

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

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

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO
(LOTTO 3)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

Progetto di fattibilità tecnica ed economica da sottoporre all'esame del CSLLPP, ai sensi del DL 16 luglio 2020 n. 76, convertito con legge n. 120/2020: "Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale"

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n. 23172 Sez. A

SCALA:

-

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

I A 6 F 0 3 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	22.06.2019	R. Briganti	22.06.2019	T. Paoletti	22.06.2019	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: IA6F03D69DGGE0001001B.docx

n. Elab.: 3-1

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	5
3	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	7
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	8
5.1	ASSETTO STRATIGRAFICO-STRUTTURALE DEI VERSANTI COLLINARI E PIANA ALLUVIONALE DEL F. PESCARA	12
5.1.1	<i>Successione del Quaternario continentale</i>	<i>13</i>
5.1.2	<i>Successione marina del Pliocene superiore - Pleistocene.....</i>	<i>15</i>
5.2	ASSETTO STRATIGRAFICO LUNGO IL TRACCIATO	20
5.2.1	<i>Depositi Continentali Quaternari.....</i>	<i>21</i>
5.2.2	<i>Successione Marina Pliocene Superiore-Pleistocene p.p.....</i>	<i>24</i>
5.2.3	<i>Assetto strutturale.....</i>	<i>25</i>
6	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	26
6.1	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE.....	29
6.1.1	<i>Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali.....</i>	<i>30</i>
6.1.2	<i>Forme antropiche e manufatti.....</i>	<i>30</i>
6.2	ANALISI MULTI-TEMPORALE DELLA VALLE DEL PESCARA	31
7	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	36
7.1	ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA BASSA VALLE DEL PESCARA	39
7.1.1	<i>La pianura alluvionale</i>	<i>39</i>
7.1.2	<i>L'alveo.....</i>	<i>41</i>
7.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE	41
7.2.1	<i>Complessi idrogeologici.....</i>	<i>41</i>

7.3	PROVE DI PERMEABILITÀ	43
7.4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO	44
8	CAMPAGNA DI INDAGINE	45
8.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI 2018 E INTEGRAZIONE 2020.....	45
8.2	PROSPEZIONI SISMICHE.....	46
8.3	PROVE DI LABORATORIO.....	46
8.4	CAMPIONAMENTO IN ALVEO E POZZETTO ESPLORATIVO.....	50
8.5	INDAGINI BIBLIOGRAFICHE	50
9	SISMICITÀ DELL'AREA.....	52
9.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	52
9.2	SISMICITÀ STORICA	53
9.3	SORGENTI SIMOGENETICHE.....	57
9.4	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO.....	59
9.5	PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	63
9.5.1	<i>Categoria di sottosuolo e frequenza propria di sito.....</i>	<i>63</i>
9.5.2	<i>Condizioni topografiche.....</i>	<i>63</i>
9.6	MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI CHIETI (I LIVELLO)	65
10	SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI.....	67
10.1	ANALISI GEOLOGICO-TECNICHE.....	67
10.2	ANALISI DELLE CARTOGRAFIE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE (P.A.I. E P.S.D.A).....	67
10.3	ASPETTI IDROGEOLOGICI	70
10.4	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	70
10.4.1	<i>Analisi qualitative.....</i>	<i>71</i>
10.4.2	<i>Analisi semi-quantitative.....</i>	<i>72</i>
11	CONCLUSIONI.....	79

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI - INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 4 di 93

12 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI..... 81

APPENDICE I - STRATIGRAFIE SCHEMATICHE URBANO (2014-2016)

APPENDICE II – SONDAGGIO ITALFERR 2020

1 PREMESSA

Nell’ambito dell’esecuzione dello studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico per la progettazione definitiva della “*Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Lotto 3 – Tratta Chieti - Interporto*”, 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 ed 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 ed idrogeologiche dell’area;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche disponibili ed 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 attraverso 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 E NORMATIVA 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 – Tratta Chieti – Interporto Val Pescara (Lotto 3)”
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IA4R 01 R 69 RG GE0001 001 A	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	-
IA4R 01 R 69 PR GE0005 001 A	Prove geotecniche di laboratorio	-
IA4R 01 R 69 SG GE0005 001 A	Indagini geognostiche e prove in situ	-

Dal punto di vista normativo sono stati presi in 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”.

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

“Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Interporto Val Pescara – Tratta Chieti – Interporto Val Pescara (Lotto 3)
PROGETTO DEFINITIVO

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	1:5.000/500
IA4S 01 D69 N5 GE0002 001 B	Carta dei complessi idrogeologici e profilo idrogeologico	1:5.000/500
IA4S 01 D69 PR GE0005 001 A	Prove geotecniche di laboratorio - Sondaggi S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7	-
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, geoelettrica e Down Hole	-
IA4S 01 D69 SG GE0005 001 A	Relazione generale - Indagini geognostiche, prove in situ e campionamenti	-

4 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca a ridosso della costa adriatica 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 3 km, in direzione all'incirca NE-SW, e ricade totalmente nel comune di Chieti.

Dal punto di vista cartografico, il tratto in esame ricade nel foglio 1: 50.000 IGM "361" e nella tavoletta topografica della Regione Abruzzo in scala 1: 25.000 361 Ovest.

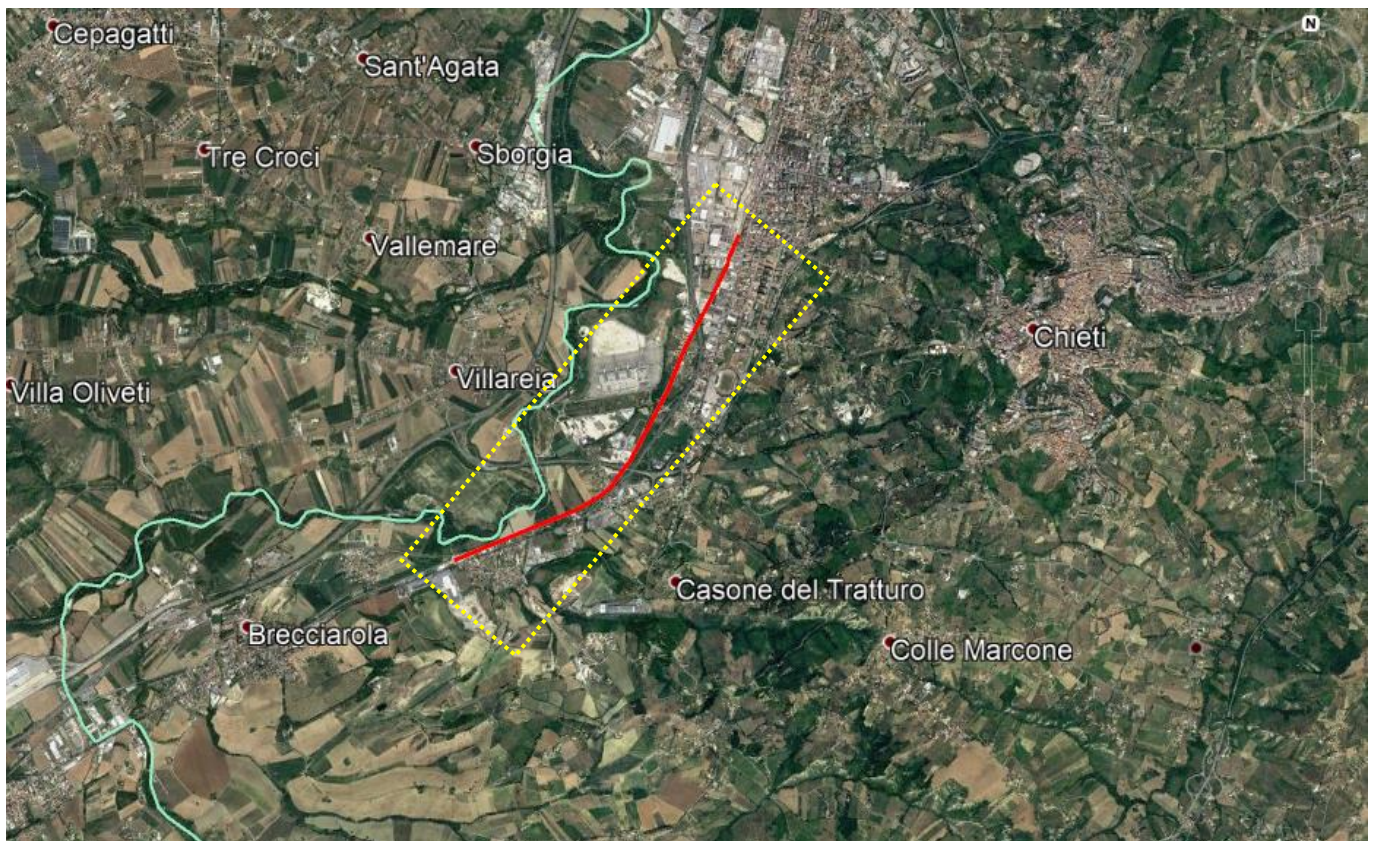


Figura 4-1 Ubicazione del tracciato di progetto (in rosso) con indicato il Lotto 3 (in giallo) (da Google Earth).

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 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 silico-clastici 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 (Ascione & Cinque 1999; Beltrando et al., 2010; ISPRA, 2010b).

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 (Beltrando et al., 2010; Ben-Avraham et al., 1990; Boccaletti et al., 1986 e 1990; 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 (Beltrando et al., 2010; Ben-Avraham et al., 1990; Da Vai & Martini, 2001; ISPRA, 2010b).

È 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 (Ascione & Cinque 1999; 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 (Crescenti et al., 1980; Cantalamessa & Di Gelma, 2004; Dramis, 1991; ISPRA, 2010b).

