano legati ai terrazzi bassi sia direttamente sia tramite depositi detritici e coltri eluvio-colluviali.

I terrazzi alti sono riferibili al pleistocene inferiore, quelli del III ordine al Pleistocene superiore, mentre quelli del IV ordine sono olocenici.

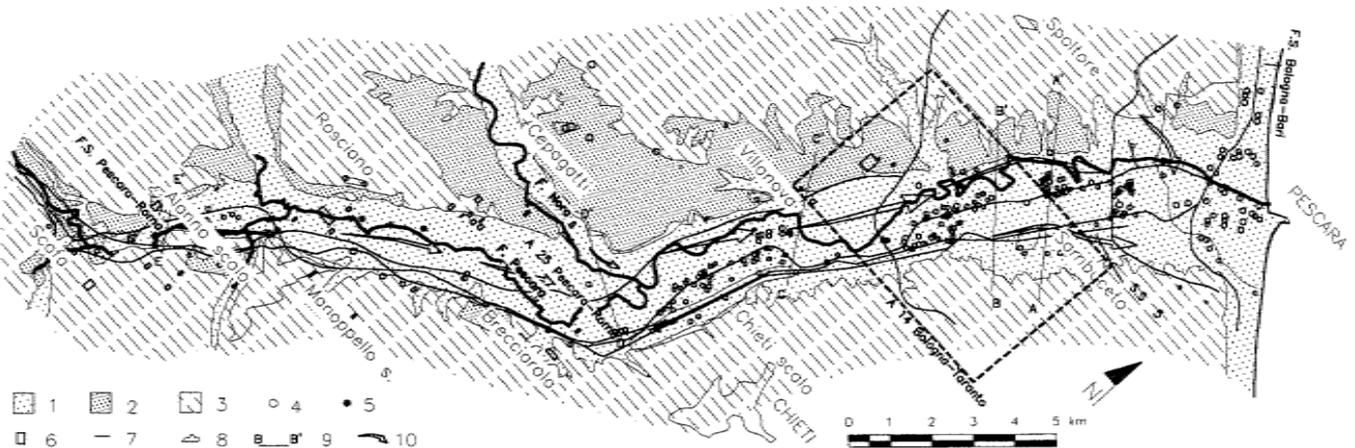


Fig. 2 - Carta idrogeologica della pianura del fiume Pescara. 1) *Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali dei terrazzi bassi (Pleistocene sup.-Olocene)*. Depositi costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi-sabbiosi, sabbie e sabbie-ghiaiose. La ricarica si realizza soprattutto attraverso l'infiltrazione delle acque superficiali di origine appenninica, mentre la circolazione è influenzata dalla presenza di paleovalvei; 2) *Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali dei terrazzi alti (Pleistocene inf.-medio)*. Depositi ghiaiosi in matrice limo-sabbiosa in cui sono presenti lenti e livelli limoso-sabbiosi. Presenti principalmente in sinistra idrografica e solo in alcuni casi in contatto con le alluvioni dei terrazzi bassi. La ricarica avviene attraverso le sole precipitazioni meteoriche, mentre la circolazione è influenzata dalla morfologia del substrato ed è diretta verso i terrazzi bassi; 3) *Complesso idrogeologico dei depositi argilloso-marnosi con intercalati corpi arenaceo-pelitici (Plio-pleistocene)*. Depositi marini prevalentemente argillosi con locali intercalazioni arenaceo-conglomeratiche con permeabilità e circolazione sotterranea limitatissima. Spessore notevole, da alcune centinaia ad alcune migliaia di metri. Modesti acquiferi a permeabilità variabile sono presenti nelle intercalazioni arenaceo-conglomeratiche. Hanno funzione di sostegno nei confronti delle falde contenute nei depositi alluvionali; 4) Produttori reali e potenziali di inquinanti; 5) discariche; 6) cave; 7) infrastrutture a rete; 8) centri abitati; 9) traccia sezioni geologiche; 10) assi di drenaggio principali.

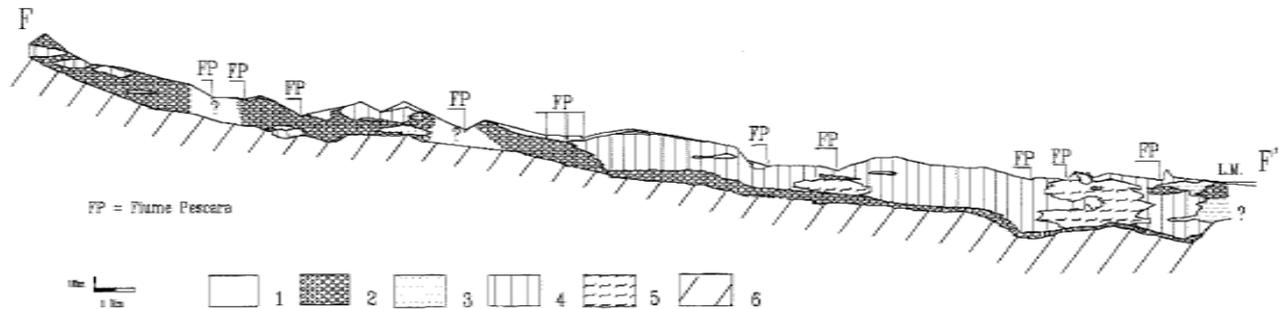


Fig. 5 - Sezione schematica longitudinale della pianura alluvionale del fiume Pescara. 1) Terreni di copertura; 2) Corpi ghiaiosi; 3) Corpi sabbiosi; 4) Corpi limoso-sabbiosi e limoso-argillosi; 5) Corpi argillosi; 6) Substrato Plio-Pleistocenico.

Figura 8-2. Carta idrogeologica del fiume Pescara (Desiderio et al., 2001).

8.1.2 L'alveo

L'alveo fluviale è impostato generalmente su depositi alluvionali e soltanto in alcuni casi incide il substrato. Il suo percorso, a causa dei diversi litotipi indagati e degli innumerevoli interventi antropici, assume configurazioni differenti dalle aree di monte alla foce, passando da incassato dove i depositi alluvionali sono assenti o do ridotta estensione ad anastomizzato, meandriforme fino ad artificialmente rettificato in prossimità della foce. L'aspetto dell'alveo fluviale è comunque stato modificato enormemente dalle opere antropiche realizzate su di esso. Queste opere pertanto hanno modificato fortemente sia la dinamica fluviale, sia gli ambienti ad essa collegati, sia i rapporti tra fiume e falda.

Per quanto concerne la distribuzione dei litotipi, essa varia sensibilmente nella pianura così come variabile risulta lo spessore dei depositi alluvionali. Nell'area di progetto predominano i depositi limosi, limoso-sabbiosi e limoso-argillosi, in cui sono intercalati, con spessori variabili fra 0.5 e 20 m, depositi argillosi, sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi. I limi hanno spessori massimi intorno ai 42 m e, in maniera non continua sono delimitati alla base da

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 49 di 121

ghiaie il cui spessore è compreso tra 0 e 10 m; queste ultime poggiano con continuità sul substrato argilloso plio-pleistocenico.

8.2 Assetto idrogeologico locale

L'approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire, con il dovuto grado di dettaglio, le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo a tale settore. Le analisi sono state basate, in particolare, sui dati geologico-strutturali a disposizione e sulle informazioni idrogeologiche presenti nella vasta letteratura scientifica riguardante l'area.

Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato, ove possibile, con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione. Inoltre, i dati piezometrici provenienti dal monitoraggio e le informazioni idrogeologiche contenute negli studi esistenti, hanno costituito un valido strumento per la ricostruzione del deflusso idrico sotterraneo di alcuni settori caratteristici dell'area di studio.

Infine, lo studio geologico condotto ha permesso di definire lo stato di alterazione e le caratteristiche granulometriche dei terreni interessati dalle opere in progetto. Questi infatti influenzano in maniera diretta il coefficiente di permeabilità dei vari corpi geologici e, quindi, la circolazione idrica sotterranea dell'intera area di studio.

Per la cartografia idrogeologica di progetto si rimanda all'elaborato "Carta idrogeologica e profilo idrogeologico Tav. 1/2 e 2/2 alla scala 1:5000/500" (codifica elab. IA4S-01-D69-N5-GE0002-001-B e IA4S-01-D69-N5-GE0002-002-B) allegati al presente studio.

8.2.1 Complessi idrogeologici

Nell'area in esame sono stati individuati principalmente quattro complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Di seguito, vengono descritti i caratteri peculiari dei diversi complessi individuati, seguendo uno schema basato sull'assetto geologico e litostratigrafico dell'area in esame.

Nello specifico, la definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi presenti nell'area è stata compiuta prevalentemente in considerazione delle numerose prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle diverse campagne di indagine. Nel paragrafo "Prove di permeabilità" si riporta una sintesi di tali prove, con indicazione dei valori di permeabilità determinati e dei relativi complessi idrogeologici di appartenenza.

Ovviamente, la stima del *range* di variazione del coefficiente di permeabilità relativo ad ogni complesso idrogeologico ha tenuto conto, oltre che delle prove di permeabilità condotte, anche delle caratteristiche sedimentologiche e litologiche dei terreni, nonché del grado di alterazione e fessurazione degli ammassi. In tal modo è stato quindi possibile integrare il *set* di dati idrogeologici disponibili anche in settori di territorio e complessi idrogeologici sprovvisti di specifiche prove in foro.

8.2.1.1 Complesso ghiaioso-sabbioso

Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate a molto arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti resti di lamellibranchi e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	50 di 121

Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di discreta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media ad alta.

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* ghiaioso-sabbiosa dei depositi alluvionali terrazzati appartenenti alle unità ALT1a e ALT2a. Coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

8.2.1.2 Complesso limoso-sabbiosi

Limo-sabbiosi e sabbiosi, a stratificazione indistinta o incrociata.

Costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di modesta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a media.

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* ghiaioso-sabbiosa dei depositi alluvionali terrazzati appartenenti alle unità ALT3a. Coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

8.2.1.3 Complesso limoso-argilloso

Limi argillosi, argille sabbiose e limi argilloso-sabbiosi, a struttura indistinta o laminata, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi, limi sabbiosi, sabbie e sabbie limose, a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; torbe e terreni organici, a struttura indistinta, con locali frammenti di foglie e radici; a luoghi si rinvengono passaggi di argille limose e limi argilloso-sabbiosi, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *aquitard* di importanza variabile in relazione allo spessore dei depositi, generalmente rappresentati da orizzonti discontinui e di esigua potenza; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a bassa.

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* prevalentemente argillosa dei depositi alluvionali appartenenti all'unità ALT4a. Coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-8}$ e $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

8.2.1.4 Complesso argilloso-argilloso marnoso

Argille e argille debolmente marnose, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi, limi sabbiosi.

Costituiscono il substrato geologico inalterato o debolmente alterato, presentano permeabilità molto bassa o nulla e non consentono quindi infiltrazione di acqua al loro interno, se non in sporadici livelli molto fratturati (permeabilità secondaria) o nelle rare intercalazioni sabbiose

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* prevalentemente dai depositi di natura argillosa-argillosa marnosa marina appartenenti all'unità FMTa. Coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-9}$ e $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	52 di 121

Misura falda da b.f.	-1,27	-1,09	-1,05	-0,48	-0,84	-1,74	-0,85	-
Data 3° rilievo	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018	-
Misura falda da b.f.	-1,35	-1,17	-1,13	-0,55	-0,90	-1,73	-0,90	-
Data 4° rilievo	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	-
Misura falda da b.f.	-1,40	-1,16	-1,15	-0,60	-0,94	-1,75	-1,15	-
Data 5° rilievo	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	-
Misura falda da b.f.	-1,40	-1,27	-1,20	-0,63	-1,02	-1,55	Interrato	-
Data 6° rilievo	06/10/2018	06/10/2018	06/10/2018	06/10/2018	06/10/2018	06/10/2018	06/10/2018	-
Misura falda da b.f.	-1,46	-1,26	-1,22	-0,60	-1,07	-1,67	-1,74	-
Data 7° rilievo	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	13/11/2018
Misura falda da b.f.	-1,06	-1,15	-1,27	-0,70	-1,09	-1,72	-0,98	-1,70
Data 8° rilievo	08/12/2018	08/12/2018	08/12/2018	08/12/2018	08/12/2018	10/12/2018	08/12/2018	08/12/2018
Misura falda da b.f.	-1,05	-1,15	-1,10	-0,58	-1,00	Accesso chiuso	-0,65	-1,50
Data 9° rilievo	18/01/2019	18/01/2019	18/01/2019	18/01/2019	18/01/2019	18/01/2019	19/01/2019	19/01/2019
Misura falda da b.f.	-0,83	-0,97	-1,13	-0,54	-0,97	-1,60	-0,10	-1,26
Data 10° rilievo	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019
Misura falda da b.f.	-0,88	-1,00	-0,95	-0,55	-0,90	Accesso chiuso	-0,50	-1,70
Data 11° rilievo	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019
Misura falda da b.f.	-1,00	-1,08	-1,10	-0,60	-0,94	-1,74	-0,66	-1,79
Data 12° rilievo	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019
Misura falda da b.f.	-1,10	-0,8	-1,16	-0,6	-0,95	-1,6	-1,03	-1,34
Data 13° rilievo	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019
Misura falda da b.f.	-1,14	-1,03	-1,18	-0,6	-0,93	Accesso chiuso	-0,90	-1,30
Data 14° rilievo	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019
Misura falda da b.f.	-1,25	-1,15	-1,22	-0,55	-0,97	-2,70	-1,00	inaccessibile
Data 15° rilievo	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019
Misura falda da b.f.	-1,50	-1,30	-1,30	-0,65	-1,16	Accesso chiuso	-1,30	distrutto

Data 16° rilievo	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019
Misura falda da b.f.	-1,48	-1,30	-1,30	-0,70	-1,10	Accesso chiuso	-1,50	-
Data 17° rilievo	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020
Misura falda da b.f.	-1,13	-1,15	-1,26	-0,6	-1,03	Accesso chiuso	-1,50	-
Data 18° rilievo	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020
Misura falda da b.f.	-1,18	-1,20	-1,08	-0,60	-1,03	Accesso chiuso	-1,05	-
Data 19° rilievo	17/09/2020	17/09/2020	17/09/2020	17/09/2020	17/09/2020	17/09/2020	17/09/2020	17/09/2020
Misura falda da b.f.	-1,45	-1,35	-1,30	-0,80	-1,10	Accesso chiuso	-1,60	-
Data 20° rilievo	02/12/2020	02/12/2020	02/12/2020	02/12/2020	02/12/2020	02/12/2020	02/12/2020	02/12/2020
Misura falda da b.f.	-1,00	-1,15	-1,30	-0,75	-1,07	Accesso chiuso	-1,55	

Tabella 8-2. Misurazioni piezometriche, con la sigla "b.f." si indica bocca foro.

Per il **Lotto 1** la falda si attesta a circa 1.00 m, infatti le letture oscillano 0.80 m a 1.30 m, fatta eccezionale per il sondaggio N4 la falda si oscilla intorno a 0.5 cm e il sondaggio 7 la falda da piano campagna si attesta tra il 1.5 m e 1.7 m. Le attività di monitoraggio piezometrico risultano ad oggi ancora in corso.

Visto la discordanza tra le letture piezometriche e le indicazioni della falda nelle prove SCPTU nella zona di Pescara, riportate nell'elaborato integrativo della geofisica (codifica elab. IA4S 01 D69 IG GE0005 002 A), quest'ultime non sono state prese in considerazione.

Per quanto riguarda in nuovo sondaggio 1SD1_int le prime letture non si dissociano dalle letture della zona, il livello registrato oscilla tra -1,50 e -1,70 m dal piano campagna.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

9 CAMPAGNE DI INDAGINE

Nel corso dello studio sono state consultate e analizzate tutte le indagini geognostiche disponibili e appositamente realizzate nel settore di territorio interessato dagli interventi in progetto. Nello specifico, si citano la campagna di indagine 2018-2019 e le integrazioni del 2020 eseguite da Italferr a supporto delle indagini reperite in bibliografia (Urbano, 2014-2016).

L'intero *set* di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di approfondimento progettuale, circa l'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei terreni interessati dalle opere in progetto.

9.1 Campagna di indagine Italferr 2018-2019 e integrazioni 2020

Nel corso del complesso *iter* progettuale sino ad oggi espletato, si sono succedute differenti campagne di indagini geognostiche, durante le quali sono state realizzate sia indagini dirette sia indirette. Complessivamente, nel corso del periodo 2018-2019, sono state analizzate le seguenti indagini di sito:

- n. 10 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, tutti strumentati con piezometro e attrezzati per prova Lefranc a carico variabile;
- n. 8 prove penetrometriche statiche CPT;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n. 6 stendimenti sismici M.A.S.W.;
- n. 2 stendimenti di sismica a rifrazione SRT;
- n. 4 stendimenti di geoelettrica ERT;
- n. 4 penetrometriche con punta sismica, con annessa stazione HVSR;
- n. 8 campionamenti in alveo.

Il numero totale dei campioni di terreno prelevati è di 74, mentre quello delle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio è di 58.

9.1.1 Sondaggi geognostici e penetrometriche 2020

Nel maggio 2020 sono stati approfonditi alcuni settori dell'area d'intervento. In Tabella 9-2 si riporta la sintesi delle indagini integrative eseguite, con indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota e della profondità raggiunta, nonché dell'eventuale strumentazione di monitoraggio installata. In Appendice II sono riportati i certificati delle indagini eseguite.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Campioni	SPT	Lefranc	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est						
1SD1_int	Sondaggio a carotaggio continuo	4699454.620	435046.910	3,01	50.0	6*	13	2*	Piezometro Casagrande (35.00)

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Campioni	SPT	Lefranc	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est						
CPT1	Prova penetrometrica	4698708.000	434134.000	4.8	23.40				
CPT2	Prova penetrometrica	4695990.000	431749.000	15.01	23.40				
CPT3	Prova penetrometrica	4695604.031	431983.709	19.8	20.40				
DPSH2	Prova penetrometrica	4698139.010	433653.001	7.8	20.20				

*in fase di elaborazione

Tabella 9-1. Riepilogo delle indagini in sito eseguite nella campagna 2020

9.1.2 Sondaggi geognostici e penetrometriche 2018-19

In Tabella 9-2 si riporta la descrizione dei sondaggi eseguiti, con indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota e della profondità raggiunta, nonché dell'eventuale strumentazione di monitoraggio installata.

In Tabella 8-2 si riportano i dati del monitoraggio piezometrico dei sondaggi di Tabella 9-2.

In Tabella 9-3 si riporta la descrizione delle penetrometriche eseguite, con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota e della profondità raggiunta.

Per i dettagli sui sondaggi geognostici si rimanda al documento "Relazione generale - Indagini geognostiche, prove in situ e campionamenti" (codifica elab. IA4S-01-D69-SG-GE0005-001-A), allegato al presente studio.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Campioni	SPT	Lefranc	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est						
S1	Sondaggio a carotaggio continuo	4699588.196	435547.990	1.53	51.0	5	8	1	Piezometro t.a. 2" a 42 m da p.c. (fessurato tra 15 e 42 m da p.c.)
S2	Sondaggio a carotaggio continuo	4699449.738	435238.798	1.94	40.0	4	7	1	Piezometro t.a. 2" a 39 m da p.c. (fessurato tra 8 e 36 m da p.c.)
S3	Sondaggio a carotaggio continuo	4699455.330	435097.305	2.15	37.50	4	6	1	Piezometro t.a. 2" a 30 m da p.c. (fessurato tra 24 e 30 m da p.c.)
S4	Sondaggio a carotaggio continuo	4699410.630	434726.296	1.94	40.0	4	7	1	Piezometro t.a. 2" a 21 m da p.c. (fessurato tra 15 e 21 m da p.c.)
S5	Sondaggio a carotaggio continuo	4699241.882	434552.403	2.99	30.0	3	5	1	Piezometro t.a. 2" a 30 m da p.c. (fessurato tra 15 e 30 m da p.c.)
S6	Sondaggio a carotaggio continuo	4697116.831	433038.667	11.90	40.0	4	7	1	Piezometro t.a. 2"
S7	Sondaggio a carotaggio continuo	4696539.807	432560.201	15.32	30.0	4	5	1	Piezometro t.a. 2" a 30 m da p.c. (fessurato tra 6 e 27 m da p.c.)
S8	Sondaggio a carotaggio continuo	4695825.484	431930.265	17.39	30.0	4	5	1	Piezometro t.a. 2" a 30 m da p.c. (fessurato tra 6 e 24 m da p.c.)
S8n	Sondaggio a carotaggio continuo	4698000.18	433669.47	9.31	31.2	5	4	1	Piezometro t.a. 2" a 31.2 m da p.c. (fessurato tra 2.7 e 29.7 m da p.c.)

Tabella 9-2. Riepilogo delle indagini in sito eseguite nella campagna 2017-2019.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]
		Nord	Est		
DPSH01	DPSH	4698174.00	433771.00	11	18
CPTu_02	CPTu	4697998.00	433673.00	11.00	6.86
CPTu_03	CPTu	4696795.00	432792.00	15.00	9.85
CPTu_04	CPTu	4696331.00	432424.00	16.00	13.42
CPTu_05	CPTu	4696060.00	432180.00	20.00	9.80
CPTu_06	CPTu	4695500.00	431740.00	21.00	13.49

Tabella 9-3. Riepilogo delle prove penetrometriche eseguite nella campagna 2017-2019.

9.1.3 Prospezioni sismiche

Nella Tabella 9-4 e Tabella 9-5 si riportano la descrizione degli stendimenti e indagini puntuali eseguiti, con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate geografiche, della quota e della profondità raggiunta, nonché dell'eventuale strumentazione di monitoraggio installata.

Per i dettagli sulle indagini geofisiche e geoelettriche si rimanda ai documenti di geofisica e integrazioni (codifica elab. IA4S-01-D69-IG-GE0005-001-A e IA4S-01-D69-IG-GE0005-002-A), allegato al presente studio.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate				Data	Quota [m slm]
		Inizio linea		Fine linea			
		Nord	Est	Nord	Est		
MASW1	MASW	42°26'46.06"	14°12'59.34"	42°26'44.92"	14°12'57.77"	05-02-2018	1.0
MASW2	MASW	42°26'41.32"	14°12'41.63"	42°26'41.42"	14°12'39.08"	05-02-2018	1.0
MASW3	MASW	42°26'40.43"	14°12'26.07"	42°26'39.98"	14°12'23.64"	05-02-2018	1.0
MASW4	MASW	42°26'02.45"	14°11'44.42"	42°26'00.87"	14°11'43.04"	06-02-2018	8.0
MASW5	MASW	42°24'53.59"	14°10'35.49"	42°24'52.20"	14°10'33.89"	06-02-2018	18.0
MASW5_bis	MASW	42°25'3.69"	14°10'48.64"	42°25'04.85"	14°10'50.02"	06-02-2018	15.0
ERT1	MASW	42°26'35.87"	14°12'18.58"	42°26'34.51"	14°12'16.32"	07-02-2018 08-02-2018	6.0
ERT2	MASW	42°25'24.11"	14°11'9.64"	42°25'21.68"	14°11'7.37"	07-02-2018 08-02-2018	14.0
ERT3	ERT	42°24'42.72"	14°10'22.69"	42°24'41.78"	14°10'21.42"	28-05-2018 29-05-2018	20
ERT4	ERT	42°24'29.84"	14°10'9.61"	42°24'27.46"	14°10'8.04"	28-05-2018 29-05-2018	14
SRT2	SRT	42°25'55.46"	14°11'39.10"	42°25'52.23"	14°11'36.22"	31-05-2018 01-06-2018	10.0
SRT6	SRT	42°25'16.84"	14°11'2.42"	42°25'13.99"	14°10'58.82"	31-05-2018 01-06-2018	15.0

Tabella 9-4. Riepilogo delle indagini geofisiche e geoelettriche eseguite nella campagna 2018-2019.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Categoria di sottosuolo
		Nord	Est			
SCPTu1	SCPTu+HVS	4699667.15	435601.54	2.5	29.88	D
SCPTu2	SCPTu+HVS	4699427.27	435090.31	3.3	29.95	C
SCPTu3	SCPTu+HVS	4699275.29	434616.89	4	29.91	C
SCPTu4	SCPTu+HVS	4699018.00	434351.00	5.2	29.84	C

Tabella 9-5. Riepilogo delle penetrometriche sismiche Gennaio 2019.

9.1.4 Prove di laboratorio

Sui campioni indisturbati di terreno (CI), rimaneggiati (R) e semi-disturbati di roccia (CS) prelevati nei sondaggi stratigrafici descritti al paragrafo precedente, sono state eseguite le prove di laboratorio geotecnico. In particolare, oltre all'apertura ed alla descrizione dei campioni, sono state effettuate le seguenti prove:

- descrizione del campione;
- proprietà fisiche (γ , w_n);
- limiti di Atterberg;
- analisi granulometrica;
- classificazione USCS e AASHTO;
- prova di compressione semplice (ELL);
- prova di taglio diretto CD;
- prova di compressione triassiale consolidata drenata (CD), consolidata non drenata (CU), non consolidata non drenata (UU);
- prove edometriche.

In Tabella 9-6 si riporta un riepilogo dei campioni prelevati.

Per il dettaglio delle prove geotecniche di laboratorio effettuate si rimanda al documento "Prove geotecniche di laboratorio" (codifica IA4R-01-D69-PR-GE0005-001-A).

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Descriz. camp.	Propri. fisiche	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Class.	ELL	Taglio CD	TX	EDO
S1	CI1	6.80 – 7.30	X	X	X	X	X			X (CD)	X
S1	CI2	14.00 – 14.50	X	X	X	X	X	X			

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Descriz. camp.	Propri. fisiche	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Class.	ELL	Taglio CD	TX	EDO
S1	CI3	23.00 – 23.50	X	X	X	X	X			X (UU)	
S1	CI4	30.00 – 30.50	X	X	X	X	X			X (CU)	
S1	CS5	48.30 – 48.90	X	X	X	X	X		X	X (UU)	X
S2	CI1	4.30 – 4.80	X	X	X	X	X			X (CD)	
S2	CI2	11.80 – 12.40	X	X	X	X	X	X	X		
S2	CI3	21.60 – 22.20	X	X	X	X	X			X (UU)	
S2	CI4	27.40 – 28.00	X	X	X	X	X			X (UU)	
S3	CI1	4.30 – 4.80	X	X	X	X	X		X		X
S3	CI2	10.50 – 11.00	X	X	X	X	X	X	X		X
S3	CI3	21.00 – 21.60	X	X	X	X	X			X (UU)	X
S3	CI4	29.00 – 28.60	X	X	X	X	X	X	X		X
S4	CI1	6.80 – 7.30	X	X	X	X	X		X		X
S4	CI2	16.20 – 16.70	X	X	X	X	X	X			X
S4	CI3	25.00 – 25.60	X	X	X	X	X			X (UU)	X
S4	CI4	32.50 – 33.00	X	X	X	X	X	X	X		
S5	CI1	4.60 – 5.10	X	X	X	X	X			X (CD)	X
S5	CI2	11.70 – 12.30	X	X	X	X	X	X	X		X
S5	CI3	18.60 – 19.20	X	X	X	X	X			X (UU)	X
S6	CI1	5.80 – 6.30	X	X	X	X	X		X		X
S6	CI2	12.00 – 12.60	X	X	X	X	X	X	X		X
S6	CI3	19.50 – 20.10	X	X	X	X	X		X	X (UU)	X
S6	CI4	27.00 – 27.60	X	X	X	X	X			X (CU)	X
S7	CI1	4.50 – 5.10	X	X	X	X	X		X		X
S7	CI2	9.00 – 9.60	X	X	X	X	X	X			

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Descriz. camp.	Propri. fisiche	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Class.	ELL	Taglio CD	TX	EDO
S7	CI3	19.50 – 20.05	X	X	X	X	X			X (UU)	
S7	CI4	25.00 – 25.40	X	X	X	X	X		X		X
S8	CI1	4.50 – 5.05	X	X	X	X	X			X	X
S8	CI2	16.50 – 17.10	X	X	X	X	X		X		X
S8	CI3	21.60 – 22.10	X	X	X	X	X			X (UU)	
S8	CI4	25.40 – 25.95	X	X	X	X	X			X (CU)	
S8n	CI2	3.00 – 3.50	X	X	X	X	X			X (CU)	
S8n	CR1ter	5.60 – 6.00	X	X	X	X	X				
S8n	CR1quater	8.00 – 8.50	X	X	X	X	X		X		
S8n	CI1	13.50 – 14.00	X	X	X	X	X				
S8n	CR1bis	20.75 – 21.35	X	X	X	X	X		X		

Tabella 9-6. Riepilogo delle prove di laboratorio geotecnico eseguite nella campagna 2018-2019.

Data la necessità di approfondire le analisi sulla composizione granulometrica dei terreni indagati, anche sui n. 40 campioni prelevati nel corso delle prove SPT sono state effettuate analisi granulometriche e Limiti di Atterberg.

In Tabella 9-7 si riporta un riepilogo dei campioni prelevati dalle prove SPT.

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Classificazione
S1	SPT1	7.30 – 7.75	X	X	X
S1	SPT2	11.50 – 11.95	X	X	X
S1	SPT3	16.00 - 16.45	X	X	X
S1	SPT4	20.00 – 20.45	X	X	X
S1	SPT5	25.00 – 25.45	X	X	X
S1	SPT6	30.50 – 30.95	X	X	X
S1	SPT7	34.00 – 34.45	X	X	X

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Classificazione
S2	SPT1	4.80 – 5.25	X	X	X
S2	SPT2	10.50 – 10.95	X	X	X
S2	SPT3	10.40 – 10.85	X	X	X
S2	SPT4	20.10 – 20.55	X	X	X
S2	SPT6	29.70 – 30.15	X	X	X
S3	SPT1	4.80 – 5.25	X	X	X
S3	SPT2	11.05 – 11.50	X	X	X
S3	SPT3	15.00 – 15.45	X	X	X
S3	SPT4	19.50 – 19.95	X	X	X
S3	SPT5	24.60 – 25.05	X	X	X
S4	SPT1	5.40 – 5.85	X	X	X
S4	SPT2	10.20 – 10.65	X	X	X
S4	SPT3	14.70 – 15.15	X	X	X
S4	SPT4	19.70 – 20.15	X	X	X
S4	SPT5	25.60 – 26.05	X	X	X
S4	SPT6	30.40 – 30.85	X	X	X
S5	SPT1	5.10 – 5.55	X	X	X
S5	SPT2	10.20 – 10.65	X	X	X
S5	SPT3	15.40 – 15.85	X	X	X
S5	SPT4	20.70 – 21.15	X	X	X
S6	SPT1	4.60 – 5.05	X	X	X
S6	SPT2	10.60 – 11.05	X	X	X
S6	SPT3	15.00 – 15.45	X	X	X
S6	SPT4	20.10 – 20.55	X	X	X
S6	SPT5	25.50 – 25.95	X	X	X

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Classificazione
S6	SPT6	30.00 – 30.45	X	X	X
S7	SPT1	5.10 – 5.55	X	X	X
S7	SPT2	9.60 – 10.05	X	X	X
S7	SPT4	20.05 – 20.50	X	X	X
S8	SPT1	6.50 – 6.95	X	X	X
S8	SPT2	9.30 – 9.75	X	X	X
S8n	SPT1	4.71 – 5.15	X	X	X
S8n	SPT4	21.35 – 21.80	X	X	X

Tabella 9-7. Riepilogo delle prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni da Nspt.

9.1.5 Campionamento in alveo

Sono stati eseguiti n. 8 campionamenti manuali in alveo in corsi d'acqua minori, direttamente o indirettamente interferenti con la linea ferroviaria esistente, per lo studio del trasporto solido e per la modellazione idraulica. In Tabella 9-8 si riporta la descrizione dei campionamenti eseguiti, con indicazione dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM e della quota. Per i dettagli si rimanda alla "Relazione generale – Indagini geognostiche, prove in sito e campionamenti" (cod. elab. IA4S-01-D69-SG-GE0005-001-A) e per le analisi granulometrie alle "Analisi granulometriche da Nspt e pozzetti di idraulica" (cod. elab. IA4S-01-D69-PR-GE0005-002-A).

CAMPIONAMENTI IN ALVEO	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]
	Nord	Est	
PR 13	4695518.00	431873.00	22.00
PR 14	4695661.00	431819.00	20.00
PR 15	4696901.00	432891.00	15.00
PR 16	4696970.57	432950.74	16.00
PR 17	4697962.00	433610.00	10.00
PR 18	4698109.00	433708.00	11.00

CAMPIONAMENTI IN ALVEO	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]
	Nord	Est	
PR 11	4695284.02	431721.02	18.00
PR 12	4695455.00	431643.00	17.00

Tabella 9-8. Riepilogo dei campionamenti in alveo

9.2 Indagini bibliografiche

Al set di indagini geognostiche eseguite per il presente progetto si aggiungono n. 8 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti tra il 1981 e il 2005, reperiti da bibliografia (Urbano, 2014-2016), le cui indicazioni relative alla tipologia di indagine, ubicazione nel sistema di coordinate UTM, quota, profondità raggiunta dalla perforazione e livello della falda (probabilmente misurato durante la perforazione) sono riportate in Tabella 9-9.

Le stratigrafie semplificate sono allegate al presente studio (APPENDICE I).

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Livello di falda [metri s.l.m.]
		Nord	Est			
63	Sondaggio a carotaggio continuo	4698827.26	434592.97	1.50	45.0	2.20
B66_1	Sondaggi a carotaggio continuo	4696933.16	433095.39	14.00	15.0	-
B66_2				14.00	13.20	-
77	Sondaggio a carotaggio continuo	4698193.35	433349.92	9.30	50.0	5.50
78	Sondaggio a carotaggio continuo	4698308.98	433455.23	9.10	42.0	2.10
80	Sondaggio a carotaggio continuo	4697728.76	433424.26	12.00	55.0	-
88	Sondaggio a carotaggio continuo	4696747.94	431797.77	16.00	39.00	-
S001	Sondaggio a carotaggio continuo	431312.00	431312.00	21.00	30.5	1.12

Tabella 9-9. Riepilogo delle indagini in sito reperite in bibliografia

10 SISMICITÀ DELL'AREA

Sulla base di quanto riportato nelle NTC 2018, nel seguente capitolo verranno analizzate la classificazione sismica e la microzonazione sismica dei comuni interessanti.

10.1 Classificazione sismica e pericolosità sismica di base

La classificazione sismica del territorio nazionale è stata elaborata e rivisitata in seguito ai principali terremoti; tra questi, in particolare, quelli verificatisi in Irpinia nel 1980 ed in Molise nel 2002.

Fino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione; la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità S.

Per quanto concerne la classificazione sismica del territorio in esame, trova attuazione la classificazione sismica stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n.3274/2003, la quale ha introdotto una nuova classificazione sismica, suddividendo il territorio nazionale in quattro zone caratterizzate da diverso grado di sismicità e sottoposte alle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Le zone sono definite rispettivamente ad alta sismicità la zona 1, a media sismicità la zona 2 e a bassa sismicità la zona 3, mentre nella zona 4 viene demandata alle regioni la facoltà di imporre o meno l'obbligo della normativa.

Il Comune di Pescara e S. Giovanni Teatino risulta classificato in zona "3", come riportato in Figura 10-1.

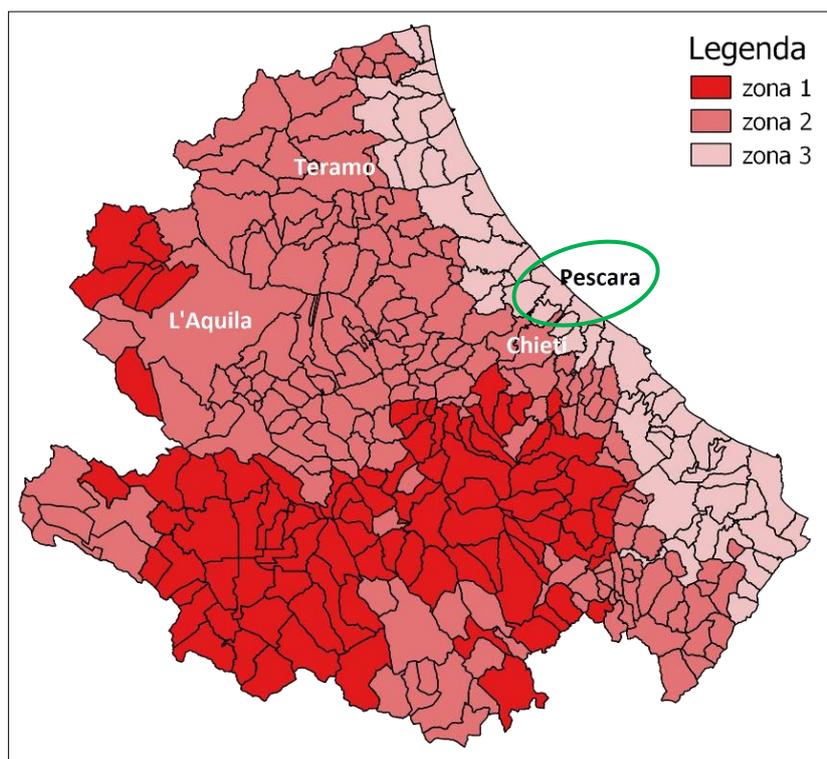


Figura 10-1. Classificazione sismica dei Comuni dell'Abruzzo. In verde l'area del Comune di Pescara

Rispetto alla classificazione sismica del comune di Pescara e in base alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 28/04/2006 n.3519), il range di accelerazione massima del suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area in studio è compresa tra 0.05 e 0.15 g (Tabella 10-1).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a _g /g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche, a _g /g)
1	>0.25	0.35
2	0.15 ÷ 0.25	0.25
3	0.05 ÷ 0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Tabella 10-1. Valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi caratterizzati da V_{s,30}>800 m/s

10.2 Sismicità storica

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di Pescara.

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15 (Locati et al., 2016), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida et al., 2016, consultabile on-line al sito <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).

Nella successiva tabella sono indicati con i seguenti simboli:

Is = intensità in sito (MCS);

Anno = anno Me = mese Gi = giorno Or = ora;

NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;

Io = intensità massima (MCS);

Mw = magnitudo momento.

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6.67
5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
NF	1897 04 27 02 17 5	Maiella	27	5	4.21
3	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
5-6	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
NF	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
3	1925 09 24 13 33 4	Molise occidentale	50	7	5.26
4-5	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
5	1933 09 26 03 33 2	Maiella	325	9	5.90
6	1943 01 29	Monti Sibillini	50	6-7	4.94
5	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
F	1951 05 25 20 42	Adriatico centrale	5	4	4.55
4	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5.25
3	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
3	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
3	1972 02 29 20 54 1	Gargano	21	6	4.71
4	1972 06 14 18 55 5	Costa anconetana	17		4.68
4	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 06 09 16 02 4	Aquilano	28	6	4.64
5	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
4	1987 07 03 10 21 5	Costa Marchigiana	359	7	5.06
4	1987 09 04 16 42 4	Costa Marchigiana	75	6	4.66
4	1992 02 18 03 30 0	Chietino	73	5-6	4.11
3-4	1992 07 16 05 38 5	Chietino	107	5-6	4.22
5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4-5	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
NF	2003 06 01 15 45 1	Molise	501	5	4.44
8	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6.67
5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
6	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
NF	1897 04 27 02 17 5	Maiella	27	5	4.21
3	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
5-6	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
NF	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
3	1925 09 24 13 33 4	Molise occidentale	50	7	5.26

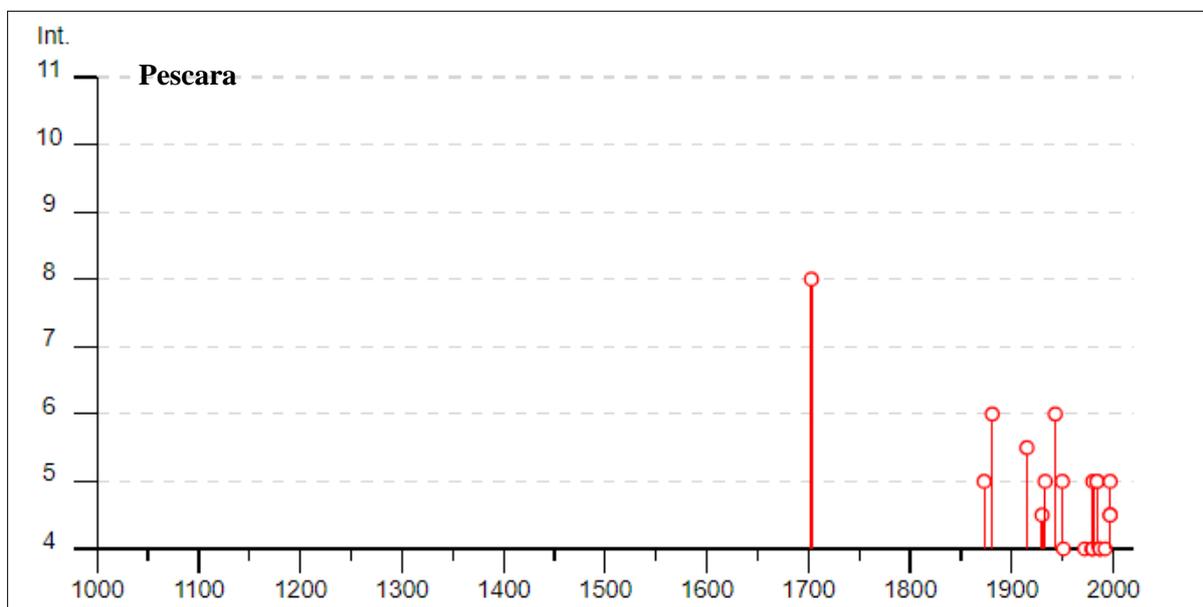


Figura 10-2. Storia sismica del Comune di Pescara [42.461, 14.213].