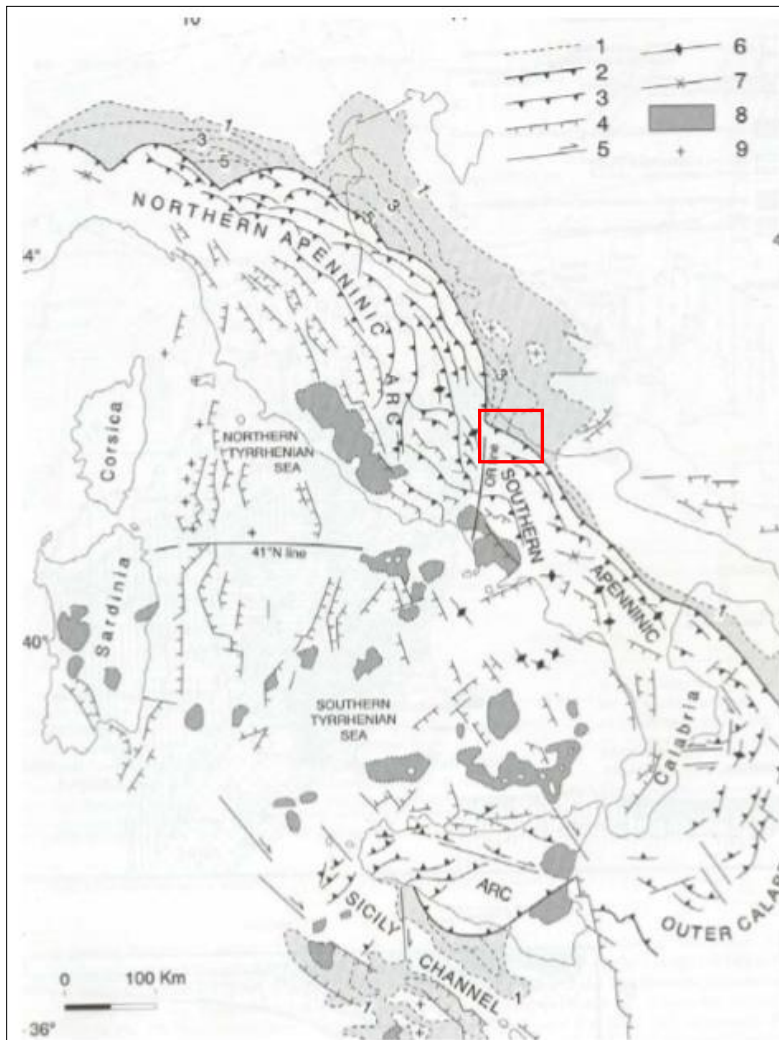


Figura 5-1 Carta strutturale degli Appennini e del Mar Tirreno (Da Vai & Martini, 2001).

Ad oggi i tassi della convergenza Nord-Sud della placca africana risultano essere inferiori-uguali a 0.7 mm/anno (Ward, 1994), mentre quelli estensionali Est-Ovest, stimati dall'attività storica delle faglie normali, risultano essere maggiori di 2.3 mm/anno (Westway, 1992).

Dati stratigrafici e strutturali (Patacca & Scandone, 1989; Cavinato & De Celles, 1999; Cipollari et al., 1999; Ghisetti & Vezzani, 2002) indicano che lo stretching crostale nel Mar Tirreno e l'estensione nelle aree interne peritirreniche, sono stati contemporanei al raccorciamento della zona esterna della catena appenninica nelle aree adriatiche. La stessa tendenza è stata registrata dalla sismicità attuale (Frepoli & Amato, 1997).

Come evidenziato sopra, la catena dell'Appennino centrale è costituita da un sistema a pieghe e sovrascorrimenti caratterizzati da un andamento arcuato e da una vergenza 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 ultimi 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).

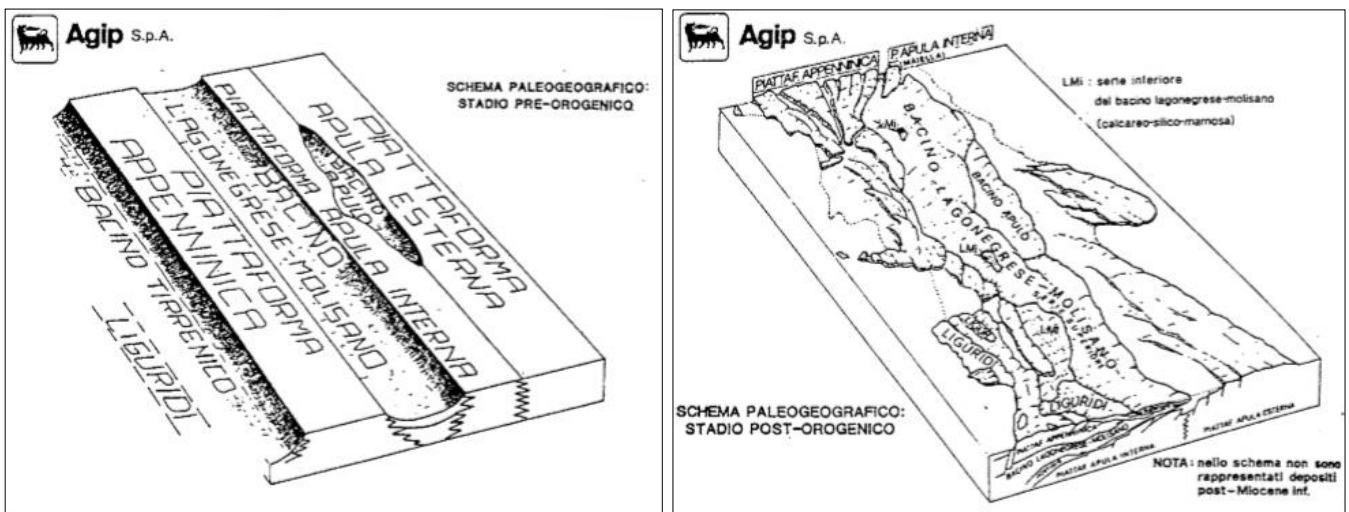


Figura 5-2 Schemi paleogeografici pre e post-orogenesi per l'Appennino centro-meridionale (Da Mostardini & Merlini, 1986).

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.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI -
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	11 di 93

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; Centamore & Nisio 2003).

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 Volturno-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-postorogena della Formazione Mutignano (Casnedi et al., 1981; Scisciani et al., 2000; Calamita et al., 2002; Centamore & Nisio 2003). 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°.

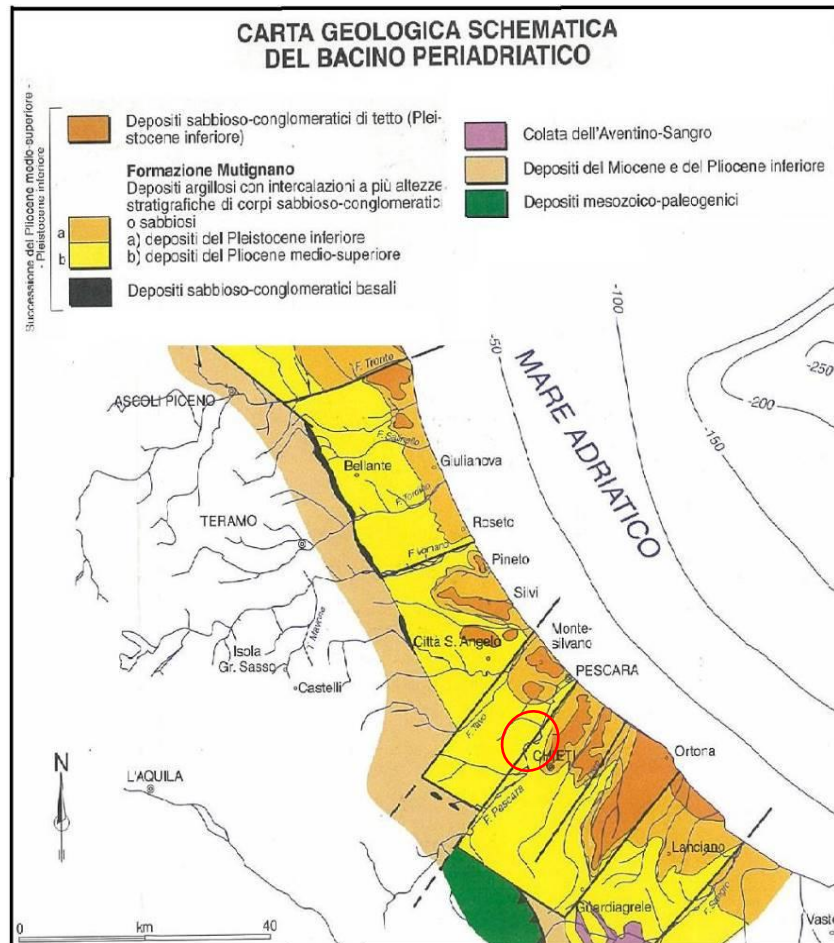


Figura 5-3 Carta geologica schematica del bacino periadriatico nell'area compresa tra la dorsale meridionale marchigiana ed il Fiume Sangro (modificata Da Bigi et al., 1997).

5.1 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.

Le 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 marini e 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.

In Figura 5-7 è riportato uno stralcio della Carta Geologica d'Italia – Scala 1:50.000 Foglio 361 “Chieti”. 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; Centamore et al., 1992; Nisio, 1997; ISPRA, 2010b; Ori et al., 1991).

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

5.1.1 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 vallecole 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;

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 Sistema di Valle Maielama – Subsistema di Villa Oliveti (AVM1) e i depositi alluvionali del Sistema 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 pluri-decimetriche), 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 terrazza 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 centimetriche a decimetri 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 5-4). Le ghiaie sono prevalenti nella parte bassa dei depositi e hanno clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche (localmente pluri-decimetriche), 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 5-4);

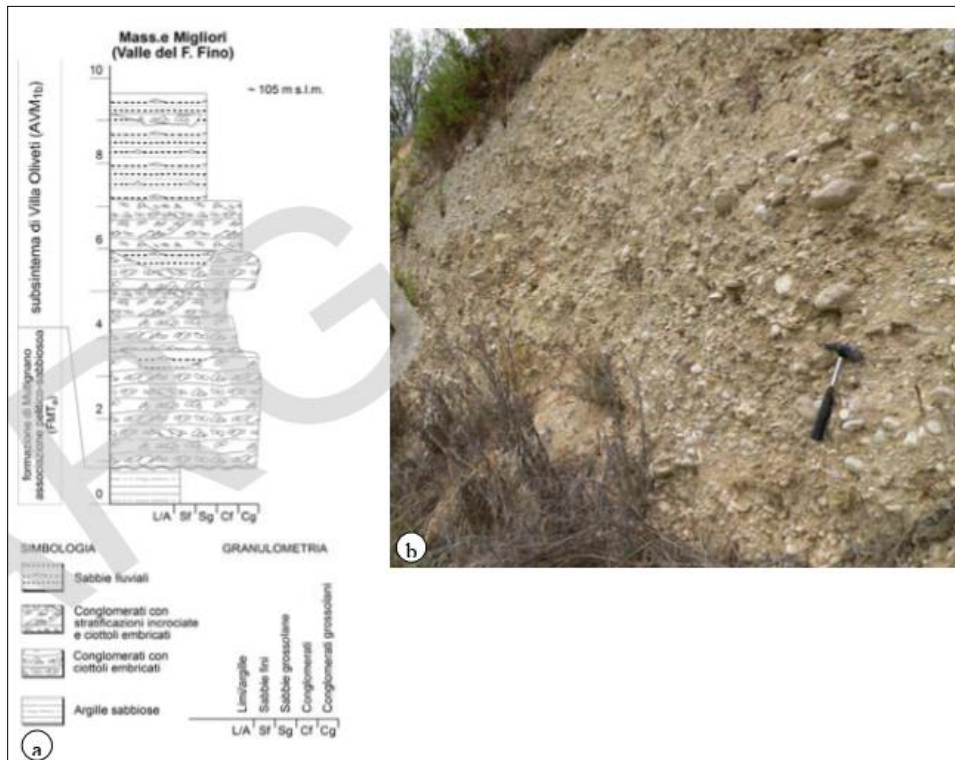


Figura 5-4. Log e immagine dei depositi del Subsystema di Villa Olivetti (ISPRA, 2010b).