10.3 Sorgenti sismogenetiche

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.2.1) del “*Database of Individual Seismogenic Sources - A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*” (DISS), inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise & Pantosti, 2001).

Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. La nuova versione del Database contiene oltre 100 sorgenti sismogenetiche identificate attraverso studi geologico-geofisici (70% in più rispetto alla precedente versione). Tali sorgenti ricadono sull'intero territorio italiano e su alcune regioni confinanti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive, consentendo in alcuni casi di individuare aree di potenziale gap sismico.

Obiettivo del Database è quello di rendere quanto più possibile completa l'informazione sulle sorgenti sismogenetiche potenziali del territorio nazionale; per questa ragione, oltre ad un numero maggiore di sorgenti individuali, viene proposta una forma di rappresentazione e caratterizzazione di tutte le aree che, pur essendo certamente in grado di generare forti terremoti, sono ancora poco comprese. È stata pertanto istituita una nuova categoria di aree sismogenetiche per le quali, in analogia con quanto proposto dalla nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti & Valensise, 2004), viene fornita la localizzazione geografica, la stima del meccanismo di fagliazione, la profondità efficace e la magnitudo massima attesa.

Dall'esame del Database, pur non ricadendo entro alcuna zona sismogenetica, il sito si colloca nelle vicinanze delle zone ITCS075, ITCS079, ITCS020.

Di seguito si riportano le indicazioni di dettaglio e le caratteristiche riguardanti le zone sismogenetiche appena citate.

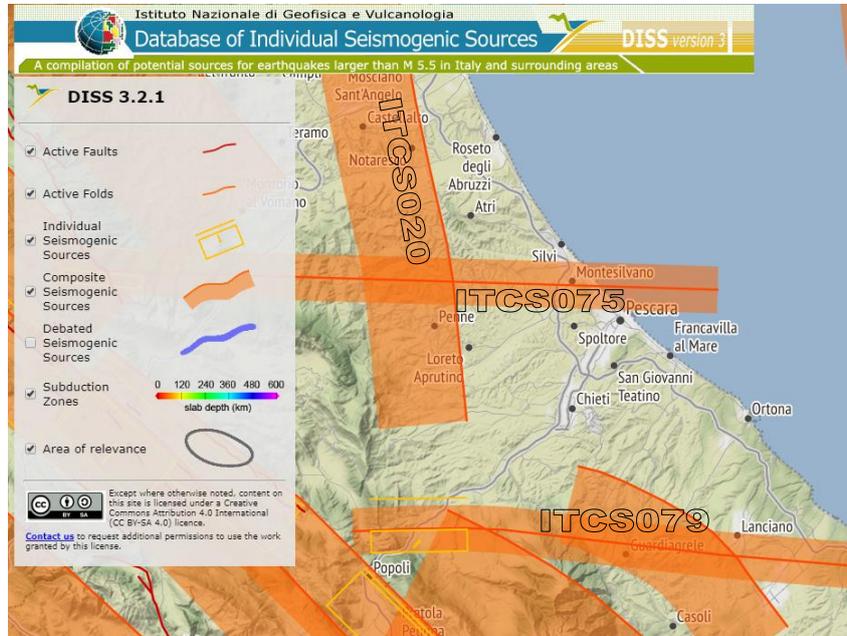


Figura 10-3. Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del DISS per l'area in oggetto

ITCS075 (Lago di Campotosto – Montesilvano)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	11.0	OD	Based on regional geological and structural data.
Max depth [km]	20.0	OD	Based on regional geological and structural data.
Strike [deg] min... max	80... 100	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Dip [deg] min... max	65... 90	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Rake [deg] min... max	170... 230	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1... 0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	5.7	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 10-4. Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Lago di Campotosto - Montesilvano (ITCS075)

ITCS079 (Thrust basale dell'Abruzzo Citeriore)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.0	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Max depth [km]	8.0	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Strike [deg] min... max	110...150	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Dip [deg] min... max	20...40	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Rake [deg] min... max	80...100	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	5.6	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 10-5. Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Thrust basale dell'Abruzzo citeriore (ITCS079).

ITCS020 (Marche meridionale)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.5	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Max depth [km]	13.0	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Strike [deg] min... max	140...175	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Dip [deg] min... max	35...50	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.15...0.4	OD	Derived from restoration of base of Pleistocene horizon.
Max Magnitude [Mw]	5.9	EJ	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 10-6 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Thrust basale dell'Abruzzo citeriore (ITCS020).

10.4 Magnitudo di riferimento

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i rate di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica (Figura 10-8) è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento Mw.

Nel caso di siti che ricadono al di fuori di tali zone si dovrà eseguire un'analisi accoppiata magnitudo distanza per il calcolo del valore di magnitudo in relazione alla distanza minima di ogni sito dalle zone sismogenetiche circostanti.

Il territorio in oggetto ricade in prossimità della zona sismogenetica 918 “Medio-Marchigiana/Abruzzese”, caratterizzata da Mw=6.37 (Figura 10-7).

Nome ZS	Numero ZS	M _{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Figura 10-7. Valori di Mwmax per le zone sismogenetiche di ZS9

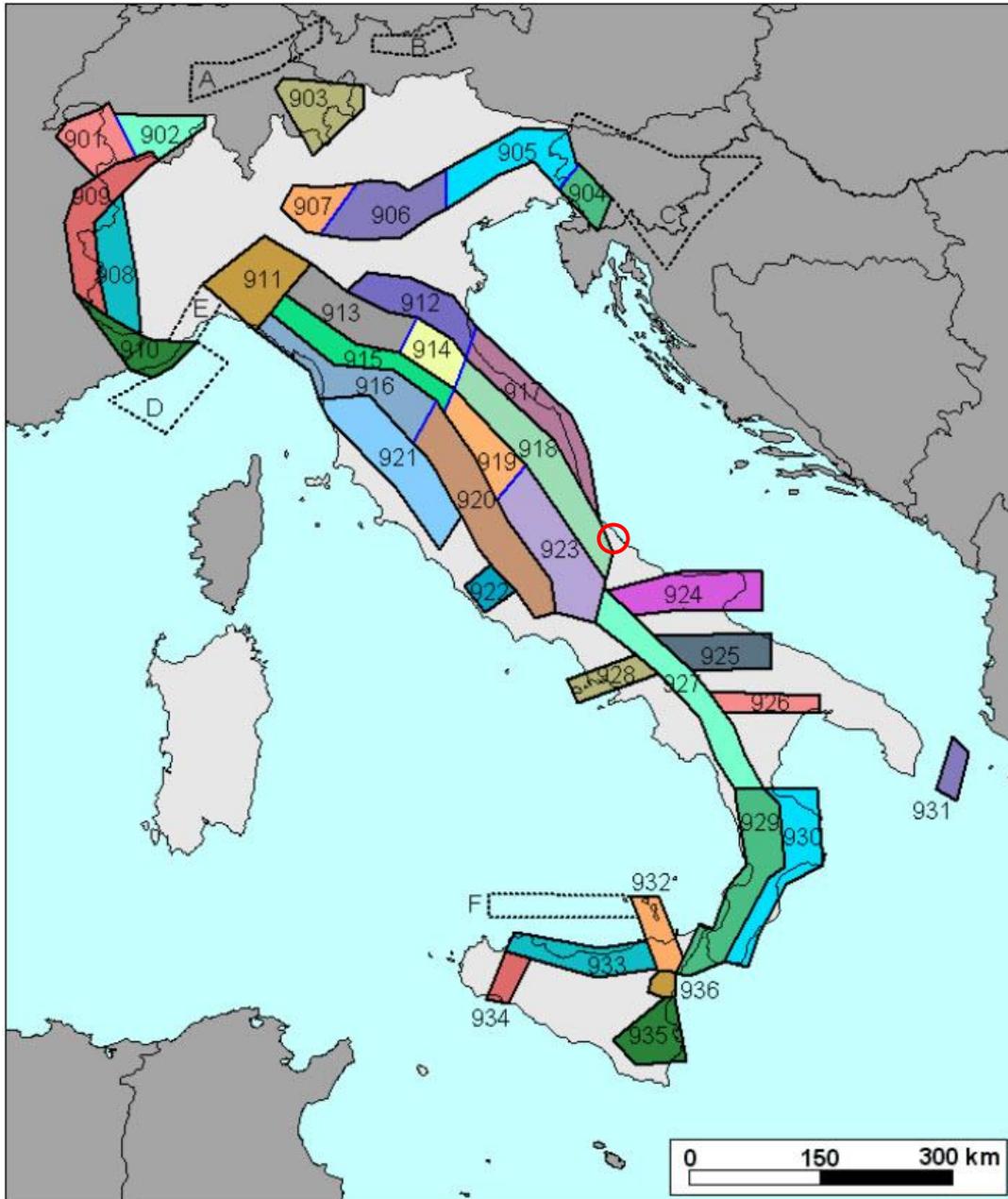


Figura 10-8. Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento.

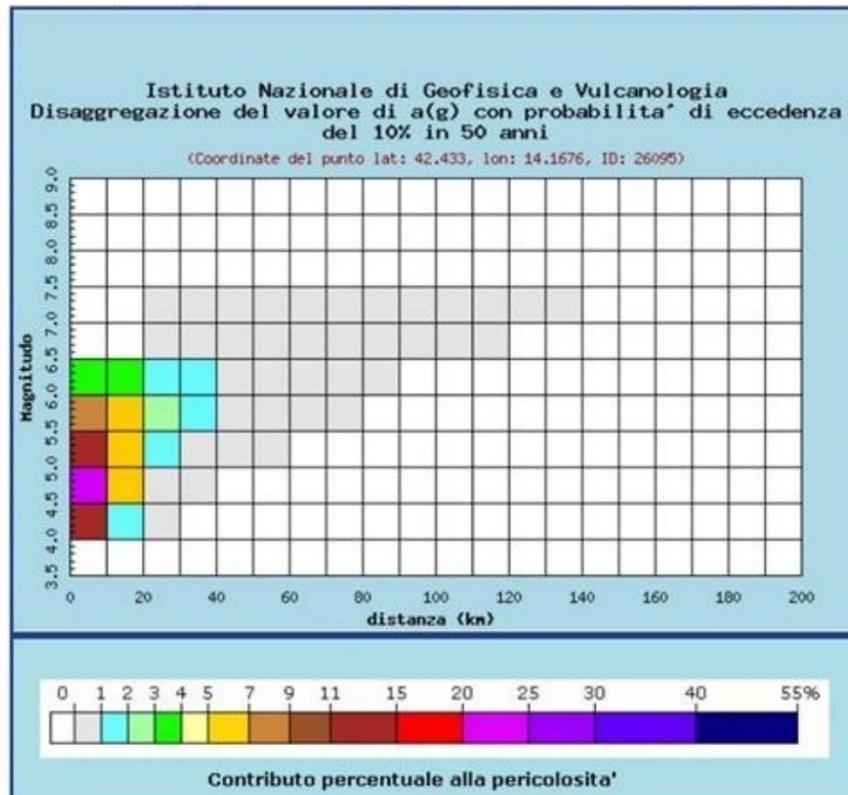
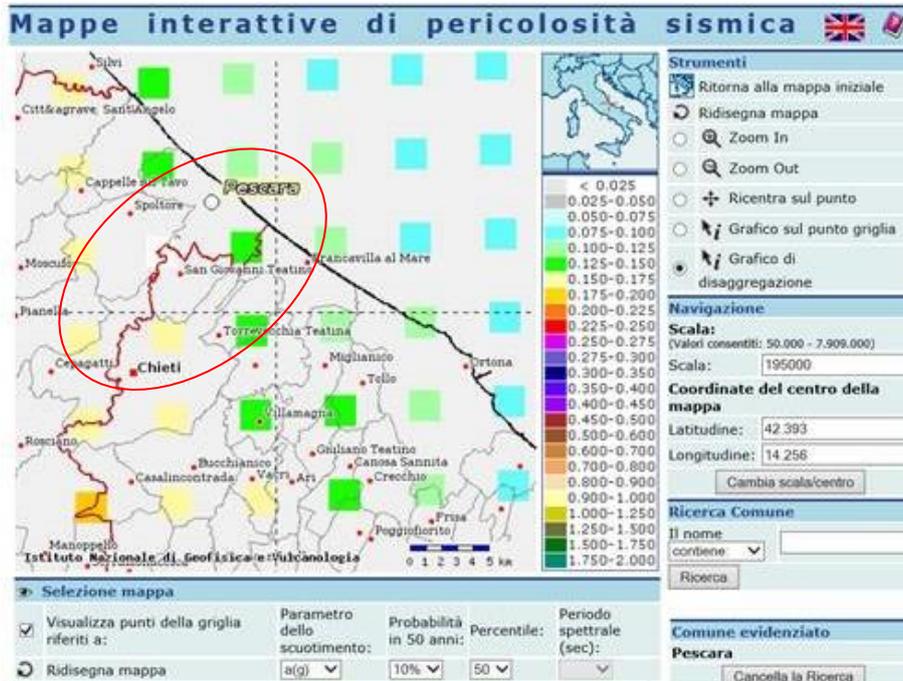


Figura 10-9. Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s) – da INGV.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.433, lon: 14.1676, ID: 26095)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.300	22.500	14.300	7.850	3.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.850	5.960	6.690	5.930	3.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.056	0.748	1.760	2.400	1.840	0.008	0.005	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.015	0.343	1.070	1.380	0.950	0.654	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.018	0.314	0.750	0.887	0.712	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.321	0.586	0.548	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.095	0.348	0.385	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.188	0.261	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.076	0.149	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.083	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.045	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.280	12.700	0.710

Figura 10-10. Analisi di disaggregazione del dato di pericolosità al sito di progetto, da elaborazioni DPC-INGV S1 per $T_R = 475$ anni (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>).

Il risultato dell'analisi di disaggregazione della pericolosità sismica svolta per il punto di griglia più prossimo al tracciato, mostra come siano dominanti terremoti con valori di magnitudo bassi (compresi tra 4.0 e 6.5) ed epicentro a distanza ridotta (0-20 km). Il valore medio di magnitudo da analisi di disaggregazione di Figura 10-10 è pari a 5.28, con distanza 12.7 km.

In aggiunta a quanto sopra riportato, le magnitudo massime delle sorgenti sismogenetiche identificate nel progetto DISS 3.2.1 e i dati macrosismici, portano a considerare cautelativamente UN valore di magnitudo per le verifiche a liquefazione pari a 6.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA IA4S</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D69RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 75 di 121</p>

10.5 Parametri per la determinazione dell'azione sismica di riferimento

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e geomorfologiche locali, determinando quindi la corrispondente categoria (o tipo) di sottosuolo nonché le condizioni topografiche del sito di interesse.

10.5.1 Categoria di sottosuolo e frequenza propria di sito

La determinazione del tipo di sottosuolo, secondo normativa vigente, per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

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

L'analisi dell'assetto stratigrafico e dei valori di $V_{s,eq}$ disponibili dalle prove sismiche M.A.S.W. (riportati in Tabella 10-2), ha permesso di definire in via cautelativa, la categoria di sottosuolo come "C", ovvero "Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ($V_{s,eq}$) compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

Sigla prova	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria di sottosuolo
MASW 1	202	C
MASW 2	212	C
MASW 3	197	C
MASW 4	303	C
MASW 5	347	C
MASW 5bis	315	C

Tabella 10-2 Risultati delle prove sismiche in termini di $V_{s,eq}$.

10.5.2 Condizioni topografiche

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo le aree in oggetto localizzate in ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, le morfologie possono essere ricondotte ad una delle configurazioni superficiali semplici previste nel D.M. 17/01/2018 in Tabella 3.2.IV.

In particolare, i siti in oggetto possono essere classificati di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ", caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,0$.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 76 di 121

10.6 Microzonazione sismica I livello – analisi delle MOPS

La carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) deriva dall'analisi degli elementi ritenuti necessari per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico. Tali elementi dovranno essere tenuti in considerazione nelle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica, al momento della realizzazione delle strutture. A tal fine, oltre all'acquisizione delle informazioni esistenti finalizzate alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, vengono valutati gli elementi utili per una ricostruzione e successiva rappresentazione, del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte che di spessori delle litologie presenti. Lo scopo di tale elaborato è quello di suddividere l'area investigata in aree omogenee (microzone) ove è possibile prevedere l'occorrenza di diversi effetti superficiali indotti dall'azione sismica.

Le microzone della carta MOPS possono essere classificate in tre categorie:

- A. zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°);
- B. zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- C. zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio. I principali tipi di instabilità sono:
 - instabilità di versante;
 - liquefazione;
 - faglie attive e capaci;
 - cedimenti differenziali/crollo di cavità;
 - sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti.

Di seguito si riportano gli stralci della carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) dei comuni di Pescara e San Giovanni Teatino (Figura 10-11). Dall'analisi delle MOPS emerge che il sito in esame ricade in zona 2007 stabile ma suscettibile di amplificazione locale e, nelle prime centinaia di metri del tracciato, nella zona 2004. Queste zone sono costituite da depositi prevalentemente limoso-sabbiosi e limoso-argillosi ad alto contenuto organico. La zona 2007 è inoltre perimetrata come zona di attenzione per instabilità da liquefazione.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	77 di 121

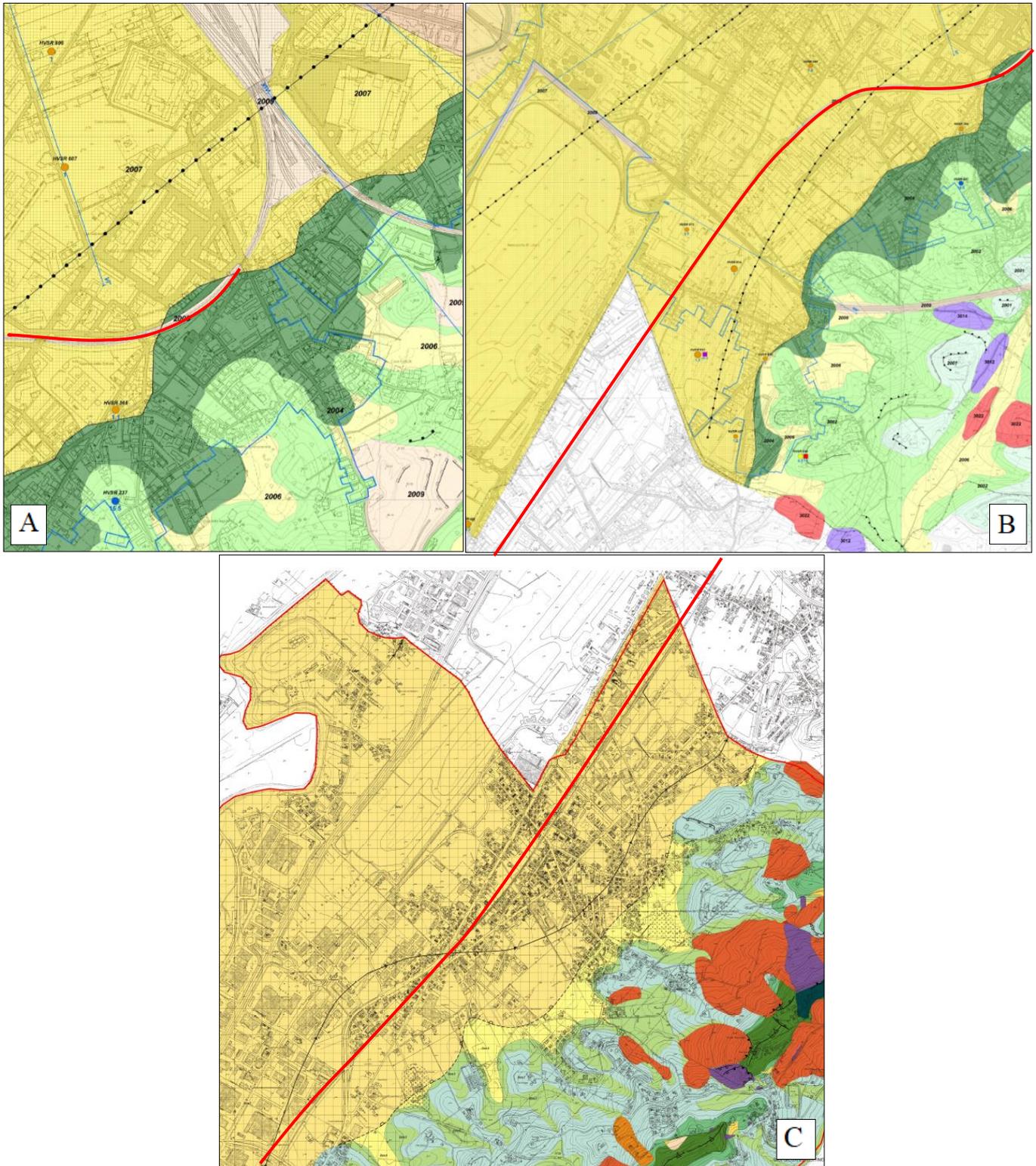
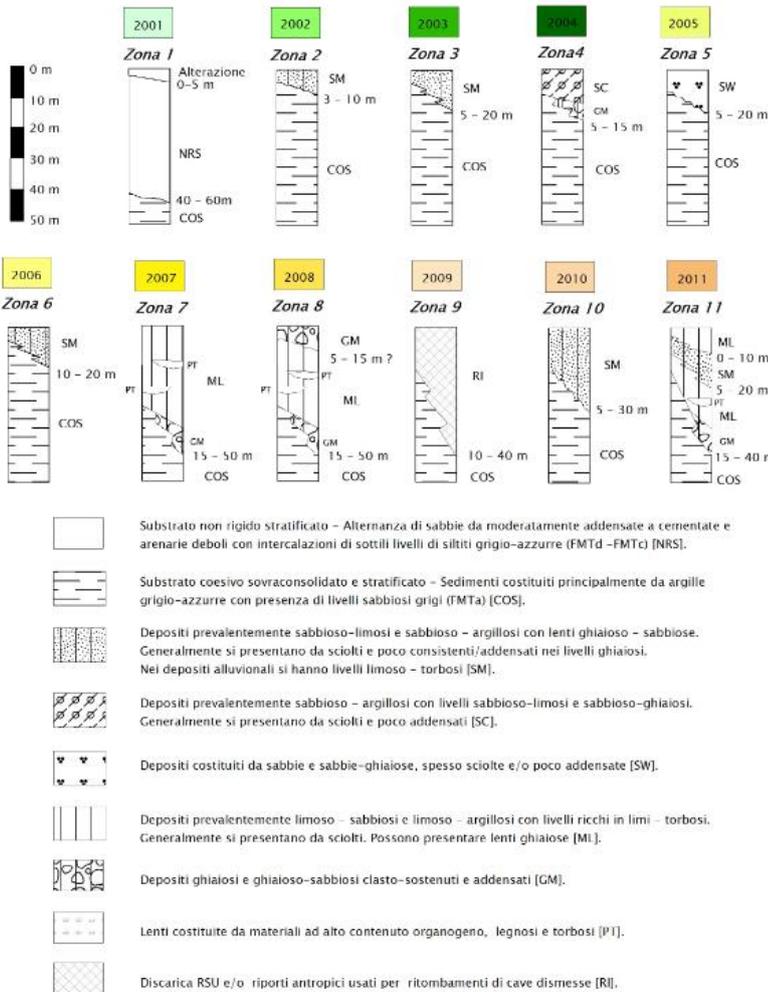


Figura 10-11. Carta delle MOPS dei Comuni di Pescara (A e B) e di San Giovanni Teatino (C).

Zone stabili suscettibili di amplificazione locali



Zone di attenzione per instabilità



Figura 10-12. Legenda delle carte MOPS.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	79 di 121

11 SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI

A conclusione del presente studio si sintetizzano i principali elementi di potenziale criticità per le opere in progetto che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area in esame.

11.1 Aspetti geologico-tecnici

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono legati al locale assetto litostratigrafico e alla sismicità delle province di Pescara e Chieti. Per questo secondo aspetto si rimanda al Capitolo 10 che riporta le caratteristiche sismogenetiche dell'area e i principali elementi di pericolosità sismica.

Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, nei settori di piana alluvionale i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi quaternari alluvionali litologicamente eterogenei, aventi caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti. Tali depositi sono contraddistinti da bassi valori di resistenza alla penetrazione in sede di esecuzione di prove SPT in foro di sondaggio, spesso non correlati con la profondità di esecuzione della prova: all'aumentare della profondità non si nota un significativo miglioramento della resistenza meccanica dei terreni indagati. In particolare, gli orizzonti limoso-argillosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica, legata all'elevato contenuto di materiale organico.

Per quanto riguarda le criticità di natura sismo-tettonica, pur non ricadendo entro alcuna zona sismogenetica, il sito si colloca nelle vicinanze delle zone ITCS075, ITCS079, ITCS020.

11.2 Analisi delle cartografie geomorfologiche e idrauliche (P.A.I. e P.S.D.A.)

Sotto il profilo geomorfologico, l'area di studio non presenta elementi di particolare criticità poiché caratterizzata da un assetto morfologico prevalentemente pianeggiante o sub-pianeggiante che limita fortemente lo sviluppo di fenomeni erosivi o di dissesto di particolare rilevanza e intensità.

In Figura 11-1 si riporta il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Pescara. Nella "Carta della pericolosità da frana" le aree interessate dal tracciato di progetto non presentano criticità geologiche, maggiormente diffuse nelle adiacenti aree collinari.

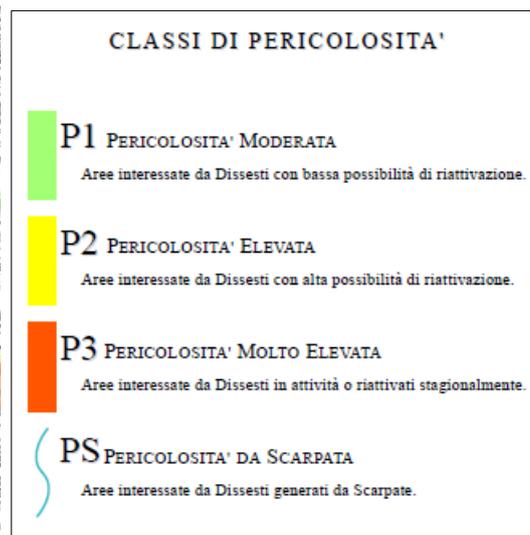
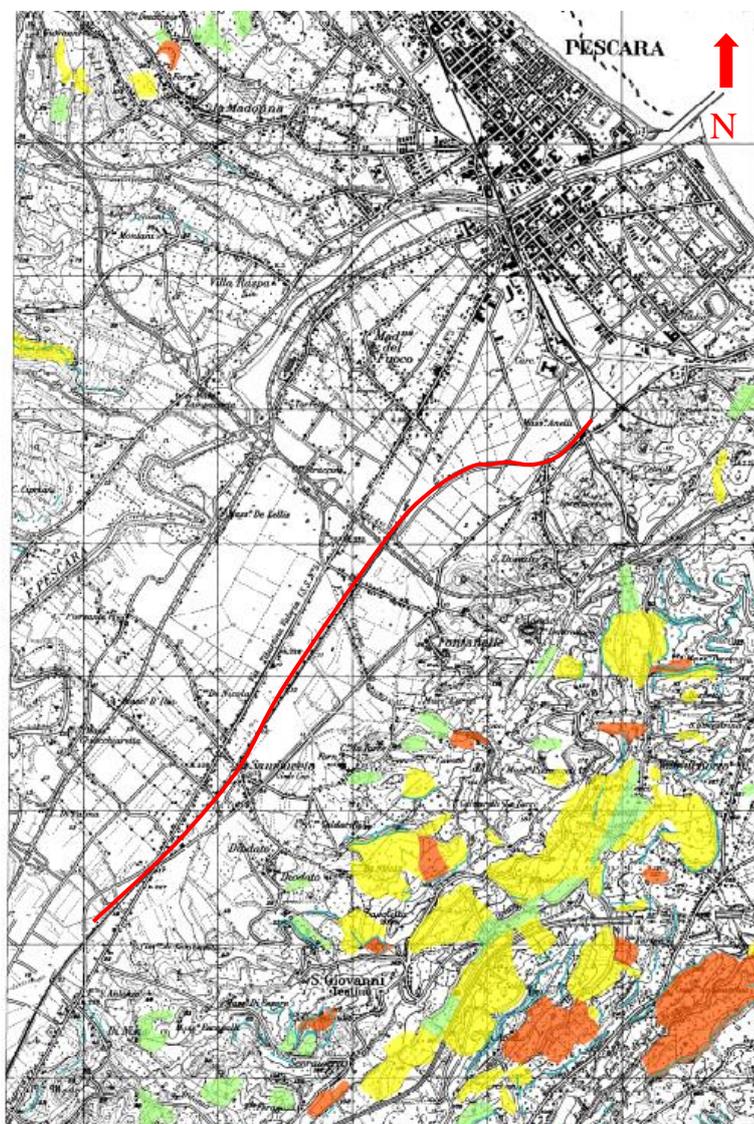
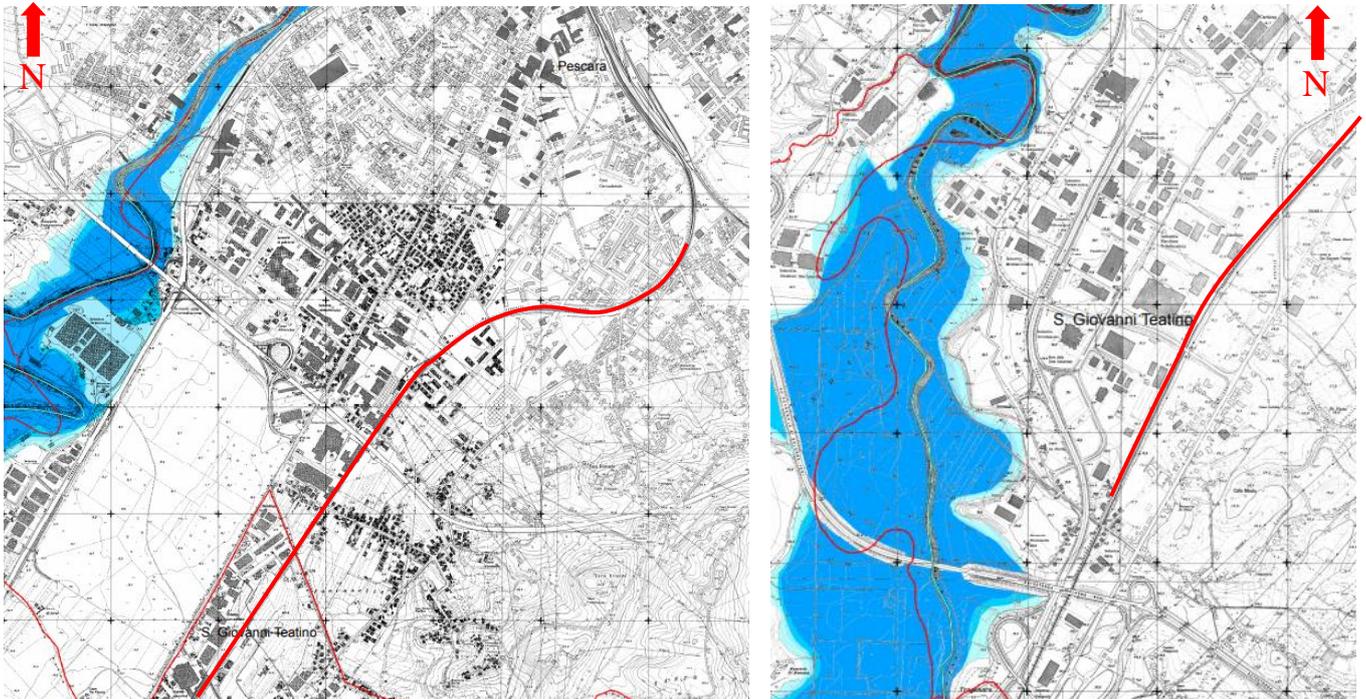


Figura 11-1. Stralcio della “Carta della pericolosità da frana” dello PAI (Autorità dei Bacini Regionali, 2010). In rosso è indicato il tratto di studio.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, è stato verificato il Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) della Regione Abruzzo; è stata visionata in particolare la “Carta della pericolosità idraulica”. In riferimento alla cartografia del PSDA, la cartografia della pericolosità idraulica (Figura 11-2) individua quattro classi a diverso grado di pericolosità (da moderata a molto elevata). La classe di pericolosità molto elevata fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento $T_R=50$ anni e/o all’instaurarsi di condizioni di lama d’acqua massima raggiunta sul piano campagna superiore ad 1 m o ad una velocità massima di trasferimento, sempre sul piano campagna, superiore ad 1 m/s. La classe di pericolosità elevata fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento pari alla precedente ($T_R=50$ anni) e all’instaurarsi di condizioni di lama d’acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 50 cm ed 1 m; oppure a condizioni come quelle stabilite per la pericolosità molto elevata (lama d’acqua massima maggiore di 1 m oppure velocità maggiore di 1 m/s) ma per un evento di piena più raro ($T_R=100$ anni). La classe di pericolosità media fa riferimento ad un evento caratterizzato da

un tempo di ritorno T_R pari a 100 anni ed all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 0 cm e 1 m. La classe di pericolosità bassa fa riferimento ad un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno T_R pari a 200 anni in qualunque condizione di lama d'acqua e di velocità sul piano campagna. Nel tratto non si individuano aree interessate da pericolosità idraulica (Figura 11-2). Per i dettagli si rimanda alla relazione di idraulica (cod. elab. IA4S00D09RIID0001001.B, IA4S00D09RIID0002001.B e IA4S02D29RIID0002001.A).



Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1\text{ m}$ $v_{50} > 1\text{ m/s}$	 Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1\text{ m} > h_{50} > 0.5\text{ m}$ $h_{100} > 1\text{ m}$ $v_{100} > 1\text{ m/s}$	
	Pericolosità media $h_{100} > 0\text{ m}$	
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0\text{ m}$	

Figura 11-2. Stralcio della “Carta della pericolosità idraulica” dello PSDA (Autorità dei Bacini Regionali, 2010). In rosso è indicato il tratto di studio.

È stata visionata anche la Carta del “Vincolo Idrogeologico (Art.1 del R.D.30/12/23 n.3267)”, che riporta le aree della regione sottoposte a vincolo idrogeologico, normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926. Il decreto del 1923 prevede il rilascio di nulla osta e/o autorizzazioni

per la realizzazione di opere edilizie, o comunque di movimenti di terra, che possono essere legati anche a utilizzazioni boschive e miglioramenti fondiari, richieste da privati o da enti pubblici.

Come indicato nello stralcio della carta (Figura 11-3), l'area di intervento risulta essere fuori dal perimetro delle zone sottoposte a vincolo idrogeologico (R.D. n.3267/1923).

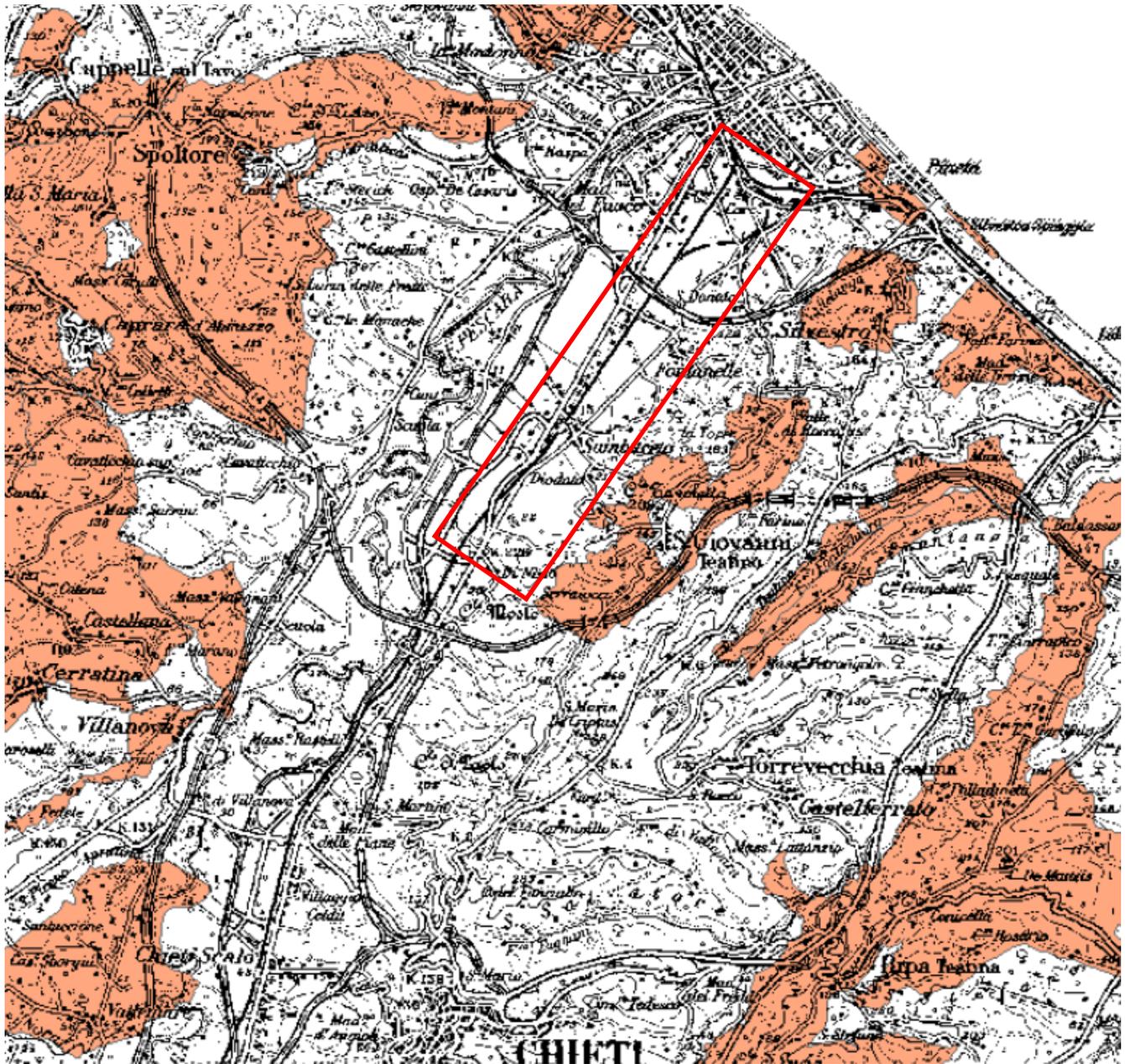


Figura 11-3. Stralcio della “Carta del Vincolo idrogeologico (R.D. n.3267/1923)” (Regione Abruzzo, 2008). In rosso è indicato il tratto di studio.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	83 di 121

11.3 Aspetti idrogeologici

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia la presenza di una falda idrica sotterranea lungo il tracciato ferroviario in esame.

Nell'area in esame lo scenario idrogeologico di riferimento è caratterizzato dalla presenza di depositi di copertura prevalentemente pelitici e a modesta permeabilità, con presenza di un substrato argilloso impermeabile (argille della Formazione di Mutignano).

L'area di studio è pertanto caratterizzata dalla presenza di differenti corpi idrogeologici, che solo localmente costituiscono degli acquiferi (di importanza comunque ridotta) a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità ed estensione latero-verticale, ed in ogni caso privi di rilevanza strategica in termini di sfruttamento. Non sono state individuate emergenze sorgentizie di cui non vi è notizia neanche in bibliografia e negli archivi degli enti operanti sul territorio. Le rare opere di captazione (pozzi) sono di scarsa rilevanza e non hanno portata significativa.

Sebbene nella pianura alluvionale i materiali fini siano predominanti, il contatto idraulico tra i vari corpi ghiaiosi e sabbiosi non risulta impedito. La falda presenta gradienti idraulici tendenzialmente bassi ed è caratterizzata da una superficie libera posta a pochi metri di profondità dal piano campagna. La falda risulta inoltre alimentata dalle precipitazioni meteoriche e dai corsi d'acqua localmente presenti, anche se non si escludono possibili scambi idrici sotterranei con gli acquiferi giustapposti lateralmente e verticalmente. I litotipi argilloso-limosi del substrato hanno valori di permeabilità molto bassi e, nello schema di circolazione idrica dell'area, si comportano come degli *aquiclude* che chiudono lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti.

I dati piezometrici a disposizione evidenziano quindi la presenza di una estesa falda a superficie libera drenante verso il mar Adriatico nel settore di piana alluvionale.

Le attività di monitoraggio piezometrico sono attualmente ancora in corso e proseguiranno, con cadenza periodica, fino alla consegna dei lavori all'appaltatore.

11.4 Suscettività alla liquefazione

In terreni saturi sabbiosi sollecitati da azioni cicliche dinamiche in condizioni non drenate, il fenomeno di liquefazione genera una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche. Tale fenomeno avviene quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in materiale fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m da p.c.

L'avvenuta liquefazione si manifesta, in presenza di manufatti, mediante la perdita di capacità portante e/o lo sviluppo di elevati cedimenti e rotazioni.