5.1.2 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 5-5).

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.

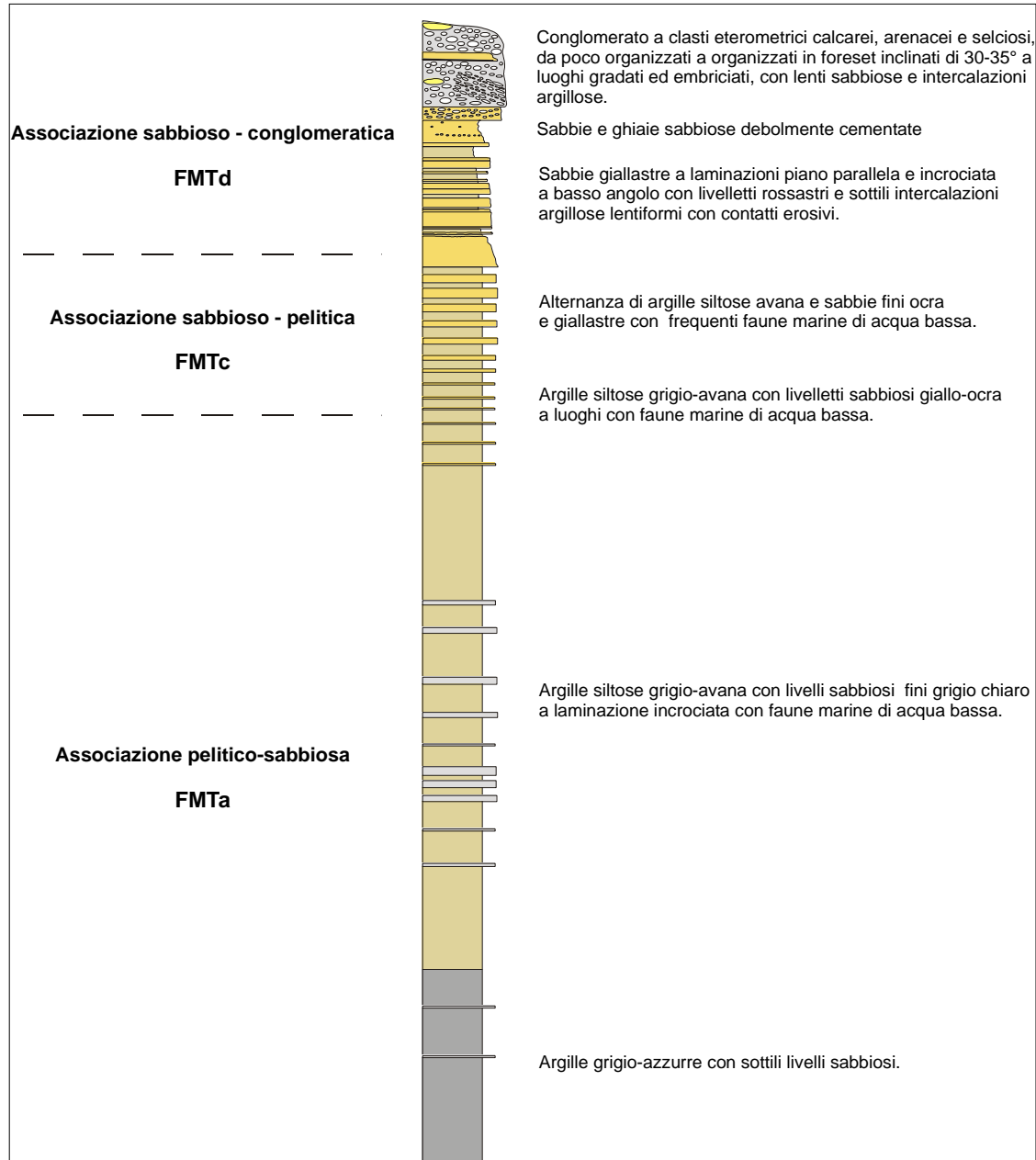


Figura 5-5. Log stratigrafico schematico della Formazione di Mutignano (ISPRA, 2010b).

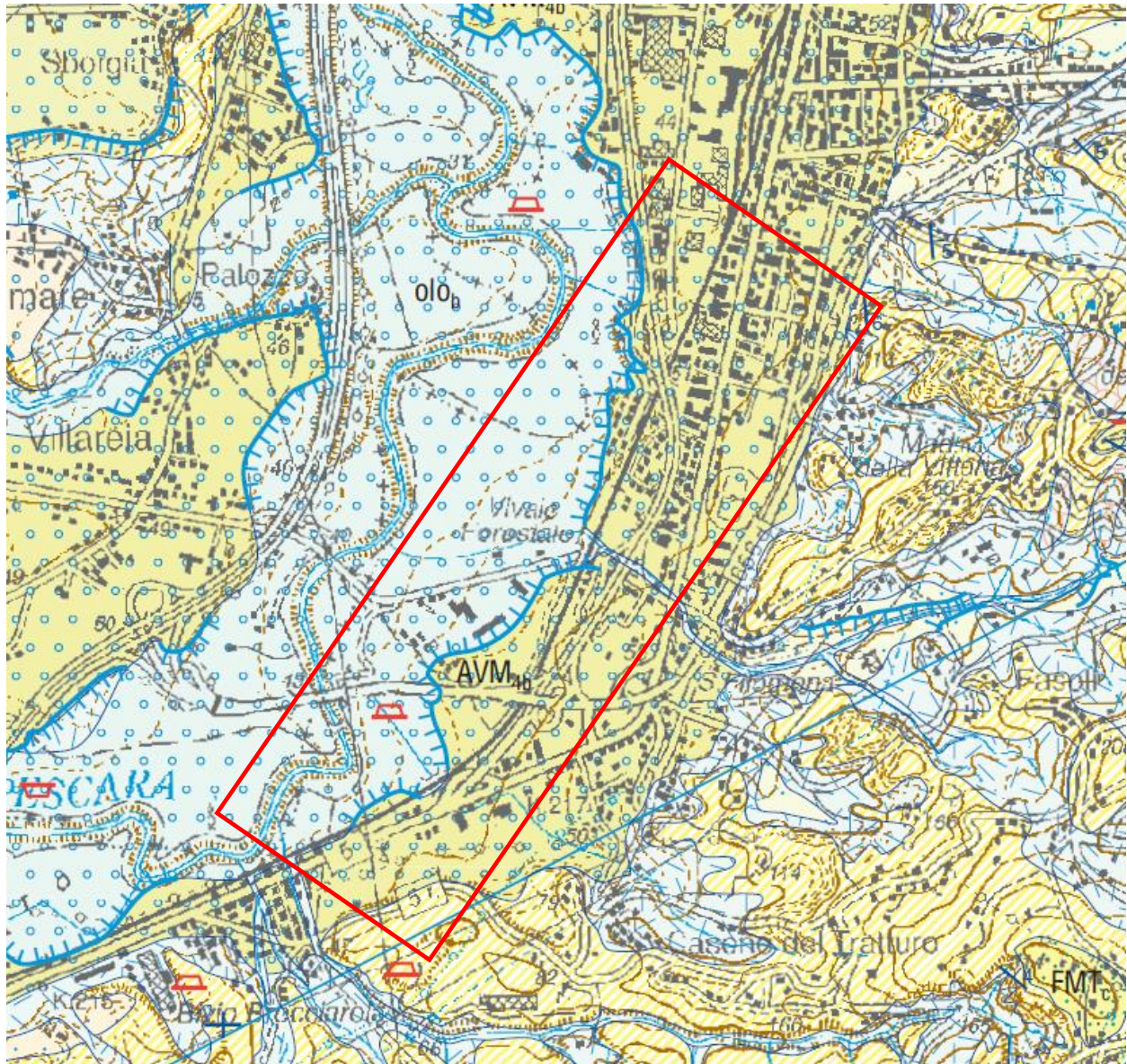


Figura 5-6. Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 foglio n.361 "Chieti" (non in scala). Il poligono indica l'area di studio (ISPRA, 2010).

SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

DEPOSITI OLOCENICI

Coltri eluvio-colluviali formate da limi, sabbie e limi argillosi con clasti poligenici dispersi nel materiale fine, a luoghi con concrezioni nodulari calcaree; terre rosse (olo₂).

Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con orizzonti e lenti di argille e torbe, dell'alveo e della piana alluvionale attuale, conglomerati e sabbie dei conoidi alluvionali ad essa eteropici. Sono diffusi lungo il fondovalle dei fiumi Pescara, Alento e Foro e dei loro affluenti principali (olo₁).

Depositi di frana prevalentemente pelitici e pelitico-sabbiosi, in assetto caotico. Localmente possono contenere blocchi di diversa composizione litologica e dimensione: sabbioso-conglomeratici (Chieti, Orsogna, Bucchianico, S. Martino), conglomeratici (Rosciano). Nella zona di Roccamontepiano sono costituiti da blocchi eterometrici di travertino. Nella zona di Roccamorice sono costituiti da blocchi calcarei e calcareo marnosi (olo₃).

Depositi di versante costituiti da detriti e ghiaie eterometrici, da sciolti a debolmente cementati, generalmente stratificati, provenienti dal disfacimento di depositi clastici più antichi, delle successioni calcaree e delle successioni marnoso argillose (olo₃).