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state condotte una serie di analisi basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello internazionale, che sulle procedure di analisi dettate dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

11.4.1 Analisi qualitative

I metodi qualitativi si basano sulla conoscenza di parametri di studio come il contesto geologico-stratigrafico-geomorfologico, topografia dell'area e livello di falda. Esistono diversi criteri di classificazione in termini qualitativi, di seguito si riportano quelli più diffusi.

Classe	Unità geomorfologica	Potenziale di liquefazione
A	Letti di fiumi recenti, paleovalvei, paludi, zone bonificate, zone interdunari.	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune di sabbia, pianure di esondazione, spiagge, altre pianure.	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne.	Non probabile

Figura 11-4. Unità geomorfologiche e suscettività alla liquefazione (Iawasaki e al., 1982), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore

Fattore	Peso	Suscettibilità alla liquefazione				
		Molto alta	Alta	Media	Bassa	Molto bassa
Profondità del livello della falda	Molto importante	< 1,5 m	< 1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	> 10,0
Dimensione dei grani	Molto importante	0,075 - 1 mm	1 - 3 mm	> 3 mm	< 0,075 mm	-
Profondità del deposito	Molto importante	1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	< 1,5 m	> 10 m
Strato ricoprente	Molto importante	-	-	Ricoprimento buono	Ricoprimento discreto	Ricoprimento assente
Età del deposito	Importante	< 500 anni	Tardo Olocene ⁽¹⁾	Olocene	Pleistocene ⁽²⁾	Pre-Pleistocene
Spessore dello strato liquefacibile	Importante	> 2 m	1,2 - 2,5 m	0,6 - 1,2 m	< 0,6 m	-

Note: ⁽¹⁾ ≤ 10.000 anni; ⁽²⁾ 10.000 - 1,6 milioni di anni

Figura 11-5. Fattori, pesi e criterio per valutare la suscettività alla liquefazione di un sito (Juang e Elton, 1991), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore

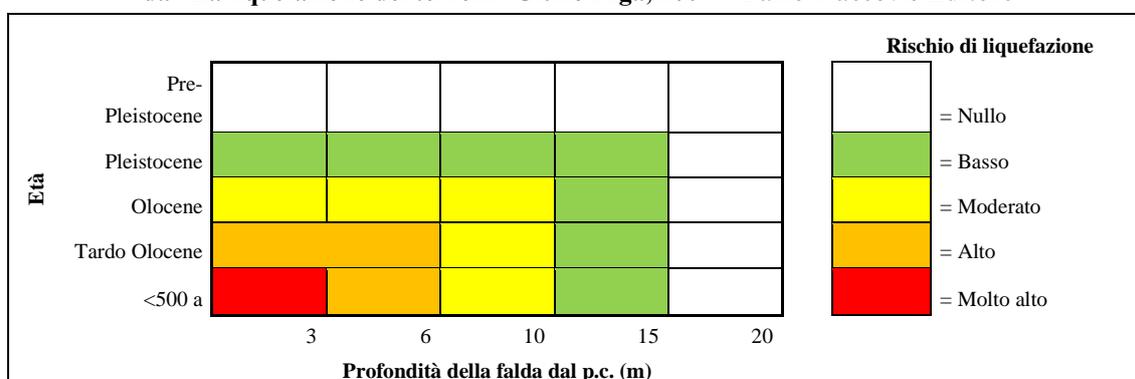


Tabella 11-1. Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore

Età del deposito	Profondità della falda dal p.c. (m)		
	0-3 m	3-10 m	> 10 m
Tardo Olocene	Alta	Bassa	Nulla
Primo Olocene	Moderata	Bassa	Nulla
Tardo Pleistocene	Bassa	Nulla	Nulla

Tabella 11-2. Suscettività alla liquefazione (Obermeier, 1996), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore

Il primo *step* di verifica della suscettività a liquefazione consiste nella valutazione delle caratteristiche geologiche e stratigrafiche dell'area di intervento, tramite valutazioni speditive e di carattere qualitativo dei terreni interessati dalle opere in progetto.

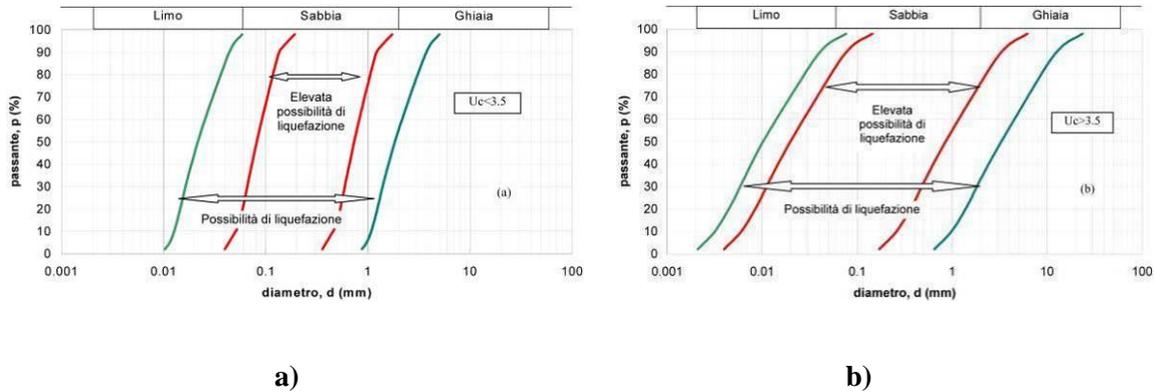
Sulla base dei criteri riportati, che considerano la genesi, la natura e l'età assoluta dei depositi, risulta che i terreni presenti nell'area di intervento siano da poco ad altamente suscettibili di liquefazione. Tale considerazione deriva sia dalle condizioni geologiche e stratigrafiche dell'area in esame, sia dalla presenza di una falda localmente compresa nei primi metri dal piano campagna. Inoltre, la presenza diffusa di depositi alluvionali affioranti nell'area in esame, caratterizzati localmente da granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, riferibili in letteratura al Sintema di Valle Maielama (unità geologica *AVM4b*), tende a far ritenere che tali depositi siano potenzialmente liquefacibili in alcuni settori specifici dell'area d'intervento.

Alla luce delle considerazioni espresse e in linea con la normativa vigente, è stato eseguito un approfondimento analitico per i depositi sopra indicati.

11.4.2 Analisi semi-quantitative

In base ad D.M. 17/01/2018, la verifica di liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti 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 $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1N} è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche statiche (CPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel grafico b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



In particolare, qualora la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4. Pertanto, in relazione a quanto previsto dalle NTC 2018, sono state condotte una serie di analisi puntuali volte a verificare tutte le condizioni predisponenti elencate in precedenza, al fine di determinare la possibile suscettività a liquefazione di tutti i campioni di terreno prelevati durante la campagna di indagini.

Le fonti bibliografiche a disposizione e lo studio relativo alla sismicità storica e alla pericolosità sismica hanno evidenziato che l'area di intervento è stata interessata da diversi terremoti con magnitudo $M > 5$. Dai dati a disposizione si tende a considerare cautelativamente un valore di magnitudo per le verifiche a liquefazione pari a 6. Anche le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, sono risultate generalmente superiori al limite definito da normativa, in quanto variabili tra 0.100 e 0.150 a_g .

In relazione a quanto detto e considerata la presenza della condizione predisponente esposta nel punto 1 delle NTC 2018, si è proceduto alla verifica dei punti 2, 3 e 4 del paragrafo 7.11.3.4.2.

Per quanto concerne la falda, i dati piezometrici a disposizione hanno mostrato la presenza di un livello idrico estremamente costante e posto a pochi metri da p.c..

Relativamente alla resistenza penetrometrica dei terreni, le verifiche sono state condotte utilizzando i dati delle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio durante le fasi di perforazione. Tali prove hanno evidenziato la presenza di terreni caratterizzati da valori di resistenza penetrometrica normalizzata generalmente molto inferiori al limite previsto da normativa, come evidenziato in Tabella 11-3.

Sondaggio	Prova	da m	a m	N1	N2	N3	N1(60)
S1	SPT1	7.30	7.75	3	4	4	7
S1	SPT2	11.50	11.95	3	3	4	6
S1	SPT3	16.00	16.45	4	4	4	6
S1	SPT4	20.00	20.45	4	5	5	7
S2	SPT1	4.80	5.25	1	2	3	5
S2	SPT2	10.50	10.95	2	2	3	5
S2	SPT3	15.40	15.85	2	3	6	8
S2	SPT4	20.10	20.55	3	4	7	8
S3	SPT1	4.80	5.25	3	3	4	7
S3	SPT2	11.05	11.55	3	3	3	5
S3	SPT3	15.00	15.45	3	4	4	7
S3	SPT4	19.50	19.95	4	4	6	7
S4	SPT1	5.40	5.85	2	2	2	4
S4	SPT2	10.20	10.65	2	2	2	4
S4	SPT3	14.70	15.15	4	4	5	8
S4	SPT4	19.70	20.15	4	4	6	8
S5	SPT1	5.10	5.55	3	4	5	8
S5	SPT2	10.20	10.65	4	4	5	8
S5	SPT3	15.40	15.85	3	5	5	8
S6	SPT1	4.60	5.05	3	4	6	10
S6	SPT2	10.60	11.05	2	2	3	5
S6	SPT3	15.00	15.45	3	5	7	10
S6	SPT4	20.10	20.55	4	4	6	8
S7	SPT1	5.10	5.55	1			0
S7	SPT2	9.60	10.05	1	1	1	2
S7	SPT3	13.50	13.95	9	13	9	19
S7	SPT4	20.05	20.50	4	6	6	9
S8	SPT 1	6,50	6,95	3	3	5	8
S8	SPT 2	9,30	9,75	4	6	8	14
S8	SPT 3	15,00	15,45	7	15	19	30
S8	SPT 4	20,00	20,45	10	23	28	39
S8n	SPT 1	4.70	5.15	1	1	2	3
S8n	SPT 2	10.00	10.45	11	16	17	31
S8n	SPT 3	15.80	16.25	4	6	8	12
S8n	SPT 4	21.35	21,80	6	7	11	13

Tabella 11-3. Prove SPT eseguite nell'area di studio

I valori di N1(60) >40 colpi, in accordo con il grafico di Sherif & Ishibashi (1978; Figura 11-6), escludono ad ogni profondità la possibilità del fenomeno di liquefazione. Come mostrato dal grafico di Figura 11-6, quasi tutte le indagini evidenziano la presenza di depositi da potenzialmente liquefacibili a liquefacibili.

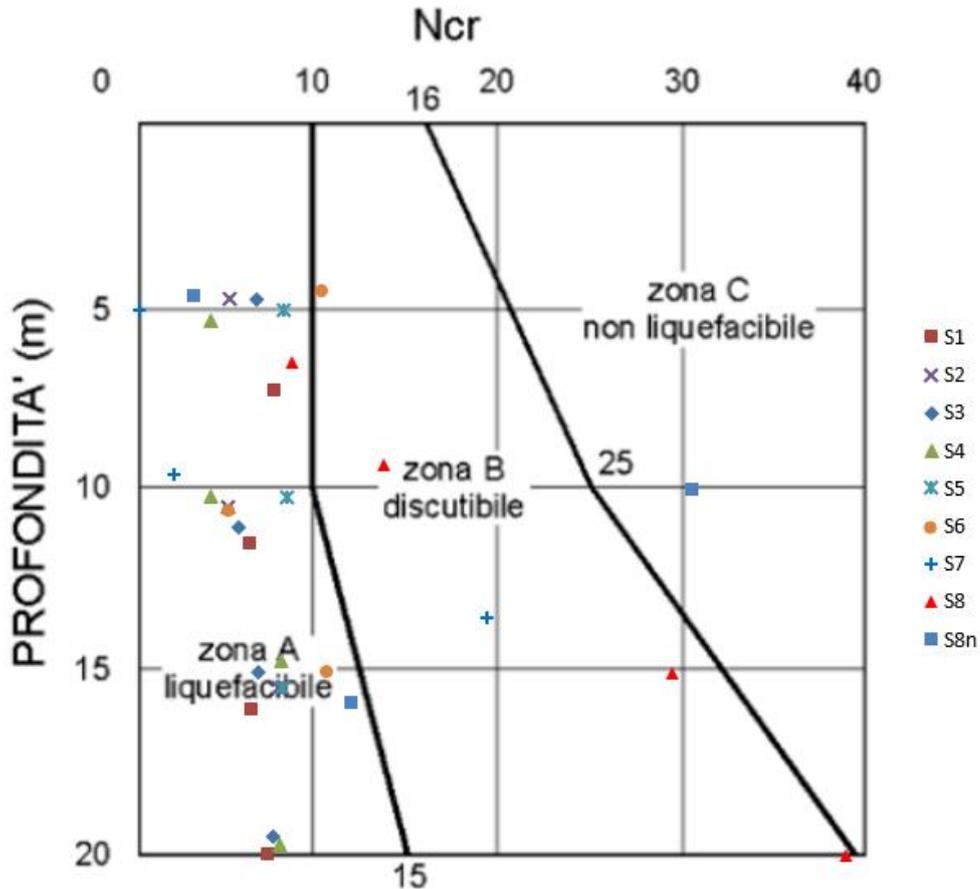


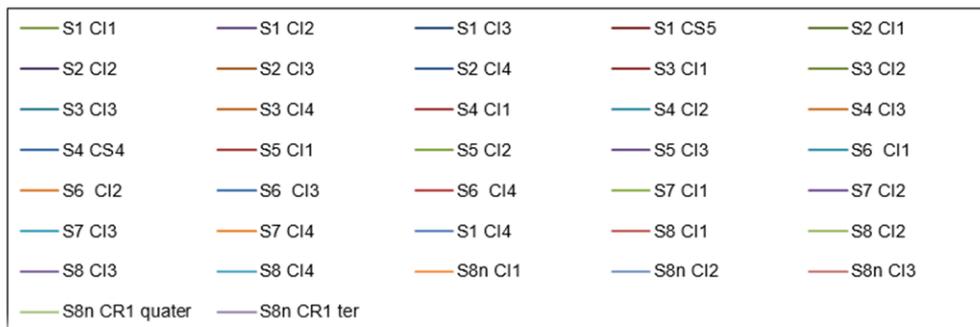
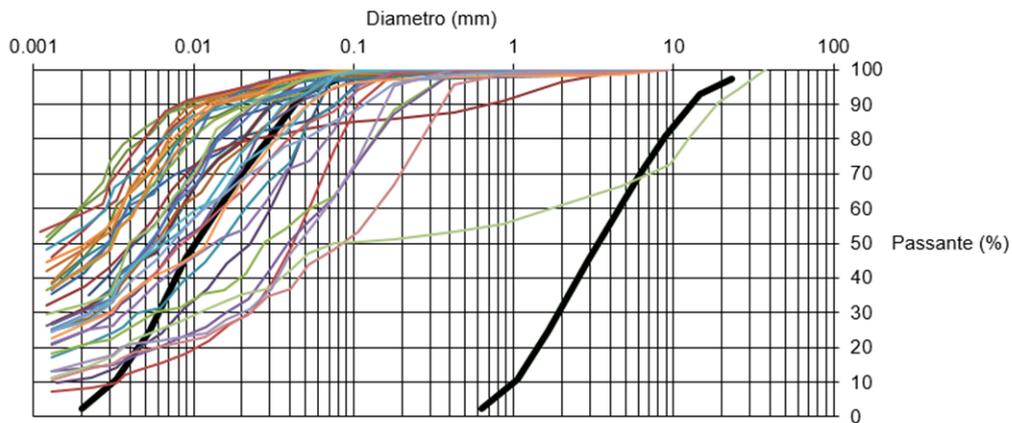
Figura 11-6. Grafico di Sherif & Ishibashi

Considerata la presenza delle condizioni preliminari sopra esposte, si è proceduto allo studio delle caratteristiche granulometriche e tessiturali dei terreni analizzati utilizzando il grafico riportato nel punto 4.

In Figura 11-7 sono riportate le curve granulometriche dei campioni raccolti dai fori di sondaggio, in Figura 11-8 sono riportate invece le curve granulometriche dei soli campioni da Nspt.

Uc>3.5

A



B

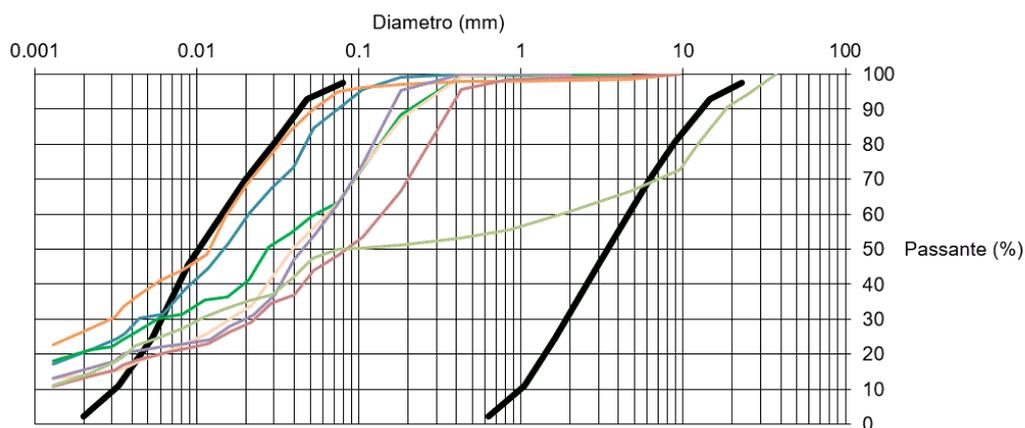
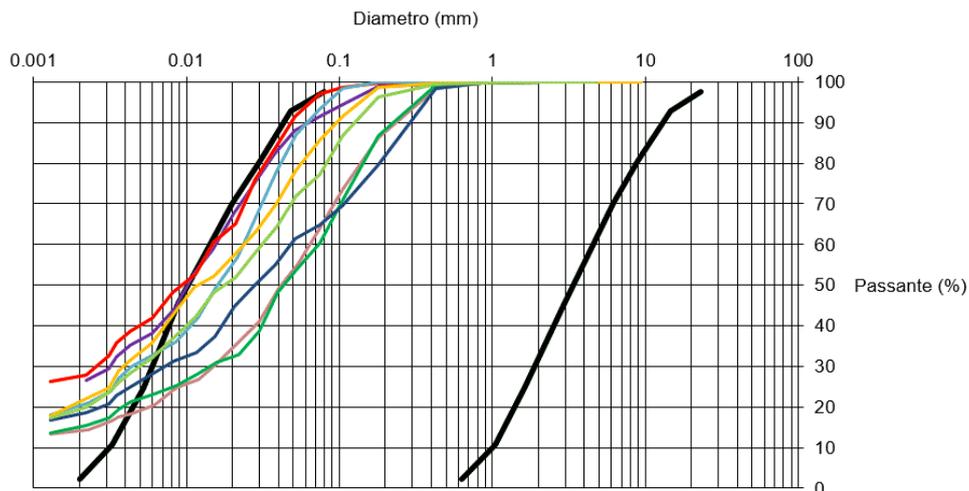
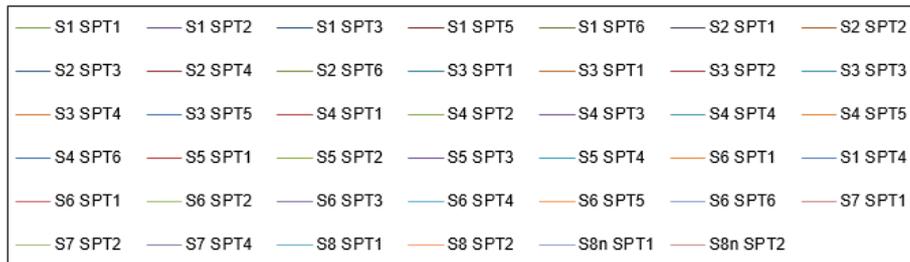
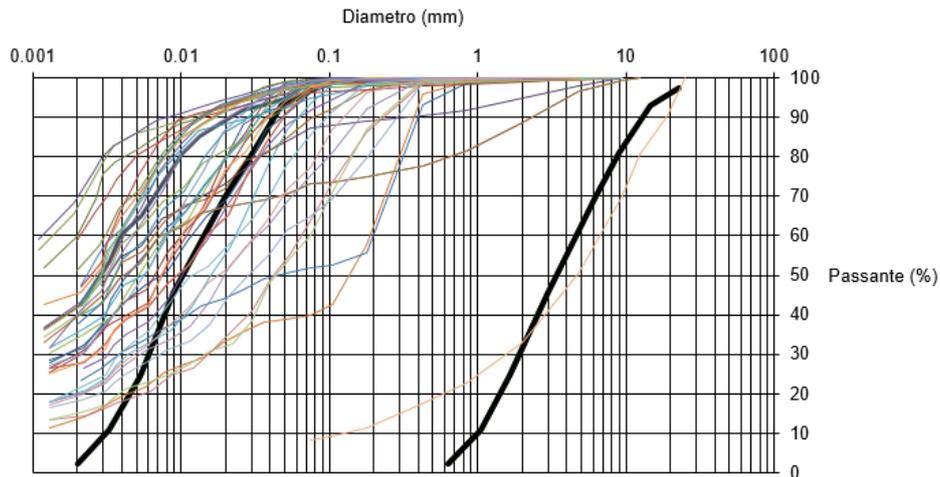


Figura 11-7. Curve granulometriche dei campioni prelevati (a) e dei principali campioni che ricadono all'interno nel fuso (b)

Uc>3.5

A



B

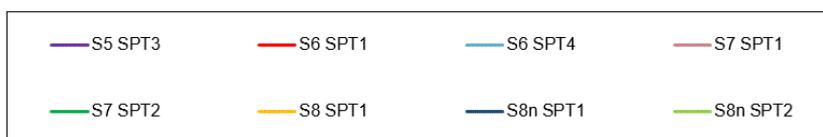


Figura 11-8. Curve granulometriche dei soli campioni da Nspt (a) e dei principali campioni da Nspt che ricadono all'interno nel fuso (b)



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	91 di 121

Come si nota dai grafici di Figura 11-7 e Figura 11-8, la maggior parte dei campioni presenta una granulometria fine, con percentuali di limo e argilla (diametro in mm < 0.075) superiori all'80%. I fusi granulometrici di questi campioni sono quindi abbondantemente esterni alle aree ad elevata probabilità di liquefazione. I campioni che presentano fusi granulometrici che rientrano nei limiti della suscettività alla liquefazione positiva sono invece 16 (S4CI2, S7CI1, S7CI2, S8nCI1, S8nCR1bis, S8nCR1ter, S8nCR1quater, S5 SPT3, S6 SPT1, S6 SPT4, S7 SPT2, S8 SPT1, S8n SPT1 e S8n SPT2). Questo accade poiché la granulometria più abbondante è il limo, seguito da percentuali di sabbia > 20% e generalmente percentuali di argilla inferiori al 30%.