SINTEMA DI VALLE MAIELAMA

subsistema di Chieti Scalo (AVM₄)

Conglomerati, sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata, con lenti di argille e torbe; sono terrazzati ad altezze sul fondovalle comprese tra 15 m e 25 m (fiumi Pescara e Alento) e tra 10 m e 25 m (F. Foro). Conglomerati a granulometria grossolana, clasto sostenuti, frequentemente poco organizzati, dei conoidi alluvionali dei versanti orientale e settentrionale della Maiella. La base non è osservabile in affioramento, se non ai margini del terrazzo, dove corrisponde al contatto erosivo sui depositi delle formazioni marine, o sui depositi dei sub-sistemi più antichi. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del terrazzo, o dal contatto erosivo con i depositi olocenici. Lo spessore affiorante è di 15-30 m (AVM_{4b}).

Detriti di falda calcarei eterometrici, generalmente ben stratificati, affioranti al piede dei versanti carbonatici della Maiella (AVM_{4a3}).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.



SUCCESSIONE MARINA DEL PLIOCENE SUPERIORE-PLEISTOCENE

FORMAZIONE DI MUTIGNANO

associazione sabbioso-conglomeratica (FMT_d)

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 embriciati, 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 lamine e straterelli (da millimetrici a centimetrici) di peliti grigie.

associazione sabbioso-pelitica (FMT_c)

Alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. 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. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (*Pecten*, *Chlamys*, *Ostrea*, ecc...) e gasteropodi di ambiente marino.

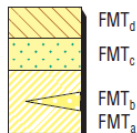
associazione conglomeratica (FMT_b)

Conglomerati poligenici ben cementati in banconi e strati da decimetrici a metrici (Turrivalignani), ghiaie, brecce e blocchi eterometrici in matrice argilloso-siltosa, costituiti da calcari e, in misura minore, da selce. A più altezze sono presenti faune di mare basso (Colle Serra, F.so S. Gennaro, Casale, Valle del F. Alento).

associazione pelitico-sabbiosa (FMT_a)

Argille ed argille marnose, di colore grigio o grigio-azzurro, massive o laminate, con intercalazioni di lamine e straterelli sabbiosi e sabbioso-limosi, frequentemente fossiliferi; all'aumentare del tenore in limo il colore tende al giallastro il rapporto sabbia/argilla è sempre nettamente inferiore all'unità. Lo spessore affiorante della formazione è valutabile in almeno 300 m.

PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p. (biozone a Globorotalia inflata e a Globigerina cariacensis)



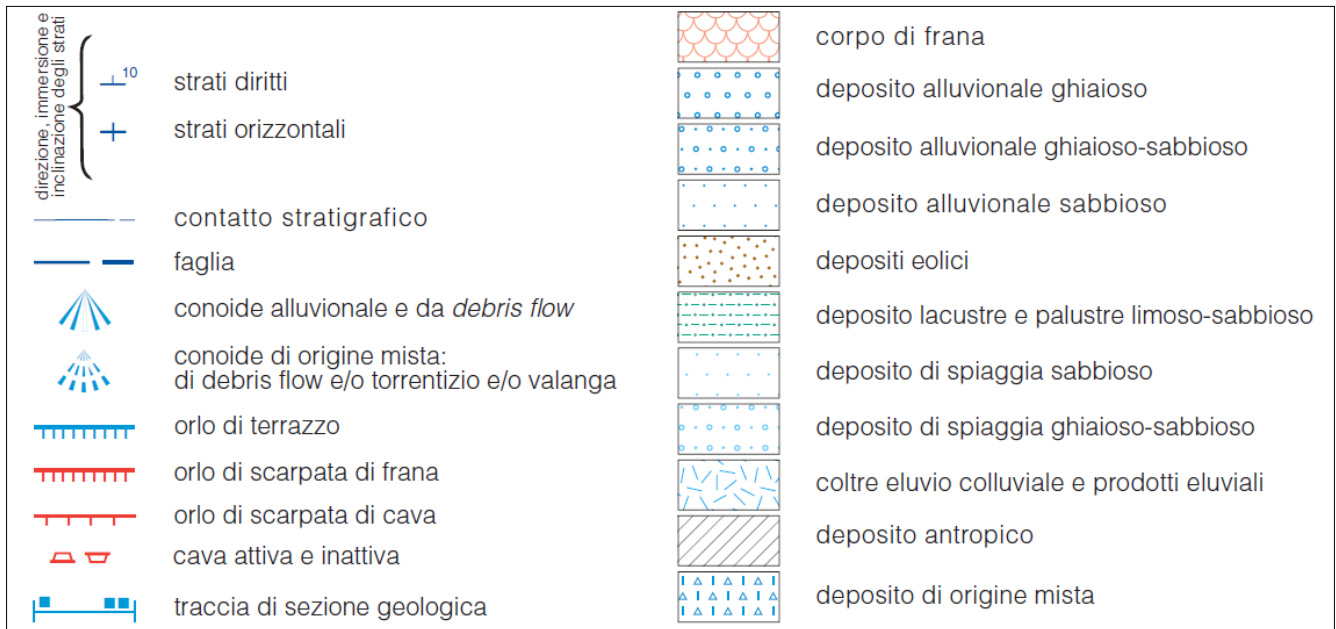


Figura 5-7. Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 foglio n.361 "Chieti" (non in scala). In tratteggio l'area di studio (ISPRA, 2010 a,b).

5.2 Assetto stratigrafico lungo il tracciato

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, 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 - Subsintema di Chieti Scalo (sigla CARG "AVM", ISPRA 2010b). I depositi alluvionali terrazzati hanno uno spessore di 20/30 metri. 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,d).

Per la cartografia geologica di progetto si rimanda all'elaborato "Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico alla scala 1: 5.000/500" (codifica elab. IA6F-03-D69-N5-GE0001-001-B) allegati al presente studio.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
– INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI –
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	21 di 93

5.2.1 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.

5.2.1.1 Riporto (**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,c,d).

5.2.1.2 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 rinvencono 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 rinvencono 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, 2010 a,b,c,d).

5.2.1.3 Depositi alluvionali attuali e recenti (**ba**)

Depositi continentali alluvionali attuali e recenti olocenici, costituiti da due distinte *litofacies* a composizione ghiaioso-sabbiosa e limoso-sabbiose. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche.

Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate (**ba1**).

Limi sabbiosi e argille limose di colore grigio e marrone, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate (**ba2**).

5.2.1.4 Depositi alluvionali terrazzati (**ALTna**)

Depositi continentali alluvionali terrazzati, costituiti da quattro distinte *litofacies* a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa, limoso-sabbiosa-argillosa 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 (Figura 5-8). Foto del sondaggio S2 cassetta 3, in cui si possono distinguere uno strati ghiaioso-sabbiosi di colore avana con intercalazione di materiale di limo-sabbioso e sabbioso (A). Foto rappresentativa del sondaggio S2, in

cui si possono distinguere uno strati ghiaioso-sabbiosi di colore avana con clasti di natura carbonatica sub arrotondati (B).). La ghiaia si presenta generalmente assortita da fina a medio-grossa ($\varnothing < 3$ cm) con sparsi elementi poco più grossolani e rari piccoli ciottoli ($\varnothing_{max} 7$ cm), di natura carbonatica come negli orizzonti superiori; la forma è angolosa o sub-angolosa nella frazione fina ($\varnothing < 6$ mm), arrotondata in quelle maggiori (Figura 5-8). In alcuni casi si riscontrano livello di ~10 cm di sabbia giallastra a grana medio-grossa. La sabbia è per lo più presente con frazione grossa e spigolosa, medio-fina nei livelli a matrice sabbioso-limosa prevalente.



Figura 5-8. Foto del sondaggio S2 cassetta 3, in cui si possono distinguere uno strati ghiaioso-sabbiosi di colore avana con intercalazione di materiale di limo-sabbioso e sabbioso (A). Foto rappresentativa del sondaggio S2, in cui si possono distinguere uno strati ghiaioso-sabbiosi di colore avana con clasti di natura carbonatica sub arrotondati (B).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI - INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

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 rinvengono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrici sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante.

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 rinvengono 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 rinvengono torbe e terreni organici di colore grigio scuro, a struttura indistinta, con locali frammenti di foglie e radici, talvolta si rinvengono frammettenti conchigliari millimetrici (Figura 5-10).



Figura 5-9. Foto del sondaggio S6 (tra 5 e 10m) in cui le alluvioni si presentano limoso-sabbiose ocra marrone chiaro.



Figura 5-10. Foto del particolare del sondaggio S7 in cui si intercettano livelli di materia organica (torba) all'interno dei 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 rimanda alla documentazione delle prove di laboratorio (IA4S-02-D69-PR-GE0005-001-A e IA4S-02-D69-PR-GE0005-002-A).

Tali terreni affiorano in tutta l'area di studio. I depositi in esame mostrano uno spessore massimo di circa 35 m e sono riferibili al Pleistocene Superiore. In letteratura, sono correlabili ai depositi alluvionali terrazzati del Sistema Valle Maielama del Subsistema Chieti Scalo "AVM4b", di età riferibile alla parte alta del Pleistocene superiore (ISPRA, 2010a,b,c,d).

5.2.2 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.

5.2.2.1 Argille grigio-azzurre del substrato (**FMTa**)

Dal punto di vista litologico, si riferiscono ad argille-marnose e argille limose da debolmente marnosa a marnosa, con sporadici interstrati sabbiosi in veli o lamine molto sottili; colore grigio dal lieve tono azzurrognolo, con diffuse micro punteggiature nerastre dovute ad elementi carboniosi sub-mm. A varie profondità, dispersi frammenti conchigliari di dimensioni sub-mm÷mm. Stratificazione molto sottile con generale assetto orizzontale, a strati in prevalenza paralleli leggermente ondulati, in subordine pseudo-lenticolari. Estremamente consistente, a consistenza gradualmente crescente con la profondità (Figura 5-11).

Le argille del substrato si intercettano ad una profondità variabile tra i 16.50 metri di profondità (S1 e S2) a profondità maggiori di 30metri. 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 5-11. Argille-marnose grigie azzurre, cassetta del sondaggio S4.

5.2.3 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 trascorrenti 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 basculanti 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
- INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI -
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	26 di 93

6 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 (Castiglioni, 1935; Demangeot, 1965; D'Alessandro et al., 2003; Della Seta et al., 2008; Urbano et al., 2017). 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.

Il tracciato oggetto del presente studio si sviluppa all'interno del territorio del teatino, dalla località di Chieti Scalo verso l'entroterra in direzione Manoppello; 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 (Urbano et al., 2017).

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 subpianeggianti, 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.

Il settore collinare è costituito per la massima parte da argille e argille marnose e superiormente da depositi sabbioso-conglomeratici disposti secondo una monoclinale inclinata verso Est. In tale fascia collinare, pertanto, il modellamento è legato principalmente ai processi di erosione lineare ed areale con lo sviluppo di morfologie calanchive e di fenomeni franosi a cui si affiancano lenti movimenti di versante; questi fenomeni sono generalmente innescati dall'approfondimento delle incisioni vallive laddove affiorano formazioni argillose tra i lembi alluvionali (D'Alessandro et al., 2007).

Le caratteristiche geomorfologiche generali appena descritte si possono ritrovare anche nell'area oggetto di studio; infatti, tra le più caratteristiche si osservano in prevalenza orli di scarpata di erosione fluviale attiva e inattiva ed alveo in erosione (Figura 9-1). Nel settore orientale (fuori carta e fuori area d'intervento), si osservano forme legate principalmente alla gravità, localizzate sul versante del rilievo collinare dell'abitato di Chieti prospiciente i fossi

secondari, i quali incidono le litologie più argilloso - sabbiose. Tali forme gravitative sono rappresentate essenzialmente da frane da scorrimento rotazionale, frane da colamento e deformazioni superficiali lente che non interessano il tracciato d'intervento (Figura 9-1 e Figura 6-3).



Figura 6-1 Stralcio del foglio 361-O della “Carta geomorfologica” (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI).










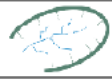
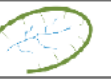










FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
	Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
	Alveo con tendenza all'approfondimento			
	Solco da ruscellamento concentrato			
	Superficie a calanchi e forme simili			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato			
	Conoide alluvionale			
	Cono di origine mista			
	Depressione palustre			

Figura 6-2 Legenda di riferimento dello stralcio del foglio 361-O della “Carta geomorfologica” (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

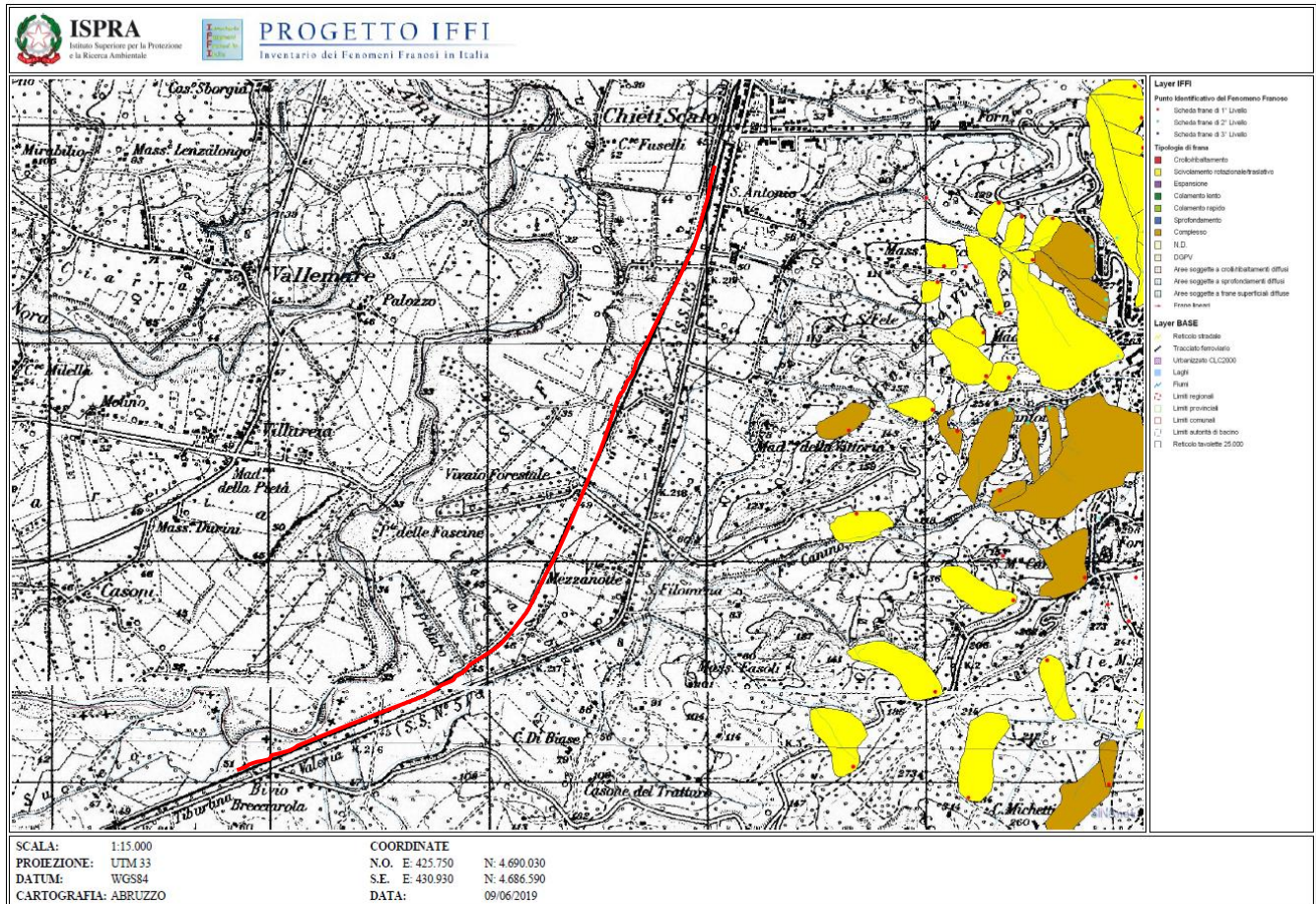


Figura 6-3 Stralcio della Carta delle frane del Progetto IFFI, di colore giallo i fenomeni di scivolamento rotazionale/traslato, in marroncino i fenomeni complessi (portale

<http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/cart03.asp?cat=2&lang=IT#>). In rosso il tracciato ferroviario.

6.1 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, 2011b; 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 (Miccadei et al., 2011a, 2011b; Piacentini et al., 2016, 2017; Sciarra et al., 2017; Sciarra, 2016).

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 30 di 93

6.1.1 *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 (Figura 6-4).

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 vallecicole 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.



Figura 6-4 Scarpata fluviale inattiva, scarpata di circa 5 metri di altezza in prossimità di Chieti Scalo.

6.1.2 *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 6-5).

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 6-5).



Figura 6-5 Principali elementi geomorfologici legati all'azione antropica: scarpata antropica legata al rilevato ferroviario (a), canalizzazione del F.so Pretaro in prossimità della linea ferroviaria (b).

6.2 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 multitemporali su foto aeree e ortofoto di sette differenti voli. Le foto spaziano dal 1954 al 2007 e sono sintetizzate nella tabella seguente (Tabella 6-1). 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.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	32 di 93

Volo	Scala	Strisciata	Fotogrammi
Volo Base 1954 (I.G.M.)	1:33.000	65	2707-2708-2709
Volo 1976 (I.G.M.)	1:16.000	31	8297-8298
Volo A.I.M.A 1997 (ortofoto)	1:10.000		
Volo Regione Abruzzo 2007 (ortofoto)	1:5.000		361022-361061-361062-361063- 361064

Tabella 6-1 Sintesi delle foto aeree e delle ortofoto utilizzate per l'analisi multitemporale dei principali sistemi fluviali della zona di intervento.

Di seguito alcuni stralci di foto aeree e ortofoto (Figura 6-6, Figura 6-6, Figura 6-7, Figura 6-8, Figura 6-9), con alcuni dettagli.



Figura 6-6 Foto aerea 1954, in tratteggio la linea ferroviaria.

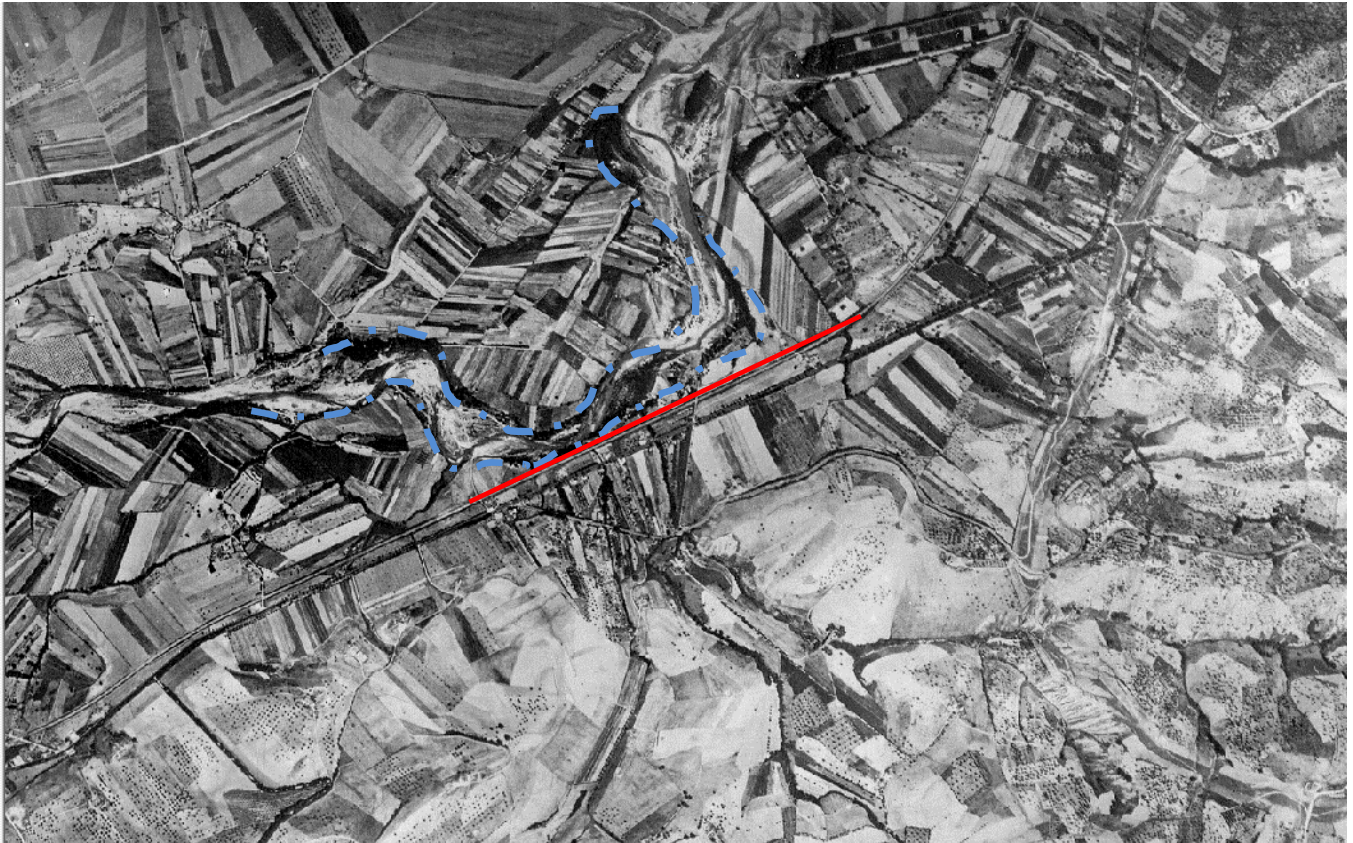


Figura 6-7 Stralcio di foto aerea 1954 (stralcio foto aerea 2707), della foto si osserva il F. Pescara con un ampio alveo di tipo intrecciato (*braided*) a barre mobili ben sviluppate (i limiti sono riportati in blu). In rosso la linea ferroviaria.