Pertanto, lo scenario geologico generale prevede la presenza di orizzonti alluvionali limoso-argillosi e ghiaiosi non suscettibili di liquefazione (a causa della composizione granulometrica del deposito) e sporadici orizzonti sabbioso-limosi con bassa resistenza penetrometrica potenzialmente suscettibili a liquefazione.

Ad ogni modo, dovranno essere condotte specifiche analisi geotecniche (cod. elab. IA4S01D29GEGE0006001.B) che consentano di definire in maniera quantitativa i possibili effetti derivanti da eventuali fenomeni di liquefazione sulle opere in progetto.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	92 di 121

12 DESCRIZIONE DEI SETTORI D'INTERVENTO

Le analisi condotte e le ricostruzioni degli assetti geologico-strutturali riportati in carta hanno permesso di definire, in maniera commisurata al grado di approfondimento del progetto in corso, il contesto geologico di riferimento e tutti gli elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Nelle pagine che seguono si analizza l'intero settore di intervento, opportunamente suddiviso in tratti omogenei relativi alle differenti opere in esame. Per ogni tratto sono descritte le principali caratteristiche geologiche s.l. e gli aspetti salienti ai fini progettuali.

Nel seguito si fa quindi esplicito riferimento a quanto riportato nelle cartografie tematiche nel profilo longitudinale all'asse del tracciato ferroviario. In particolare, le unità geologiche presenti nei vari settori di interesse sono riportate con la nomenclatura e le sigle presenti nelle diverse cartografie realizzate a corredo della presente relazione. Infine, per quanto riguarda gli spessori e l'assetto delle singole unità litostratigrafiche, si fa riferimento ai dati contenuti negli studi bibliografici a disposizione e alle risultanze delle diverse indagini geognostiche appositamente realizzate lungo il tracciato in esame nel corso delle diverse campagne di indagine.

Di seguito sono descritti da NE a SO, i diversi tratti relativi al progetto definitivo del tracciato ferroviario in questione, opportunamente distinti in funzione della tipologia di opere in progetto e delle principali caratteristiche geologiche dell'area.

Questo lotto si colloca nel settore nord-orientale dell'area di studio e si estende tra le chilometriche di progetto 0+000 e 6+500, per una lunghezza complessiva di 6.500 km. Il lotto 1 è localizzato in uscita della stazione di Pescara Porta Nuova fino a PM di San Giovanni Teatino.

12.1 Tratto compreso tra il km 0+e il km 1+634

Il primo tratto è caratterizzato da un imponente rilevato ferroviario e, tra il km 0+793,859 ed il km 1+046,376, è presente la fermata di San Marco.

Il tracciato si imposta su riporti antropici connessi ai rilevati ferroviari esistenti, con spessori variabili tra 8 e 2 m. Al di sotto dei riporti antropici sono presenti i termini litologici riconducibili ai depositi alluvionali terrazzati (**ALT**), qui costituiti da terreni limoso-argillosi (**ALT4a**) con diffuse intercalazioni limoso-argilloso-sabbiose e alla base caratterizzati da uno strato (spessore max pari a 2 metri) ghiaioso-sabbioso (**ALT1a**). Tali depositi presentano spessori variabili tra i 42 ed i 45,5 m e poggiano, praticamente ovunque, sulle sottostanti argille grigio-azzurre del substrato (**FMTa**).

Dal punto di vista geomorfologico, non si evidenziano elementi rilevanti ai fini progettuali.

Relativamente all'idrogeologia, è presente un livello di falda compresa tra 0,80 e 1,5 metri di profondità da quota bocca foro.

Da un punto di vista geologico-tecnico potrebbero essere presenti livelli suscettibili a liquefazione. Per le analisi quantitative si rimanda alla relazione geotecnica.

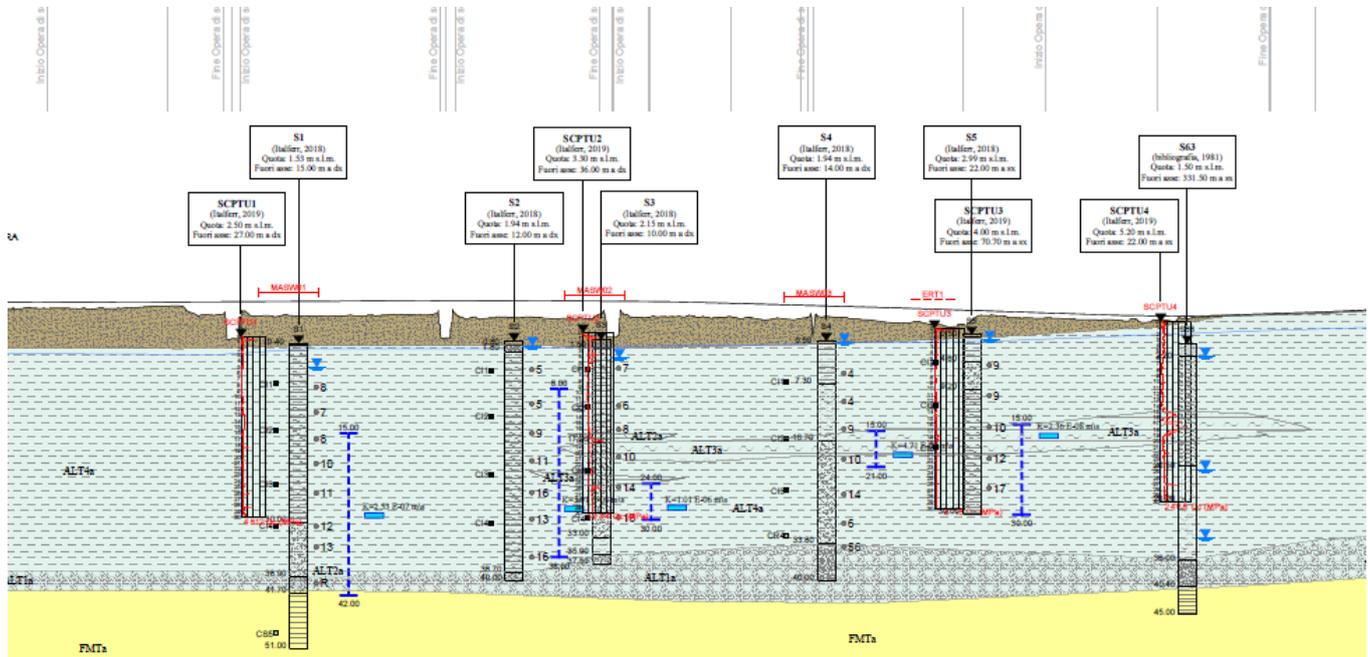


Figura 12-1. Stralcio del profilo geologico del tratto descritto

12.2 Tratto compreso tra il km 1+634e il km 2+244

Il tracciato attraversa, per buona parte del suo sviluppo, i termini litologici dei depositi alluvionali terrazzati (**ALT**), qui costituiti da terreni limoso-argillosi (**ALT4a**); alla base è presente uno strato (spessore max pari a 2 metri) ghiaioso-sabbioso (**ALT1a**). Tali depositi sono spessi circa 38 m e poggiano, praticamente ovunque, sui termini litologici delle sottostanti argille grigio-azzurre del substrato (**FMTa**).

Dal punto di vista geomorfologico, non si evidenziano elementi di particolare rilevanza ai fini progettuali.

Relativamente all'idrogeologia, è presente un livello di falda a circa 2 metri di profondità da quota bocca foro.

12.3 Tratto compreso tra il km 2+244 e il km 4+709

In questo tratto è prevista la nuova fermata ferroviaria Aeroporto, il relativo parcheggio e la viabilità di collegamento al tessuto urbano esistente.

L'area è caratterizzata principalmente da terreni riconducibili a depositi alluvionali terrazzati limoso-argillosi (**ALT4a**) con diffuse intercalazioni limoso-sabbiose e lenti ghiaioso-sabbiose (**ALT1a**), come evidenziano i sondaggi S8n e S7. Alla base dei materiali più fini si riscontra, da indicazioni bibliografiche, uno strato (spessore max pari a 2 metri) ghiaioso-sabbioso. Si evidenzia che a 12,20 e 14,30 metri di profondità, in uno strato sabbioso-limoso è stato intercettato il resto di un tronco, spesso circa 20/30 cm. Complessivamente, tali depositi presentano spessori di circa 40 m e poggiano sui termini litologici delle sottostanti argille grigio-azzurre (**FMTa**).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da evidenziare elementi rilevanti ai fini progettuali.

Relativamente all'idrogeologia, è presente un livello di falda a circa 1,3 metri di profondità da quota bocca foro.

Da un punto di vista geologico-tecnico, potrebbero essere presenti livelli suscettibili a liquefazione. Per le analisi quantitative si rimanda alla relazione geotecnica.

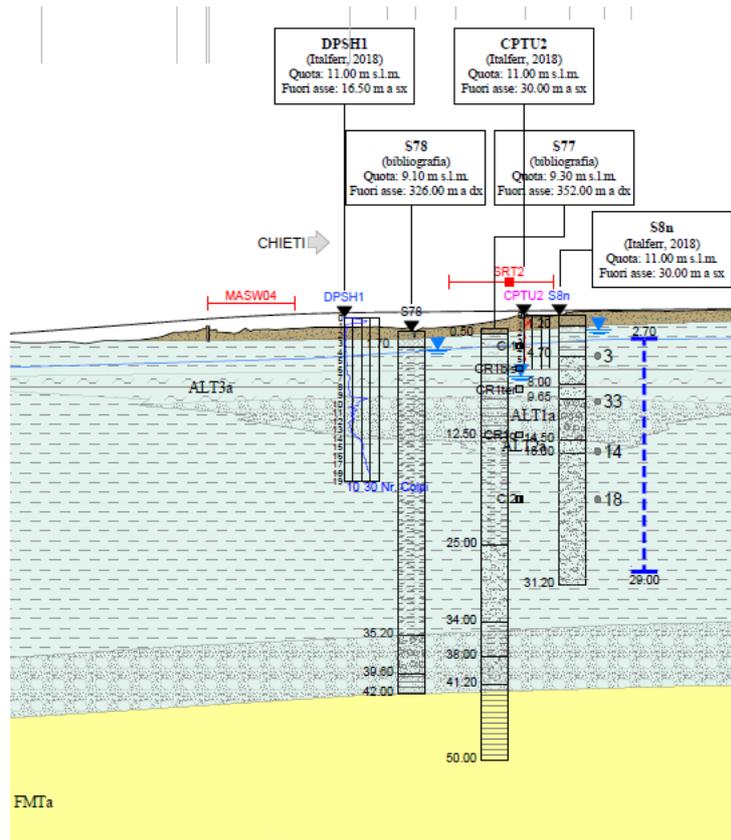


Figura 12-2. Stralcio del profilo geologico dell'area in prossimità della nuova fermata aeroporto

12.4 Tratto compreso tra il km 4+709 al km 6+500

Nel tratto in esame i terreni sono riconducibili, come in tutto il tracciato, a depositi alluvionali terrazzati limoso-argillosi (**ALT4a**) con intercalazioni limo-sabbiosi e lenti ghiaioso-sabbiose (**ALT1a**). Alla base dei materiali più fini si riscontra, come riporta la stratigrafia del sondaggio S7, uno strato (spessore max pari a 2 metri) ghiaioso-sabbioso. Complessivamente tali depositi presentano spessori che tendono a ridursi (da circa 35 metri a 13,80) e poggiano sui termini litologici delle sottostanti argille grigio-azzurre (**FMTa**).

Dal punto di vista geomorfologico non si evidenziano elementi rilevanti ai fini progettuali.

Relativamente all'idrogeologia, è presente un livello di falda a circa 1,4 metri di profondità da quota bocca foro.

Da un punto di vista geologico-tecnico, potrebbero essere presenti livelli suscettibili a liquefazione. Per le analisi quantitative si rimanda alla relazione geotecnica.

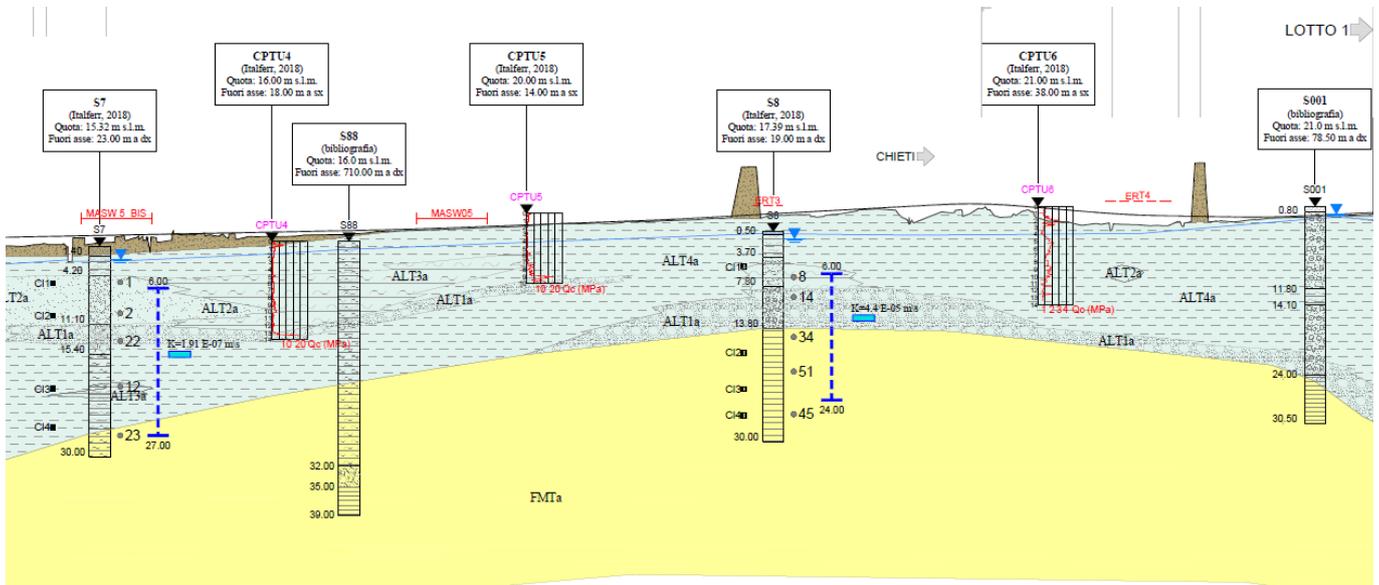


Figura 12-3. Stralcio del profilo geologico nel tratto terminale del lotto 1

13 CONCLUSIONI

Dopo aver preso visione del materiale bibliografico disponibile presso Enti sia Pubblici che Privati, effettuato il sopralluogo e le relative indagini per lo studio geologico, geomorfologico e idrogeologico finalizzato alla progettazione della “Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Raddoppio Pescara Porta Nuova – PM San Giovanni Teatino (Lotto 1)”, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- dal punto di vista **geologico**, nell'area affiorano depositi continentali quaternari, costituiti da coltri eluvio-colluviali (terriccio bruno-rossastro di natura limoso-sabbiosa), e depositi di riporto antropico. Le litologie che principalmente interesseranno le opere di progetto sono limi argillosi di colore dal grigio al marrone, con intercalazioni di livelli limoso-sabbiosi, con presenza di uno strato basale sabbioso-ghiaioso. Tali litologie sono riconducibili in letteratura ai depositi quaternari del Sintema Valle Maielama - Subintema di Chieti Scalo. Alla base dei depositi quaternari si intercettano depositi argilloso-marnosi di colore grigio appartenenti alla successione marina plio-pleistocenica (“Formazione di Mutignano”);
- dal punto di vista **geomorfologico**, l'area è ubicata su un terrazzo alluvionale in destra idrografica del fondovalle del fiume Pescara. Dai sopralluoghi effettuati non si evidenziano forme e processi legati alla gravità lungo il tracciato e particolari forme legate all'azione delle acque meteoriche;
- dal punto di vista **idrogeologico**, nella zona in esame è stata rilevata la presenza di un livello di falda a circa 1 metro di profondità da p.c. Dalle misure eseguite durante i mesi di progettazione si ritiene che tale falda sia stazionaria. Si evidenzia inoltre che le attività di monitoraggio piezometrico sono ancora in corso e si protrarranno con cadenza periodica (da valutare in corso d'opera sulla base delle risultanze che emergeranno progressivamente e/o dalla frequenza degli eventi meteorici significativi);
- dal punto di vista **geologico-tecnico**, le informazioni relative alle caratteristiche stratigrafiche dei terreni derivano da indagini geognostiche appositamente eseguite. Nell'area di progetto affiorano terreni le cui caratteristiche migliorano con l'aumentare della profondità da p.c. (ovvero aumentano addensamento e consistenza). In particolare, gli orizzonti limosi-argillosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane dei suddetti terreni sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica, legata al contenuto di materiale organico;
- dal punto di vista **vincolistico** (P.A.I. e Vincolo idrogeologico) il tracciato ricade fuori da ogni vincolo. Pertanto, non è previsto nessuno studio di compatibilità geomorfologica per il P.A.I., come indicato nell'art. 10 delle Norme Tecniche di Attuazione;
- dall'analisi di banche dati nazionali (IFFI) non si rileva la presenza di dissesti lungo linea;
- dal punto di vista della **classificazione sismica**, secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 (con successive modifiche ed integrazioni), il Comune di Pescara è classificato in zona sismica 3;
- dal punto di vista della **caratterizzazione sismica**, sono state eseguite indagini sismiche di tipo MASW da cui risulta, secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, che i terreni interessati dalle opere di progetto siano riferibili ad una categoria di suolo tipo C. Per quanto riguarda le condizioni topografiche, l'area di studio rientra nella categoria T1. La magnitudo di riferimento per la verifica a liquefazione è pari a 6.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM
SAN GIOVANNI TEATINO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01	D69RG	GE 00 01 001	B	97 di 121

Dallo studio emerge quindi la fattibilità dell'intervento come da progetto, considerando l'assenza di pericolosità geologiche e geomorfologiche, ad eccezione di quella idrogeologica e sismica che, seppur di entità non troppo elevata, dovrà essere debitamente mitigata, con particolare attenzione al livello di falda e ai cedimenti attesi in caso di liquefazione (sulla base di quanto disposto dal D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni).