Figura 6-8 Stralci del Volo IGM 76 (a) e AIMA 1997 (b): nello stralcio di Foto aerea si osserva un alveo con andamento sinuoso e ampiezza decisamente più limitata (alcune decine di metri al massimo) e soprattutto con scarso trasporto di sedimenti ghiaiosi.



Figura 6-9 Stralcio Ortofoto 2007.

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 dalla metà del secolo scorso. Nello stralcio di Foto aerea (Volo Base 1954) si osserva il F. Pescara con un ampio alveo di tipo intrecciato (*braided*) a barre mobili ben sviluppate. Negli anni, 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. Questa evoluzione si può notare nelle foto degli anni 70 e 90, dove l'alveo si presenta con andamento sinuoso e ampiezza decisamente più limitata (alcune decine di metri al massimo) e soprattutto con scarso trasporto di sedimenti ghiaiosi. 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 di Chieti Scalo. Nella foto del 1954 si possono osservare solo il centro abitato di Chieti Scalo, in un perimetro molto ristretto e vie di comunicazioni principali, soprattutto quella di collegamento tra Pescara e Roma (ferrovia e S.S. n°5). Passando ad analizzare le foto aeree del 1976 fino al 2007, si ha un aumento evidente del perimetro dell'edificato in prossimità di Chieti Scalo (Figura 6-6, Figura 6-7, Figura 6-8, Figura 6-9).



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI -
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	36 di 93

7 INQUADRAMENTO 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; ISPRA 2010b). 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



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI -
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	37 di 93

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).

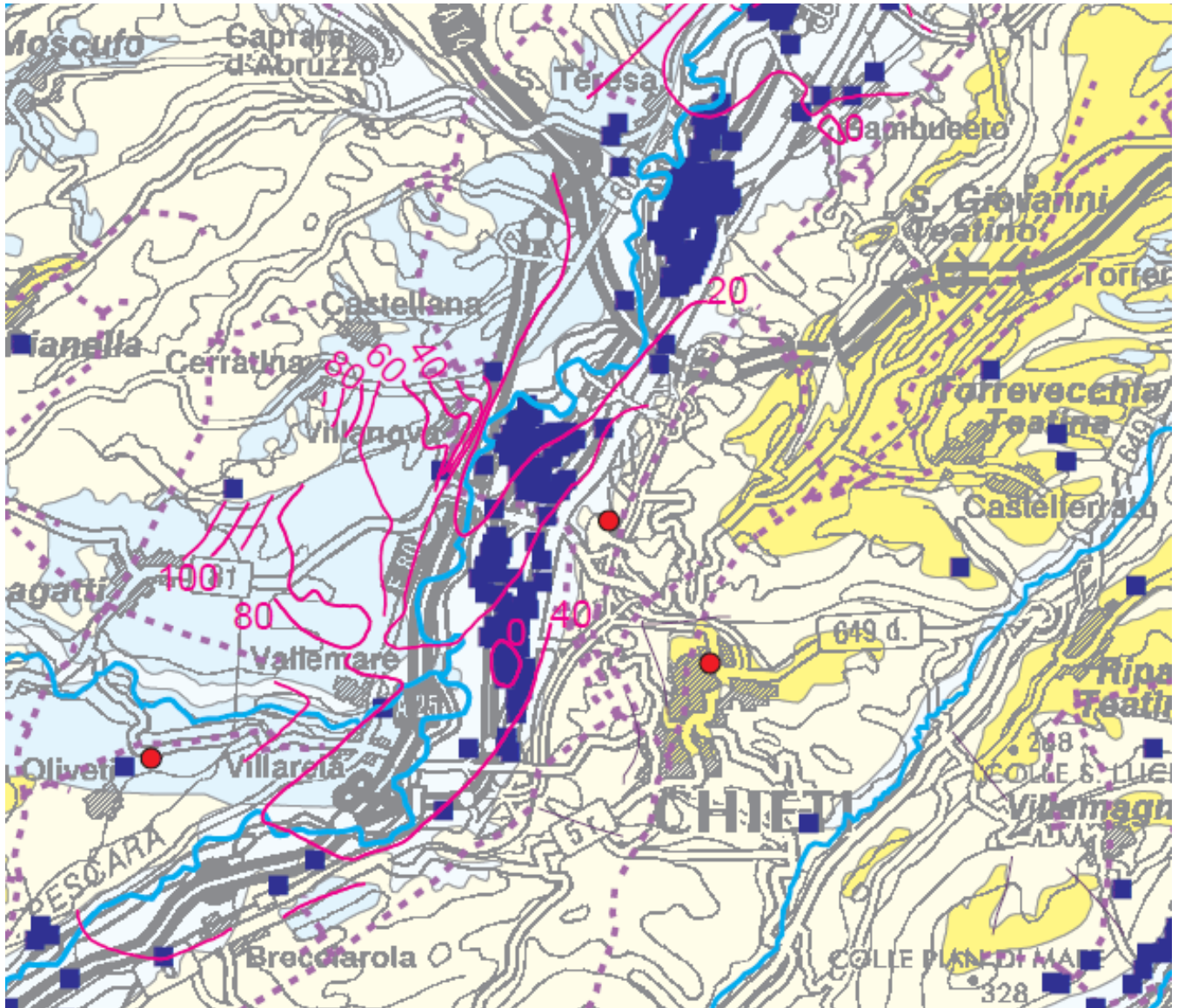
A

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 7-1 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).

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 39 di 93

7.1 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; ISPRA 2010b), nei paragrafi successivi verranno descritti.

7.1.1 La pianura alluvionale

I settori costieri dell'Appennino Centrale sono caratterizzati dalla presenza di numerosi corsi d'acqua di una certa importanza, che incidono la spianata posta tra i settori di catena ed il mare con percorsi grossomodo perpendicolari alla linea di costa (Demangeot 1965; Parea 1978; Roskopf & Scorpio 2013). Ai suddetti elementi idrografici si aggiungono, localmente, corsi d'acqua secondari di scarsa rilevanza e incisioni torrentizie che drenano solo ridotte porzioni dei settori collinari posti a monte della zona costiera attuale.

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.

I valori di permeabilità dei terreni presenti nell'area di studio, coincidente con la piana alluvionale del Fiume Pescara (vedi IA6F 03 D69 N5 GE0001 001 B - Carta geologica con profilo geologico), vista la grande eterogeneità litologica dei depositi, varia da 10^{-3} m/s per i corpi ghiaiosi a 10^{-7} m/s per quelli argilloso-limosi.

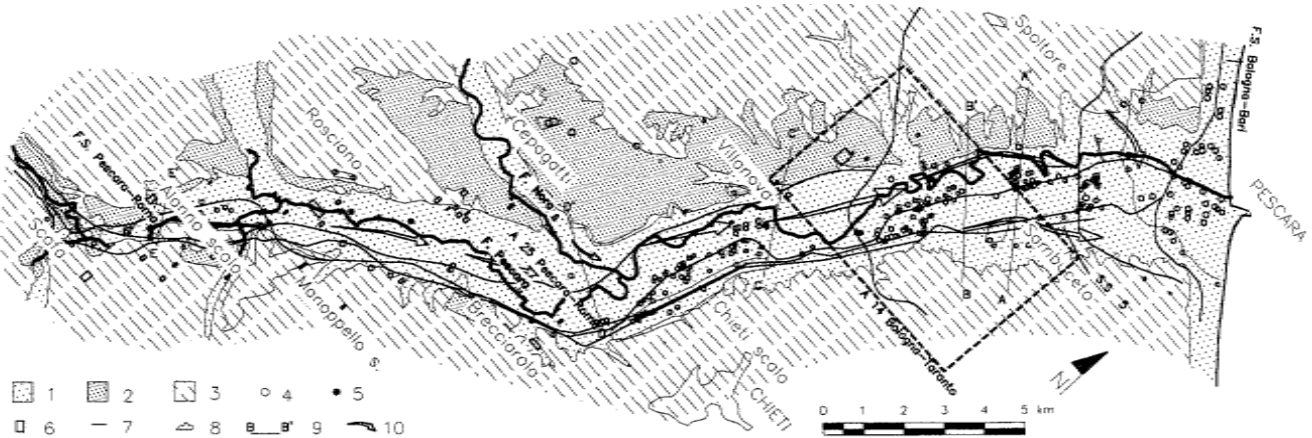


Fig. 2 - Carta idrogeologica della pianura del fiume Pescara. 1) *Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali dei terrazzi bassi (Pleistocene sup.-Olocene)*. Depositi costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi-sabbiosi, sabbie e sabbie-ghiaiose. La ricarica si realizza soprattutto attraverso l'infiltrazione delle acque superficiali di origine appenninica, mentre la circolazione è influenzata dalla presenza di paleovalci; 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 della falda contenuta 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.