14 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alvarez W. (1999) - *Drainage on evolving fold-thrust belts: a study of transverse canyons in the Apennines*. Basin Research, 11: 267-284
- Ascione A. & Cinque A. (1999) - *Tectonics and erosion in the long term relief History of the Southern Apennines (Italy)*. Zeitschrift für Geomorphologie. N.F., 118: 1-16.
- Aucelli P.P.C., Roskopf C. (2000) - *Last Century valley floor modifications of the Trigno river (S. Italy): A preliminary report*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria 23: 105-115.
- Autorità dei Bacini Regionali (2010) - *Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro*. Regione Abruzzo - direzione territorio urbanistica, beni ambientali, parchi, politiche e gestione dei bacini idrografici - servizio gestione e tutela della risorsa suolo.
- Bally A.W., Burbi L., Cooper C. & Ghelardoni R. (1986) - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the central Apennines*. Mem. soc. geol. It., 35, 257-310.
- Beltrando M., Peccerillo A., Mattei M., Conticelli S. & Doglioni, C. (2010) - *The Geology of Italy: tectonics and life along plate margins*. Journal of the Virtual Explorer, 36, ISSN 1441-8142.
- Ben-Avraham Z., Boccaletti M., Cello G., Grasso M., Lentini F., Torelli L. & Tortorici L. (1990) - *Principali domini strutturali originatisi della collisione Neogenico-Quaternaria nel Mediterraneo centrale*. Memorie Società Geologica Italiana, 45: 453-462.
- Bigi S., Cantalamessa G., Centamore E., Didaskalu P., Dramis F., Farabollini P., Genitli B., Invernizi C., Micarelli A., Nisio S., Pambianchi G. & Potetti M. (1995) - *La fascia periadriatica marchigiano-abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica*. In: Studi Geologici Camerti, volume speciale I: 37-49, Camerino.
- Bigi S., Centamore E. & Nisio S. (1997) - *Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il pleistocene*. Studi Geologici Camerti, XIV: 193-200.
- Bigi S., Cosentino D., Parotto M., Sartori R., Scandone P. (1992) - *Structural model of Italy. Scale 1:500000*. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica: 114.
- Boccaletti M., Calamita F., Centamore E., Chiocchini U., Deiana G., Micarelli A., Moratti G., Potetti M. (1986) - *Evoluzione dell'Appennino tosco-umbro-marchigiano durante il Neogene*. Giornale di Geologia, 48(1-2), 227-233, Bologna.
- Boccaletti M., Ciaranfi N., Cosentino D., Deiana G., Gelati R., Lentini F., Massari F., Moratti G., Pescatore T., Ricci Lucchi F., Tortorici L. (1990) - *Palinspastic restoration and paleogeographic reconstruction of the peri-Tyrrhenian area during the Neogene*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 77: 41-50.
- Bolis G., Carruba S., Casnedi R., Perotti C.R., Ravaglia A., Tornaghi M. (2003) - *Compressional tectonics overprinting extensional structures in the Abruzzo Periadriatic Foredeep (Central Italy) during Pliocene times*. Boll. Soc. Geol. It., 122: 251-266, Roma.

- Bosi C., Galadini F. & Messina P. (1993) - *Neotectonic significance of bedrock fault scarps: case studies from the Lazio-Abruzzi Apennines (Central Italy)*. Zeitschrift für Geomorphologie N.E., 94: 187-206.
- Bozzano F., Mazzanti P., Perissin D., Rocca A., De Pari P. & Discenza M.E. (2017) - *Basin scale assessment of landslides geomorphological setting by advanced InSAR analysis*. Remote Sensing 9 (3):267 doi:10.3390/rs9030267.
- Calamita F., Deiana G., Invernizzi C. & Pizzi A. (1991) – *Tettonica*. Da “L’ambiente fisico delle Marche”, Regione Marche, Assessorato urbanistica. Ed. S.E.L.C.A., pp. 69 - 79
- Calamita F., Pizzi A., Scisciani V., De Girolamo C., Coltorti M., Pierruccini P. & Turco E. (2000) - *Caratterizzazione delle faglie quaternarie nella dorsale appenninica umbro-marchigiano-abruzzese*. In: F. Galadini, C. Meletti, A. Rebez (a cura di) "Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999). CNR - Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 157-169.
- Calamita F., Scisciani V., Montefalcone R., Paltrinieri W. & Pizzi A. (2002) - *L'ereditarietà del paleomargine dell'Adria nella geometria del sistema orogenico centro-appenninico: l'area abruzzese esterna*. Memorie Società Geologica Italiana, 57 (1): 355 – 368.
- Calamita F., Satolli S., Scisciani V., Esestine P., Pace P., (2011) - *Contrasting styles of fault reactivation in curved orogenic belts: Examples from the Central Apennines (Italy)*. Geological Society of America Bulletin 123(5): 1097–1111.
- Cantalamessa G. & Di Gelma C. (2004) – *Sequence response to syndepositional regional uplift: insights from high-resolution sequence stratigraphy of late Early Pleistocene strata, Periadriatic Basin, central Italy*. Sedimentary Geology, 164 (3-4): 283-309.
- Carminati E., Doglioni C. & Scrocca D. (2004) - *Alps Vs Apennines*. Volume Speciale Società Geologica Italiana for the IGC 32 Florence-2004, 141–151.
- Castiglioni B. (1935) - *Ricerche morfologiche nei terreni pliocenici dell'Italia centrale*. Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia della R. Università di Roma, serie A, n°4, 1-81, Roma.
- Cavinato G.P., Cosentino D., Funicello R., Parotto M., Salvini F. & Tozzi M. (1994) - *Constraints and new problems for geodynamical modelling of Central Italy (CROP 11 Civitavecchia-Vasto deep seismic line)*. Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata, 36.
- Cavinato G.P., Carusi C., Dall'Asta M., Miccadei E. & Piacentini T. (2002) - *Sedimentary and tectonic evolution of Plio-Pleistocene alluvial and lacustrine deposits of Fucino Basin (Central Italy)*. Sedimentary Geology, 148: 29-59, Elsevier Science, B.V., Amsterdam.
- Centamore E. & Nisio S. (2003) - *Effects of uplift and tilting in the Central-Northern Apennines (Italy)*. In: Bartolini C. (ed.): Uplift and erosion: driving processes and resulting landforms, International workshop, Siena, September 20 - 21, 2001. Quaternary International, 101-102C: 93-101.
- Centamore E., Nisio S., Prestinzi A & Scarascia Mugnozza G. (1997) - *Evoluzione morfodinamica e fenomeni franosi nel settore periadriatica dell'Abruzzo settentrionale*. Studi Geologici Camerti, XIV: 9-27.

- Centamore E., Cantalamessa G., Micarelli A., Potetti M., Berti D., Bigi S., Morelli C. & Ridolfi M. (1992) - *Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle zone limitrofe*. In - Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia -Vasto. a cura di Tozzi M., Cavinato G.P., Parotto M., Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991/2: 125-131, Camerino.
- Cinque A., Liccardo C., Palma B., Pappalardo L., Roskopf C. & Sepe C. (1990) - *Le tracce glaciali nel Parco Nazionale D'Abruzzo (Appennino centrale): nota preliminare*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 13: 121-133, 8 fig., 1 tav., Torino.
- Cipollari P., Cosentino D. & Parotto M. (1997) - *Modello cinematico -strutturale dell'Italia centrale*. Studi Geologici Camerti, vol. spe. 1995/2: 135-144, Camerino.
- Coltorti M., Farabollini P., Gentili B. & Pambianchi G. (1996) - *Geomorphological evidence for anti- Apennine faults in the Umbro-Marchean Apennines and in the peri-Adriatic basin, Italy*. Geomorphology, 15: 33-45.
- Cosentino D. & Parotto M. (1991) - *La struttura a falde della Sabina (Appennino centrale)*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. Crop11, 381-387.
- Crescenti U., D' Amato C., Balduzzi A., Tonna M. (1980) - *Il Plio-Pleistocene del sottosuolo abruzzese-marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara*. Geol. Romana, 19, 63-84.
- D'Agostino N., Jackson J.A., Dramis F. & Funiciello R. (2001) - *Interactions between mantle upwelling, drainage evolution and active normal faulting: an example from the central Apennines (Italy)*. Geophysical Journal International, 147: 475-497.
- D'Alessandro L., Miccadei E. & Piacentini T. (2008) - *Morphotectonic study of the lower Sangro River valley (Abruzzi, Central Italy)*. Geomorphology, 102: 145-158. DOI: 10.1016/j.geomorph.2007.06.019.
- D'Alessandro L., Miccadei E. & Piacentini T. (2003) - *Morphostructural elements of central-eastern Abruzzi contributions to the study of the role of tectonics on the morphogenesis of the Apennine chain*. In- "Uplift and erosion- driving processes and resulting landforms". Quaternary International, 101-102: 115-124, Elsevier Science Ltd and INQUA, Oxford U.K.
- D'Alessandro L., Del Sordo L., Buccolini M., Miccadei E., Urbani A. (2007) - *Rapporto sulle frane in Italia*. Il Progetto IFFI. Risultati, elaborazioni, e rapporti regionali. Regione Abruzzo (Cap.18). Rapporti APAT 78/2007, 464 - 497.
- Damiani A.V. & Pannuzi L. (1987) - *La glaciazione pleistocenica nell'Appennino laziale-abruzzese IV nota: i ghiacciai del gruppo montuoso della Genzana (Scanno-Sulmona) e considerazioni neotettoniche*. Bollettino Servizio Geologico Italiano, 105: 97-136, Roma.
- Della Seta M., Del Monte M., Fredi P., Miccadei E., Nesci O., Pambianchi G., Piacentini T. & Troiani F. (2008) - *Morphotectonic evolution of the Adriatic piedmont of the Apennines: an advancement in the knowledge of the Marche-Abruzzo border area*. In: P. G. Silva, F.A. Audemard and A. E. Mather Eds. "Impact of active tectonics and uplift on fluvial landscapes and drainage development". Geomorphology, 102: 119-129, Elsevier B.V.

- Demangeot, J. (1965) - *Geomorphologie des Abruzzes Adriatiques. Centre de Reserches et Documentation Cartographiques et Geographiques. Memoires et Documentes.* 1-403.
- Desiderio G., Ferracuti L., Rusi S. (2007) - *Structural-Stratigraphic Setting of Middle Adriatic Alluvial Plains and its Control on Quantitative and Qualitative Groundwater Circulation.* Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia. 2007.
- Desiderio G., Nanni T., Rusi S. (2001) - *La Pianura alluvionale del Fiume Pescara (Abruzzo): idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero.* Mem. Soc. Geol. It., 56, 197-212, Roma.
- Doglioni C., Moretti I., Roure F. (1991) - *Basal lithospheric detachment, eastward mantle flow and Mediterranean geodynamics: a discussion.* Journal of Geodynamics 13: 47-65.
- Donzelli G. (1968) – *Studio geologico della Majella.* In: Studio della Majella, Un. G. D'Annunzio, Dipartimento di Scienze della Terra (Ed.) 1997, 49 pp.
- Dramis F. (1992) - *Il ruolo dei sollevamenti tettonici a largo raggio nella genesi del rilievo appenninico.* Studi Geologici Camerti, Volume Speciale, 1992/1: 9-15.
- Farabollini P., Miccadei E., Pambianchi G. & Piacentini T. (2004) - *Drainage basins analysis (forms and deposits) and quaternary tectonics in the adriatic slope of Central Apennines (Central Italy).* 32 Int. Geol. Congress, Firenze 20-28 August 2004, Session G16.03 (246) Morphotectonics.
- Farabollini P. (1995) - *Evoluzione geomorfologica quaternaria della fascia periadriaca tra Ancona e Vasto.* Tesi di dottorato inedita, Università di Perugia.
- Frepoli A. & Amato A. (1997) - *Contemporaneous extension and compression in the northern Apennines from earthquake fault-plane solutions.* Geophys. J. Int., 129, 368-388.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (2002) – *Normal faulting, extension and uplift in the outer thrust belt of central Apennines (Italy): role of the Caramanico Terme fault.* Basin Research, 14,225-236 pp.
- Giraudi C. (1988) - *Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo), negli ultimi 30000 anni.* Il Quaternario, 1(2): 31-59, Verona.
- Giraudi C. (1998) - *Alcuni dati per l'inquadramento cronologico delle fasi glaciali tardo-pleistoceniche dei Monti Greco e Serra Chiarano (Abruzzo, Italia centrale).* Il Quaternario, 11 (1): 115-120.
- Guzzetti F. & Reichenbach P. (1994) - *Towards the definition of topographic divisions of Italy.* Geomorphology, 11: 57-74. DOI: 10.1016/0169-555X(94)90042-6
- ISPRA (2010a) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 351 "Pescara". Servizio Geologico d'Italia, Roma. Estratto da http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/351_PESCARA/Foglio.html
- ISPRA (2010b) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 351 "Pescara". Servizio Geologico d'Italia, Roma. Estratto da http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/351_PESCARA/Foglio.html
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016) - *DBMI15, the 2015 version of the Italian*

Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:
<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.

- Lipparini T. (1939) - *I terrazzi fluviali delle Marche*. Giornale di Geologia, serie II, 13: 5-22.
- Manzo C. (2008) – *Riduzione del trasporto solido fluviale e modificazioni della linea di riva tra le foci del Vomano e del Pescara: trend storico recente*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences 21(1B), 2008 - 193-206.
- Meletti C. & Valensise G. (2004) - *Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20/03/2003 n.3274) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Zonazione sismogenetica ZS9, App.2 al Rapporto Conclusivo*.
- Mayer L. Menichetti M., Nesci O., Savelli D. (2003) - *Morphotectonic approach to the drainage analysis in the North Marche region, central Italy*. In: Bartolini C. (ed.) Uplift and erosion: driving processes and resulting landforms. International workshop, Siena, September 20 - 21, 2001. Quaternary International, 101-102C: 157-167.
- Mazzanti R. & Trevisan L. (1978) - *Evoluzione della rete idrografica nell'Appennino centro-settentrionale*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 1: 55-62.
- Miccadei E., Mascioli F., Piacentini T. & Ricci F. (2011a) – *Geomorphological features of coastal dunes along the Central Adriatic Coast (Abruzzo, Italy)*. Journal of Coastal Research, 27 (6): 1122-1136. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Miccadei E., Piacentini T., Marsala V. & Esposito G. (2011b) - *Il dissesto geomorfologico indotto dalle precipitazioni negli eventi meteorici critici degli ultimi dieci anni in Abruzzo (Italia Centrale)*. Geologia tecnica e ambientale, 1-2011: 44-65.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986) - *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 35(1), 177-202.
- Nanni T., Desiderio G., Folchi Vici C., Petitta M., Ruggieri G., Rusi S., Tallini M., Vivalda P.M. (2011) - *Schema Idrogeologico dell'Italia centro-adriatica. (Ed. T. Nanni) Scala 1:250.000*. ISBN 9788890652912
- Nisio S. (1997) - *Evoluzione geologica e morfotettonica dell'area compresa tra il Gran Sasso ed il Mare Adriatico*. Geol. Romana, 33, 13-27, Roma.
- Ori G.G., Serafini G., Visentin F., Ricci Lucchi F., Casnedi R., Colalongo M.L. & Mosna S. (1991) - *The pliocene-pleistocene Adriatic foredeep (Marche and Abruzzo, Italy): an integrated approach to surface and subsurface geology*. In: Third Conference of the European Association of Petroleum Geology, May 1991, Adriatic Foredeep Field Trip Guide Book, 85 pp., Florence, Italy.
- PAI (2005) – *Carta geomorfologica in scala 1:25.000, Quadrante 351E. Autorità dei bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro: Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro. (L.R. 18.05 1989 n.81 e L. 24.08.2001)*

- PAI (2010) – Carta della pericolosità in scala 1:25.000, Quadrante 351E. *Autorità dei bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro: Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro.* (L.R. 18.05 1989 n.81 e L. 24.08.2001)
- Parea G.C., (1978) - *Trasporto dei Sedimenti ed Erosione Costiera lungo il Litorale fra il Tronto ed il Fortore (Adriatico Centrale).* Memorie della Società Geologica Italiana 19: 361-367.
- Parlagreco L., Mascioli F., Miccadei E., Antonioli F., Gianolla D., Devoti S., Leoni G. & Silenzi S. (2011) - *New data on Holocene relative sea level along the Abruzzo coast (central Adriatic, Italy).* Quaternary International, 232, 179-186, Elsevier B.V.
- Parotto M. & Praturlon A. (1975) - *Geological summary of the Central Apennines.* Quad. De “La ricerca Scientifica”, 90: 257-311. C.N.R., Roma.
- Parotto M. & Praturlon A. (2004) - *The southern Apennine arc.* In: Geology of Italy. Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence, 53-58.
- Patacca E. & Scandone P., (1989) - *Post-Tortonian mountain building in the Apennines, the role of the passive sinking of a relic lithospheric slab.* In: *The Lithosphere in Italy - Advances in Earth Science Research.* Atti dei convegni Lincei 80: 157-176.
- Patacca E. & Scandone P. (2004) - *The 1627 Gargano earthquake (Southern Italy): Identification and characterization of the causative fault.* Journal of Seismology 8: 259-273.
- Patacca E. & Scandone P. (2007) - *Geology of the Southern Apennines.* Bollettino della Società Geologica Italiana vol. spec. 7: 75-119.
- Piacentini T. & Miccadei E. (2014) - *The role of drainage systems and intermontane basins in the Quaternary landscape of the Central Apennines chain (Italy).* Rend. Fis. Acc. Lincei (2014) 25 (Suppl 2):S139–S150. DOI 10.1007/s12210-014-0312-2
- Piacenti T., Urbano T. Sciarra M., Schipani I. & Miccadei E. (2016) - *Geomorphology of the floodplain at the confluence of the Aventino and Sangro rivers (Abruzzo, Central Italy).* Journal of Maps, 12, 3, 443-461. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2015.1036139>
- Piacentini T., Sciarra M., Miccadei E. & Urbano T. (2015) - *Near-surface deposits and hillslope evolution of the Adriatic piediment of the Central Apennines (Feltrino Stream basin and minor coastal basins, Abruzzo, Italy).* Journal of Maps, 11, 2, 299-313. DOI: 10.1080/17445647.2014.949884.
- Piano Tutela delle Acque (2010a) - *Carta dei Complessi Idrogeologici* (Elaborato 1-4). Elaborati di Piano adottati con DGR 614/2010. REGIONE ABRUZZO - SERVIZIO ACQUE E DEMANIO IDRICO. <http://www2.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/index.asp?modello=elaboratiPiano&servizio=lista&stileDiv=elaboratiPiano>
- Piano Tutela delle Acque (2010b) - *Carta della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento degli acquiferi* (Elaborato 5-4). Elaborati di Piano adottati con DGR 614/2010. REGIONE ABRUZZO - SERVIZIO ACQUE E DEMANIO IDRICO. <http://www2.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/index.asp?modello=elaboratiPiano&servizio=lista&stileDiv=elaboratiPiano>

- Pizzi A. (2003) - *Plio-Quaternary uplift rates in the outer zone of the Central Apennine fold-and-thrust-belt, Italy*. *Quaternary International*, 101-102: 229-237.
- Pizzi A. & Scisciani V. (2000) - *Methods for determining the Pleistocene Holocene component of displacement on active faults reactivating pre Quaternary structures. Examples from the Central Apennines*. *Journal Geodynamics*, 29: 445-457.
- Riga G. (2007) – *La liquefazione dei terreni: Analisi - Valutazione - Calcolo. Manuale pratico alla luce delle nuove norme tecniche per le costruzioni*. Dario Flaccovio Editore.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2016) - *CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.
- Sciarra M., Coco L., Urbano L. (2017) - *Assessment and validation of GIS-based landslide susceptibility maps: a case study from Feltrino stream basin (Central Italy)*. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 76:437–456. DOI 10.1007/s10064-016-0954-7.
- Sciarra M. (2016) - *Analisi della suscettività da frana nella fascia pedemontana-collinare e costiera abruzzese*. Università “G. D’Annunzio” Chieti-Pescara, Scuola Superiore “G. D’Annunzio”. Dipartimento di Ingegneria e Geologia –Settore Scientifico Disciplinare GEO/04. Coordinatore Prof.sa Ing. N. Sciarra, Tutor Dott. T. Piacentini. Dottorato di Ricerca in “Progettazione ed Ingegneria del Sottosuolo e dell’Ambiente del Costruito”, Curriculum Engineering Geology and Environment – XXVIII Ciclo (2013-2015).
- Scisciani V., Bigi S., Rusciadelli G., Calamita F. & Paltrinieri W. (2000) - *The influence of syn-orogenic normal faults on Pliocene thrust system development: the Maiella structure (Central Apennines, Italy)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 55: 193-204, Roma.
- Scurti E. “collaboratori Di Paolo C., De Angelis D, Germani G.” (2015) – *Studio di Microzonazione sismica di I livello (MZS1) del Comune di Pescara: relazione illustrativa e relative carte in scala 1:5.000*. Regione Abruzzo e Protezione Civile Regionale. Elaborati redatti ai sensi e per le finalità di cui all’art.5 e all’art.19, comma 5 della Legge Regionale 11 agosto 2011, n. 28 (Legge Antisismica Regionale). Attestato di Validazione regionale il 4 agosto 2015.
- SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA - SGI (1963) - *Foglio 141 Pescara della Carta Geologica d’Italia al 1:100.000 e relative note illustrative*. Rilevato da A. Alberti, T. Lipparini, G. Stampanoni, A. Zappelli. Roma.
- Sonmez H. (2003) - *Modification to the liquefaction potential index and liquefaction susceptibility mapping for a liquefaction-prone area (Inegol-Turkey)*. *Environ. Geology* 44(7), pp. 862–871.
- Surian N., Rinaldi M., (2003) - *Morphological response to river engineering and management on alluvial channels in Italy*. *Geomorphology* 50: 307-326.
- Urbano T. (2014-2016) - *Analisi morfotettonica del Bacino del Fiume Pescara*. Università “G. D’Annunzio” Chieti-Pescara, Scuola Superiore “G. D’Annunzio”. Dipartimento di Ingegneria e Geologia –Settore Scientifico Disciplinare GEO/04. Coordinatore Prof.sa I. Raffi, Tutor Dott. T. Piacentini. Dottorato

di Ricerca in Architettura, Geologia, Ingegneria Civile, Curriculum Scienze della Terra e dei Pianeti – XXIX Ciclo.

- Urbano T., Piacentini T. & Buccolini M. (2017) - *Morphotectonics of the Pescara River basin (Central Italy)*. Journal of Maps, 13:2, 511-520, DOI: 10.1080/17445647.2017.1338204
- Valensise G. & Pantosti D. (2001). The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review, J. Seismol., 5, 287-306.
- Vai G.B. & Martini I.P. (2001) - *Anatomy of an orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean basins*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 632 pp.
- Vezzani L. & Ghisetti F. (con la collaborazione di A. Bigozzi, U. Follador & R. Casnedi) (1997) - *Carta geologica dell'Abruzzo in scala 1:100000*. S.E.L.C.A., Firenze.
- Ward S.N. (1994) – Constraints on the seismotectonics of the central Mediterranean from very long baseline interferometry. Geophys. J. Int., 117, 441-452.
- Westway R. (1992) - *Seismic moment summation for historical earthquakes in Italy: tectonic implication*. J Geophys. Res. 97, 15,437-15, 415-464.

APPENDICE I - STRATIGRAFIE SCHEMATICHE URBANO (2014-2016)

SCHEMA SONDAGGIO N° 63

Località:			Quota s.l.m.	Sezione C.T.R. (10k):	Data effettuazione:
Pescara: Zona Cooperativa "Aternum"			1.50	351	15.06.1981
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	2.20	2.20	Terreno agrario	
	2.20	20.50	18.30	Limi argillosi di colore variabile dal grigio all'avana con elementi puntiformi torbosi, da mediamente consistente a inconsistente in profondità	2.20
	20.50	23.00	2.50	Sabbia limosa grigia a granulometria variabile da media a fine	21.00
	23.00	26.00	3.00	Limi debolmente sabbiosi con rari livelletti torbosi, poco consistenti	
	26.00	35.50	9.50	Limi grigi, poco consistenti	
	35.50	36.00	0.50	Sabbie grigie e avana, addensate	32.40*
	36.00	40.40	4.40	Ghiaie calcaree con Ø medio 0.02 m immerse in matrice sabbiosa grigia, mediamente addensate	
	40.40	45.00	4.60	Argille grigio – azzurre, molto consistenti	

SCHEMA SONDAGGIO N° 77

Località: Pescara: Via Tiburtina – Aerostazione passeggeri Aeroporto “P. Liberi”			Quota s.l.m. -	Sezione C.T.R. (10k): 351	Data effettuazione: -
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	0.50	0.50	Terreno vegetale e di riporto	
	0.50	12.50	12.00	Limo argilloso nocciola di media consistenza alternato a limi sabbiosi grigiastri	5.50
	12.50	25.00	12.50	Argilla limosa di bassa consistenza con livelli torbosi e frustoli carboniosi	
	25.00	34.00	9.00	Limi sabbiosi debolmente argillosi di colore grigio con resti vegetali e frustoli carboniosi.	
	34.00	38.00	4.00	Limi argillosi di media consistenza	
	38.00	41.20	3.20	Ghiaia poligenica eterometrica immersa in matrice limoso – sabbiosa; ben addensata	
	41.20	50.00	8.80	Argille grigio - azzurre	

SCHEDA SONDAGGIO N° 78

Località: Pescara: Via Tiburtina – Aerostazione passeggeri Aeroporto “P. Liberi”			Quota s.l.m. -	Sezione C.T.R. (10k): 351	Data effettuazione: -
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.70	1.70	Terreno di riporto	
	1.70	8.40	6.70	Limo argilloso grigio - azzurro	2.10
	8.40	35.20	26.80	Argilla limosa con intercalazioni limose e torbose, poco consistenti	
	35.20	39.60	4.40	Ghiaia con sabbia, molto addensata	
	39.60	42.00	2.40	Argilla grigio - azzurra	

SCHEMA SONDAGGIO N° 80

Località: San Giovanni Teatino: Sambuceto – Viale Amendola			Quota s.l.m. -	Sezione C.T.R. (10k): 351	Data effettuazione: -
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.20	1.20	Terreno di riporto	
	1.20	12.50	11.30	Limi argillosi debolmente sabbiosi	
	12.50	38.00	25.50	Limi sabbiosi	
	38.00	45.00	7.00	Ghiaie eterometriche	
	45.00	55.00	10.00	Limi argillosi grigi – azzurri	

SCHEMA SONDAGGIO N° B66_1

Località:			Quota s.l.m.	Sezione C.T.R. (10k):	Data effettuazione:	
San Giovanni teatino			-	351	21.04.2005	
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c	Dati pocket
	0.00	0.40	0.40	Asfalto e massetto stradale.		
	0.40	1.10	0.70	Argille da grigio scuro a nere con abbondanti clasti calcarei eterometrici (riporto).		
	1.10	2.00	0.90	Argille da grigio scuro a nere con rari clasti calcarei eterometrici e resti organici torbosi.		0.6
	2.00	2.60	0.60	Argille grigie di media consistenza con patine e livelli millimetrici di sabbia ocreacea.		2
	2.60	3.20	0.60	Argille sabbiose di consistenza medio - bassa, con patine e livelli centimetrici di sabbia avana. Verso il basso diminuisce il contenuto di sabbia		1
	3.20	6.80	3.60	Argille sabbiose grigie poco consistenti; presenza di patine di sabbia ocreacea e/o scura. Da 4.2 metri in poi sono presenti frustoli vegetali e resti torbosi nerastrati e maleodoranti: si passa gradualmente ad argille sabbiose con torba.		0.5
	6.80	12.00	5.20	Argille grigio verdastre, con patine e velature sabbiose avana. Sono presenti livelli sabbiosi millimetrici e livelli di gusci di gasteropodi finemente tritati. Presenza di materiale torboso sia disseminato che in livelli centimetrici.		2.3/2.4
	12.00	15.00	3.00	Argille torbose grigie. I livelli di torba hanno spessore centimetrico, e colore più scuro.		0.6/0.7

				Da 14 a 14.5 m. sono presenti livelli di sabbia di spessore millimetrico. Presenza di frammenti di gusci. Nei livelli torbosi si rinvengono pezzi di rami e/o di tronchi		
--	--	--	--	--	--	--

SCHEMA SONDAGGIO N° B66_2

Località:			Quota s.l.m.	Sezione C.T.R. (10k):	Data effettuazione:	
San Giovanni teatino			-	351	21.04.2005	
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c	Dati pocket
	0.00	1.50	1.50	Asfalto e massetto stradale, verso il basso si passa ad argilla grigia con clasti eterometrici (riporto).		
	1.50	2.10	0.60	Argille grigio scuro con clasti eterometrici		2.1
	2.10	4.70	2.60	Argille sabbiose avana con livelli di sabbia ocrea; rara presenza di frustoli vegetali. All'interno sono presenti livelli con gusci frammentati, velature e patine ferruginose. Da 3.6 a 4 metri è presente un livello di argilla sabbiosa grigia.		0.8/0.9
	4.70	6.30	1.60	Argille sabbiose grigie poco consistenti; presenza di patine di sabbia ocrea. Sono presenti frustoli vegetali e resti torbosi nerastrati e maleodoranti.		0.7/0.8
	6.30	10.30	4.00	Argille grigio verdastre, con patine e velature sabbiose avana. Sono presenti livelli sabbiosi millimetrici e livelli con frammenti di gusci finemente triturati. Presenza di materiale torboso sia disseminato che in livelli centimetrici.		2.1/2.2
	10.30	13.20	2.90	Argille torbose grigie. I livelli di torba hanno spessore centimetrico, e colore più scuro. Presenza di pezzi di rami e/o di tronchi.		0.5

SCHEMA SONDAGGIO N° 88

Località: San Giovanni Teatino: Sambuceto – Zona commerciale			Quota s.l.m. -	Sezione C.T.R. (10k): 351	Data effettuazione: -
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	32.00	32.00	Limi e argille con livelli torbosi	
	32.00	35.00	3.00	Ghiaie con sabbia	
	35.00	39.00	4.00	Argille grigio - azzurre	

SCHEMA SONDAGGIO N° S001

Località: Chieti scalo – Località Madonna delle Piane			Quota s.l.m. -	Sezione C.T.R. (10k): 361	Data effettuazione: 11.09.1997
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	0.80	0.80	Terreno vegetale	
	0.80	5.00	4.20	Sabbie monogranulari gialle, addensate.	1.12
	5.00	6.40	1.40	Ghiaietto con sabbia molto addensata: i ciottoli sono di natura prevalentemente calcarea con forte appiattimento e forma discoideale	
	6.40	11.80	5.40	Sabbie monogranulari gialle, addensate	
	11.80	14.10	2.30	Argilla limosa di colore marrone con frequenti concrezioni calcaree	
	14.10	24.00	9.90	Ghiaia eterometrica in matrice limosa molto addensata. Ciottoli prevalentemente calcarei con forte appiattimento e forma discoideale	
	24.00	30.50	6.50	Argilla grigio - azzurra	

APPENDICE II - INDAGINI INTEGRATIVE ITALFERR 2020

Certificato n° 627 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 1SD1_int
Riferimento: Lotto 1 Pescara-Chieti	Data: 03/06/2020-08/06/2020
Coordinate: WGS84 42°26'40.90"N 14°12'37.30"E; G-B 4699465.392N 2455070.988E	Quota: 3.011 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:160 **STRATIGRAFIA - 1SD1 int** Pagina 1/2

o mm	R v	A r	S s	Pz	metri barr.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	prov. in foro	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
					1		1) SPT - 1,50 1,95	35,8		1,5	4-6	12			1,0	Sabbia medio-fine ghiaiosa debolmente limosa, asciutta, marrone-avana.	1
					2		C11) She- 2,50 3,00			3,0	3-5	9				La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da angolare ad arrotondata (Ømax 6cm), con rari ciottoli (Ømax 8cm). Presenti resti di mattoni rossastri.	
					3		2) SPT - 3,45			4,5	6-7	13	Lafano CV			Fino a 0,10m presenti resti di plastica e metalli.	
					4		3) SPT - 4,50 4,95	1,75 1,75		6,0	3-3	6			5,0	Argilla limosa, a luoghi debolmente sabbiosa fine, umida, consistente, grigiastra con sfumature giallastre e puntinature nerastre e patine di ossidazione ocracee.	2
					5		4) SPT - 6,00 6,45	1,75		7,5	5-7	12				Da 1,00m a 1,50m presenti resti di apparati radicali.	
					6		5) SPT - 7,50 7,95	1		9,5	7-9	17				Presenti concrezioni carbonatiche millimetriche, biancastre.	
					7					12,5	5-6	11				Alternanza di argilla limosa e limo argilloso sabbioso medio-fine, umida, da mediamente consistente a consistente, grigiastra con sfumature nerastre e patine di ossidazione ocracee.	3
					8		C12) Ost- 9,00 9,50	1,25 1,25		15,0	2-3	5				Presenti livelli da centimetrici a decimetrici sabbiosi medio-fini grigiastri e livelli da millimetrici a centimetrici di torba nerastra.	
					9		6) SPT - 9,95	0,75		18,0	2-1-2	3				In tutto il livello sono presenti resti lignei.	
					10					21,0	4-3	7					4
					11		C13) Ost- 12,00 12,50	0,75 0,75		24,0	2-4	7	Dilatometrica				
					12		7) SPT - 12,95	0,75		27,0	4-5-7	12	Lafano CV				
					13					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				5
					14		8) SPT - 15,00 15,45	0,5		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					15		C14) Ost- 17,50 18,00	0,75 0,75		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					16		9) SPT - 18,45	0,75		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				6
					17					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					18		10) SPT - 21,00 21,45	0,75		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					19					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				7
					20		C15) Ost- 29,50 30,00	1 1		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					21		11) SPT - 24,00 24,45	0,75		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					22					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				7
					23		12) SPT - 27,00 27,45	0,75		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					24		13) SPT - 30,00 30,45	0,75 0,5		30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					25					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				7
					26					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					27					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					28					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				7
					29					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					30					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					31					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				7
					32					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				
					33					30,0	6-8-10	18	Dilatometrica				

Il Direttore
Dott. Geol. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

Certificato n° 627 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 1SD1_int
Riferimento: Lotto 1 Pescara-Chieti	Data: 03/06/2020-08/06/2020
Coordinate: WGS84 42°26'40.90"N 14°12'37.30"E; G-B 4699465.392N 2455070.988E	Quota: 3.011 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:160 **STRATIGRAFIA - 1SD1 int** Pagina 2/2

o mm	R v	A r s	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 -- 100	Standard Penetration test m	S.P.T.	N	prove in foro	RQD % 0 -- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				33				0,5							Alternanza di argilla limosa e limo argilloso sabbioso medio-fine, umida, da mediamente consistente a consistente, grigiastra con sfumature nerastre e patine di ossidazione ocracee.	7
				34				0,75							Presenti livelli da centimetrici a decimetrici sabbiosi medio-fini grigiastri e livelli da millimetrici a centimetrici di torba nerastra. In tutto il livello sono presenti resti lignei.	
				35				1,25								
				36				1								
				37									38,7			
				38									37,6		Sabbia medio-fine debolmente limosa, a luoghi limosa, satura, grigiastra.	8
				39											Ghiaia poligenica, eterometrica, da sub-angolare a sub-arrotolata, bianco-grigiastra (Ømax 6cm) e ciottoli (Ømax 10cm), in abbondante matrice limoso sabbiosa eterometrica, satura, avana-grigiastra.	
				40												
				41												
				42												
				43												
				44												
				45												
				46												
				47				3								
				48				7,5								
				49				7,5								
				50				7								
				50				8,5						50,0	Argilla debolmente limosa, umida, dura, grigiastra con sfumature nerastre e patine di ossidazione ocracee. Presenti livelli da millimetrici a centimetrici sabbiosi fini, grigiastri.	10

Utilizzata sonda perforatrice tipo Comacchio 900P.
 Eseguito prescavo a mano da 0,00 m a 1,50 m da p.c..
 Eseguito rilievo masse metalliche in superficie e in foro (fino a 7,00 m da p.c.).
 Eseguito carotaggio ambientale da 0,00 m a 5,00 m.
 Utilizzato estrusore idraulico.
 Utilizzato doppio carotiere con corona diamantata.
 Prelevati n. 6 campioni indisturbati.
 Eseguite n. 13 prove S.P.T..
 Eseguite n. 2 prove Lefranc.
 Eseguite n. 3 prove dilatometriche.
 Installata cella di Casagrande a 35,00m da p.c.
 Installato chiusino con lucchetto e pozzetto carrabile.
 *Ind: Campionatore triplo.
 Normativa: A.G.I. 1977

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	05/05/20	08/06/20							
Ora	mattina	mattina							
Livello dell'acqua (m)	0,01	24,70							
Prof. perforazione(m)	27,00	46,50							
Prof. rivestimento(m)	27,00	45,00							

Il Direttore
 Dott. Geol. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito
 Dott. Geol. Pierluigi De Luca

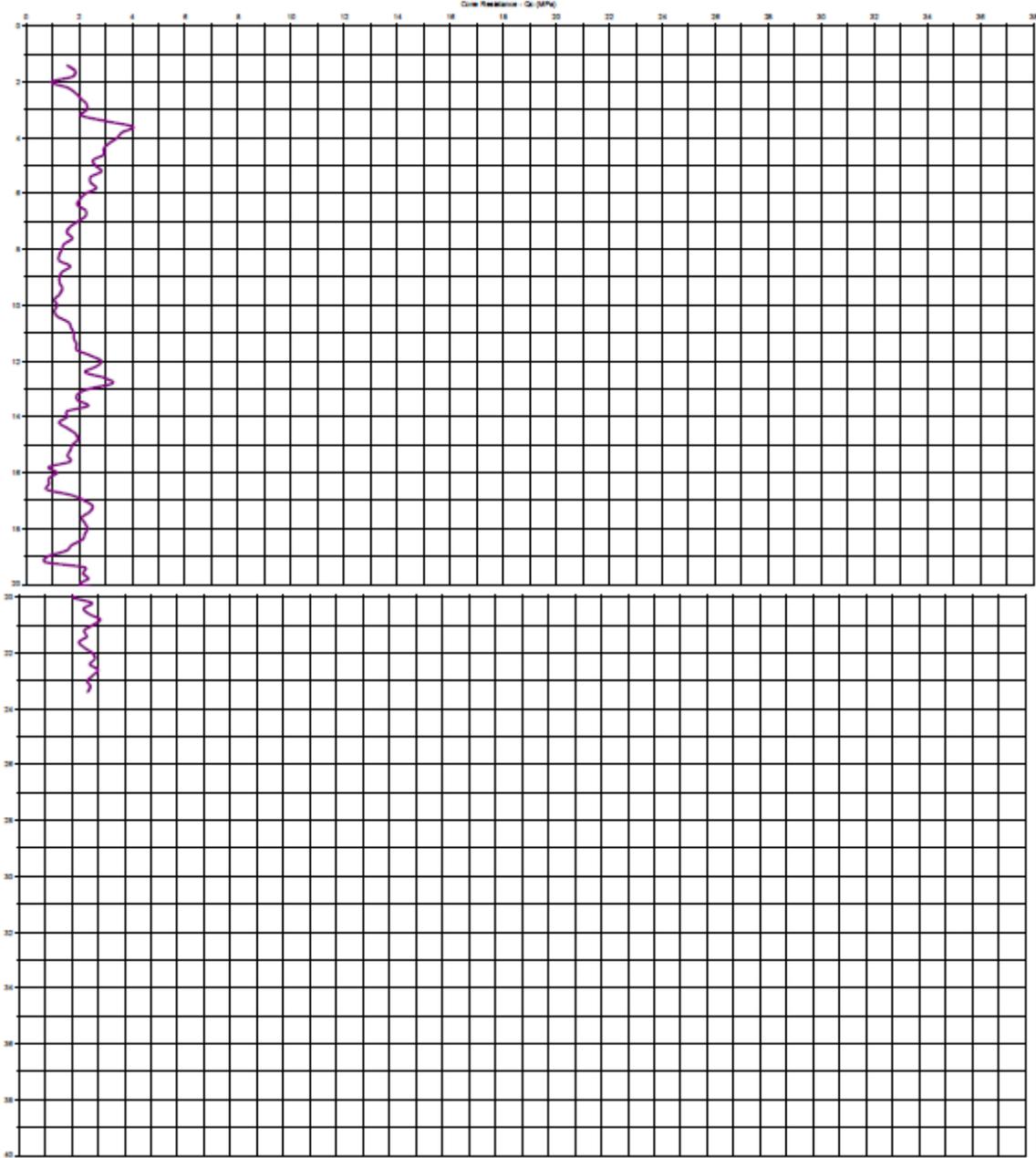
CPT 1



SONDEDILE s.p.a. conglomerato
 Via Francesco Crispi, 17
 00197 Roma (RM)
 Tel. +390647411402
 Fax. +390647111150



Committente	ITALFERR S.p.A.	CPT/PT	CPT1	Località		Verbale di accettazione n°	27	del	20/07/2020	Pag 1 di 4
Cantiera	Raddoppio Pescara-Chieti	Prof. (es)	23-40	Data	20/06/2020	Certificato n°	045	del	20/07/2020	



Caratteristiche strumentali PAGANI TG 80 (206kN)

Ref. Norme	ASTM D3441-90	Angolo di apertura (°)	60	Superficie manico (cmq)	150
Diámetro punta (mm)	35,70	Área punta (cmq)	33	Peso lettura (cm)	20

CPT 2



SONDEDILE
S.p.A. Engineering

Strada 10, 20139 Milano (MI)
Tel. +39 02 4111433
Fax. +39 02 4111432

www.sondedile.com
info@sondedile.com
EUROPEAN OFFICE
Tel. +39 02 4111433
Fax. +39 02 4111432



Committente	ITALMIR S.p.A.	PROGETT	CPT 2	Scandalo	26/06/2020	Protocollo di accettazione n°	27	del	29/01/2020	Pag 1 di 4
Caricatore	Raddoppio Pescara-Chieti	Prof. (m)	23.40	DATA	26/06/2020	Certificato n°	647	del	29/01/2020	