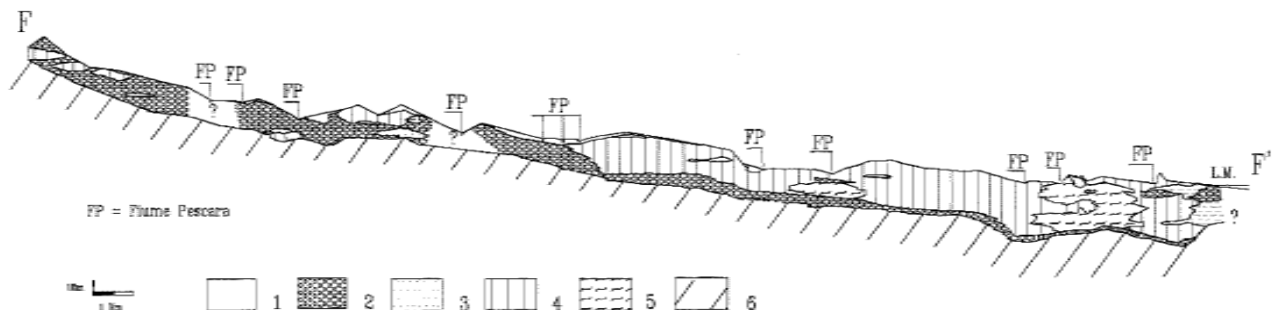


Fig. 5 - Sezione schematica longitudinale della pianura alluvionale del fiume Pescara. 1) Terreni di copertura; 2) Corpi ghiaiosi; 3) Corpi sabbiosi; 4) Corpi limoso-sabbiosi e limoso-argillosi; 5) Corpi argillosi; 6) Substrato Plio-Pleistocenico.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B	FOGLIO 41 di 93

7.1.2 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 30 m, depositi argillosi, sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi; queste ultime poggiano con continuità sul substrato argilloso plio-pleistocenico. Assetto idrogeologico locale.

7.2 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 dei complessi idrogeologico e profilo idrogeologico alla scala 1:5000/500" (codifica elab. IA6F-03-D69-N5-GE0002-001-B) allegati al presente studio.

7.2.1 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 "Complesso argilloso-marnoso" si riporta una sintesi di tali prove, con indicazione dei valori di permeabilità determinati e dei relativi complessi idrogeologici di appartenenza.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI -
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	42 di 93

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.

7.2.1.1 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 rinvengono 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.

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 ba1, ALT1a, ALT2a, ALT1b e ALT2b. Coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

7.2.1.2 Complesso limoso-sabbiosi

Limo-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 ba2, ALT3a e ALT3b. Coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

7.2.1.3 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 *acquitard* 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.

7.2.1.4 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 rinvencono 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* dei 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.

7.3 Prove di permeabilità

Di seguito si riporta una sintesi delle prove relative alla tratta in esame, con indicazione dei principali dati (Sigla, prova, Tipologia, Profondità, Permeabilità, Complesso idrogeologico di riferimento).

Sondaggio	Prova	Tasca Prova (m dal p.c.)		Tipologia Prova	Data Esecuzione	Permeabilità k (m/s)	Complesso idrogeologico di riferimento
		Tetto	Letto				
S 1	LF_01	14,60	15,00	Lefranc carico variabile	12/11/2018	1,87E-04	Complesso ghiaioso-sabbioso
S 2	LF_01	10,00	11,40	Lefranc carico variabile	11/10/2018	2,64E-07	Complesso limoso-argilloso
S 3	LF_01	14,70	15,20	Lefranc carico variabile	19/10/2018	6,28E-04	Complesso ghiaioso-sabbioso
S 4	LF_01	14,70	16,00	Lefranc carico variabile	06/11/2018	5,12E-05	Complesso ghiaioso-sabbioso
S 5	LF_01	13,20	15,40	Lefranc carico costante	16/10/2018	1,74E-05	Complesso ghiaioso-sabbioso
S 6	LF_01	11,80	13,00	Lefranc carico variabile	29/10/2018	1,44E-06	Complesso limoso-argilloso
S 7	LF_01	16,20	17,70	Lefranc carico variabile	31/10/2018	1,87E-07	Complesso limoso-argilloso
3SD1_int	LF_02	6,00	7,50	Lefranc carico variabile	10/06/2020	3,00E-05	Complesso limoso-argilloso
3SD1_int	LF_02	20,00	21,00	Lefranc carico variabile	11/06/2020	1,19E-05	Complesso ghiaioso-sabbioso

Tabella 7-1 Prove di permeabilità

7.4 Monitoraggio piezometrico

Allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee e il relativo andamento della superficie piezometrica, nel corso delle campagne di indagini geognostiche sono stati acquisiti dati di monitoraggio relativi alle strumentazioni piezometriche installate. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei dati di monitoraggio, per i dettagli si rimanda alla report specifico (cod. doc. IA3F 03 D69RH GE0001 001 A).

		PIEZOMETRI (Chieti-Manoppello)				
		S2	S3	S4	S5	S7
	Data	falda m da P.C	falda m da P.C	falda m da P.C	falda m da P.C	falda m da P.C
1° LETTURA	13/11/2018	-7,25	-6,24	-15,20	-	-2,28
2° LETTURA	10/12/2018	-7,23	-6,20	-15,00	-14,35	-2,84
3° LETTURA	19/01/2019	-7,08	-6,54	-15,05	-16,50	-2,52
4° LETTURA	22/02/2019	-7,25	-6,40	-15,28	-16,45	-3,10
5° LETTURA	11/03/2019	-7,32	-6,32	-15,40	-16,10	-3,50
6° LETTURA	07/05/2019	-7,18	-6,10	-15,33	-15,95	-3,70
7° LETTURA	07/06/2019	-7,24	-6,2	-15,35	-16,08	-3,67
8° LETTURA	28/06/2019	-7,40	-6,35	-15,40	-16,30	-3,65
9° LETTURA	23/08/2019	-7,45	-6,35	-15,50	-16,60	-3,80
10° LETTURA	13/09/2019	-7,45	-6,40	-15,10	-16,50	-3,85
11° LETTURA	23/01/2020	-7,75	-6,80	-15,35	-16,60	-3,70
12° LETTURA	13/06/2020	-7,70	-6,50	-15,50	-16,72	-3,50
13° LETTURA	17/09/2020	-7,75	-6,80	-15,60	-16,86	-4,03
14° LETTURA	02/12/2020	-7,50	-7,40	-15,60	-16,70	-3,70

Tabella 7-2 Misurazioni piezometriche, con la sigla "b.f." si indica bocca foro.

Per il Lotto3, il livello di falda si imposta ad una profondità di 2.28 e 3.70 nel primo tratto (pk 12.852 - 13.320), nel tratto intermedio si intercetta la falda ad una profondità di circa 15m (pk 13.320 - 14.960), nel tratto finale il livello di falda sale rispetto al p.c. visto che il tracciato si avvicina notevolmente al F. Pescara. Per il sondaggio realizzato 2020 le prime letture portano -16,72, -17, - 16,85.

Il livello di falda nelle prove CPTU è conforme a quanto rilevato dalle letture in foro.

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

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

- n. 8 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, tutti strumentati con piezometro e attrezzati per prova Lefranc a carico variabile;
- n. 2 prove CPTU;
- n. 2 prove penetrometriche DPSH;

Il numero totale dei campioni di roccia e terreno prelevati è di 32, mentre quello delle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio è di 60.

8.1 Sondaggi geognostici 2018 e integrazione 2020

In Tabella 8-1 si riporta la descrizione dei sondaggi eseguiti, con l'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 7-2 si riportano i dati del monitoraggio piezometrico dei sondaggi. Per i dettagli sui sondaggi geognostici si rimanda al documento "Indagini geognostiche e prove in situ" (cod. elab. IA6F-03-D69-SG-GE0005-001-A), allegato al presente studio.

Sigla	Tipologia prova	Coord. UTM		Quota [m slm]	Prof. [metri]	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est			
S1	Sond. a carotaggio continuo	4686922.58	426987.51	38.98	21.0	-
S2	Sond. a carotaggio continuo	4687056.69	427305.38	38.63	30.0	Piezometro t.a. 2"
S3	Sond. a carotaggio continuo	4687370.27	427876.21	37	31.0	Piezometro t.a. 2"
S4	Sond. a carotaggio continuo	4687619.41	428120.00	45.92	30.0	Piezometro t.a. 2"
S5	Sond. a carotaggio continuo	4688150.46	428370.45	46.09	30	Piezometro t.a. 2"
S6	Sond. a carotaggio continuo	4688669.77	428621.92	41.05	33.0	-

Sigla	Tipologia prova	Coord. UTM		Quota [m slm]	Prof. [metri]	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est			
S7	Sond. a carotaggio continuo	4689341.61	428860.61	44.10	31.0	Piezometro t.a. 2"
3SD1_int*	Sond. a carotaggio continuo	4688138.00	428366.00	44.539	40.00	Piezometro Casagrande (33.00)

*Sondaggio integrativo 2020 il certificato è riportato in appendice II

Tabella 8-1 Riepilogo delle indagini in sito eseguite nella campagna 2018 e il sondaggio integrativo nel 2020.

8.2 Prospezioni sismiche

Nella Tabella 8-2 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. IA4F-03-D69-IG-GE0005-001-A), allegato al presente studio.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate		Data
		Baricentro		
		Nord	Est	
MASW1+HVS	MASW+HVS	42.353255°	14.136490°	23/01/2019
MASW2+HVS	MASW+HVS	42.347604°	14.133376°	05/02/2018
MASW3+HVS	MASW+HVS	42.335585°	14.125203°	22/01/2019
MASW4+HVS	MASW+HVS	42.331125°	14.112013°	11/10/2018

Sigla	Tipologia prova	Coordinate				Data
		Inizio linea		Fine linea		
		Nord	Est	Nord	Est	
ERT1	Tomografia elettrica	42.334841°	14.123703°	42.332944°	14.118555°	23/02/2019 23/02/2019

Tabella 8-2 Riepilogo delle indagini geofisiche e geoelettriche eseguite nella campagna 2018-2019.

8.3 Prove di laboratorio

Sui campioni indisturbati di terreno (CI), rimaneggiati (CR) e semidisturbati 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:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
 IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	47 di 93

- 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);
- prova edometriche.

Per il dettaglio delle prove geotecniche di laboratorio effettuate si rimanda al documento “Prove geotecniche di laboratorio” (cod. elab. IA6F-03-D69-PR-GE0005-001-A).

Sond.	Nom cert	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Descriz. camp.	Propr. fisiche	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Class.	ELL	Taglio	TX	EDO
S1	IA12 S1 Man-Ch	CI1	3.00 - 3.45	X	X	X	X	X	X	X		X
S1	IA12 S1 Man-Ch	CR1BIS	6.50 - 7.00			X	X	X				
S1	IA12 S1 Man-Ch	CI2	18.45 - 19.30	X	X	X	X	X			X (UU)	
S2	IA12 S2 Man-Ch	CI1	2.30 - 2.80	X	X	X	X	X	X	X		
S2	IA12 S2 Man-Ch	CR1BIS	5.00 - 5.50	X		X	X	X				
S2	IA12 S2 Man-Ch	CI2	18.25 - 18.55	X	X	X	X	X		X		X
S2	IA12 S2 Man-Ch	CI3	18.55 - 18.90	X	X	X	X	X			X (CU)	
S2	IA12 S2 Man-Ch	CS4	26.40 - 27.00	X	X	X	X	X			X (UU)	X
S3	IA12 S3 Man-Ch	CI1	3.00 - 3.55	X	X	X	X	X	X	X		
S3	IA12 S3 Man-Ch	CI2	6.10 - 6.65	X	X	X	X	X			X (CD)	X
S3	IA12 S3 Man-Ch	CI3	21.00 - 21.70	X	X	X	X	X		X	X (UU)	X

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	48 di 93

S3	IA12 S3 Man-Ch	CS4	28.90-29.55	X	X	X	X	X	X	X		
S4	IA12 S4 Man-Ch	CI1	2.80-3.30	X	X	X	X	X		X		X
S4	IA12 S4 Man-Ch	CI2	4.70-5.25	X	X	X	X	X			X (CD)	
S4	IA12 S4 Man-Ch	CI3	7.50-8.00	X	X	X	X	X				X
S4	IA12 S4 Man-Ch	CI4	12.70-13.30	X	X	X	X	X				X
S4	IA12 S4 Man-Ch	CI5	17.80-18.25	X	X	X	X	X	X	X		
S5	IA12 S5 Man-Ch	CI1	2.50-3.00	X	X	X	X	X	X	X		
S5	IA12 S5 Man-Ch	CI2	8.60-9.20	X	X	X	X	X				X
S5	IA12 S5 Man-Ch	CI3	14.80-15.40	X	X	X	X	X			X (CU)	X
S5	IA12 S5 Man-Ch	CR4	18.75-19.35	X	X	X	X	X		X		
S6	IA12 S6 Man-Ch	CI1	2.30-2.80	X	X	X	X	X			X (CU)	X
S6	IA12 S6 Man-Ch	CI2	5.10-5.55	X	X	X	X	X	X	X		
S6	IA12 S6 Man-Ch	CI3	8.40-9.00	X	X	X	X	X		X		
S6	IA12 S6 Man-Ch	CI4	10.60-11.20	X	X	X	X	X			X (UU)	X
S6	IA12 S6 Man-Ch	CR4BIS	12.00-12.50			X	X					
S6	IA12 S6 Man-Ch	CR4TER	15.90-16.40			X	X					
S6	IA12 S6 Man-Ch	CI5	20.50-21.05	X	X	X		X		X		X
S7	IA12 S7 Man-Ch	CI1	2.80-3.30	X	X	X	X	X	X	X		X
S7	IA12 S7 Man-Ch	CI2	7.20-7.70	X	X	X	X	X			X (CU)	
S7	IA12 S7 Man-Ch	CI3	15.20-15.80	X	X	X	X	X			X (UU)	
S7	IA12 S7 Man-Ch	CI4	20.70-21.30	X	X	X	X	X	X	X		X

Tabella 8-3 Riepilogo delle prove di laboratorio geotecnico eseguite nella campagna 2018-2019.

In seguito ad un approfondimento di natura granulometrica dei terreni indagati, n.31 campioni prelevati dall'esecuzione di altrettante Nspt sono stati studiati mediante analisi granulometrica e Limiti di Atterberg. In Tabella 8-4 Tabella 8-4 dei campioni prelevati (cod. elab. IA6F-03-D69-PR-GE0005-002-A).

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Classificazione
S1	SPT1	1.50 - 1.95	X	X	X
S1	SPT6	19.40-19.85	X	X	X
S2	SPT1	2.80 - 3.25	X	X	X
S2	SPT4	18.90 - 19.35	X	X	X
S3	SPT1	1.40 - 1.85	X	X	X
S3	SPT2	4.50 - 4.95	X	X	X
S3	SPT3	7.50 - 7.95	X	X	X
S3	SPT6	19.50 - 19.95	X	X	X
S4	SPT1	3.30 - 3.75	X	X	X
S4	SPT2	8.00 - 8.45	X	X	X
S4	SPT3	10.60 - 11.05	X	X	X
S4	SPT4	16.00 - 16.45	X	X	X
S4	SPT8	29.20 - 29.65	X	X	X
S5	SPT2	4.70 - 5.15	X	X	X
S5	SPT3	9.20 - 9.65	X	X	X
S5	SPT4	13.20 - 13.65	X	X	X
S5	SPT5	16.50 - 16.95	X	X	X
S5	SPT6	20.70 - 21.15	X	X	X
S6	SPT1	2.80 - 3.25	X	X	X
S6	SPT2	7.20 - 7.65	X	X	X
S6	SPT3	13.00 - 13.45	X	X	X
S6	SPT4	17.40 - 17.85	X	X	X
S6	SPT5	21.05 - 21.50	X	X	X
S6	SPT6	25.00 - 25.45	X	X	X
S7	SPT1	1.70 - 2.15	X	X	X
S7	SPT2	6.00 - 6.45	X	X	X
S7	SPT3	9.00 - 9.45	X	X	X
S7	SPT4	12.20 - 12.65	X	X	X

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Classificazione
S7	SPT5	17.70 - 18.15	X	X	X
S7	SPT6	22.70 - 23.15	X	X	X

Tabella 8-4 Riepilogo delle prove di laboratorio granulometriche eseguite sui campioni da Nspt.

8.4 Campionamento in alveo e pozzetto esplorativo

Sono stati eseguiti n. 4 campionamenti manuali in alveo di corsi d'acqua minori direttamente o indirettamente interferenti con la linea ferroviaria esistente, per lo studio del trasporto solido e modellazione idraulica. In Tabella 8-5 si riporta la descrizione dei campionamenti eseguiti, con l'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. IA6F-03-D69-SG-GE0005-001-A) e per le analisi granulometriche si rimanda al documento "IA6F-03-D69-PR-GE0005-002-A".

CAMPIONAMENTI IN ALVEO	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]
	Nord	Est	
PR 4	4687282.73	427845.00	45,00
PR 19	4687339.00	427822.00	41.00
PR 20	4687031.00	427310.00	41.00
PR 21	4687087,00	427288.00	41.00
PZ 4	4687621,00	428121,00	45.90

Tabella 8-5 Riepilogo dei campionamenti in alveo e pozzetto.

8.5 Indagini bibliografiche

Al set di indagini geognostiche eseguite per il presente progetto sono stati reperiti da bibliografia n. 8 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti tra 1990 e 1993, recuperate per studi scientifici (Urbano, 2014-2016).

In Tabella 8-6 si riporta la descrizione dei sondaggi eseguiti, con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota, della profondità raggiunta dalla perforazione e dal livello della falda, probabilmente durante la perforazione.

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			
S128	Sondaggio a carotaggio continuo	4688236.34	428884.64	47.00	35	2.30
S129	Sondaggio a carotaggio continuo	4687466.62	427990.05	44.00	21	-

Tabella 8-6 Riepilogo delle indagini in sito reperite in bibliografia.

9 SISMICITÀ DELL'AREA

Sulla base di quanto riportato dalle NTC '18 nel seguente capitolo verranno riportate la classificazione sismica e la microzonazione sismica dei comuni interessanti.

9.1 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 Chieti risulta classificato in zona "2", come riportato in Figura 9-1.

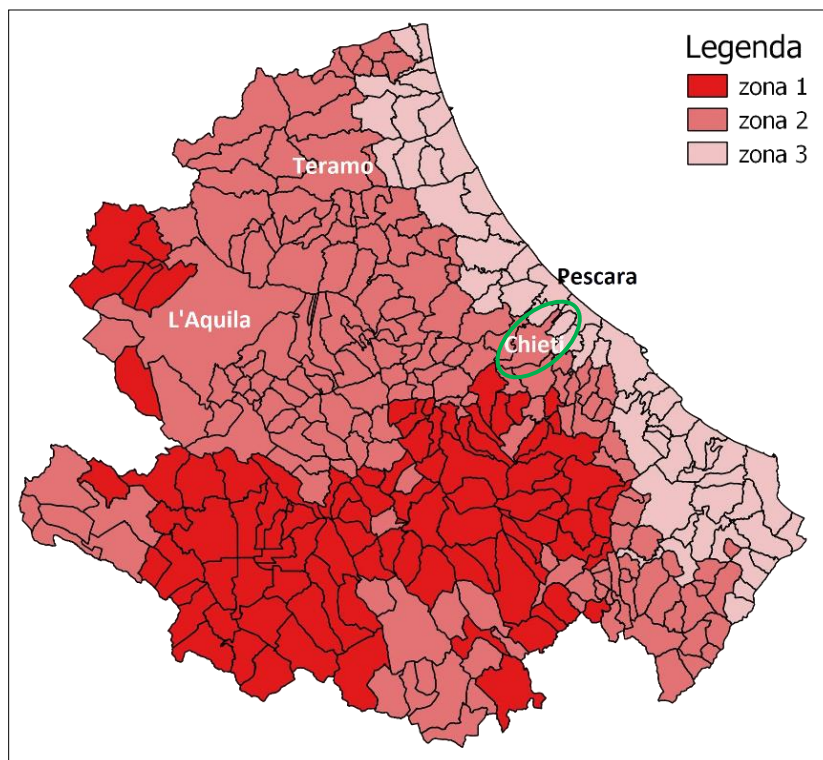


Figura 9-1 Classificazione sismica dei Comuni dell'Abruzzo. In verde l'area del Comune di Chieti.

Rispetto alla classificazione sismica del comune di Pescara ed 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 probabile eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area in studio è compresa tra 0.05 e 0.15 g (Tabella 9-1).

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 9-1 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

9.2 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 Chieti.

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:

I_s = intensità in sito (MCS);

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

NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;

I_o = intensità massima (MCS);

M_w = magnitudo momento.

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	I _o	M _w
6	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
5	1627 07 30 10 50	Capitanata	64	10	6.66
6	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06
3	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92
7-8	1706 11 03 13	Maiella	99	10-11	6.84
F	1719 06 27 06 30	Valnerina	16	8	5.59
5	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
5	1821 11 22 01 15	Costa molisana	9	7-8	5.59
3	1828 04 11 22 25	Appennino umbro-marchigiano	22	5-6	4.93
F	1841 02 21	Gargano	13	6-7	5.17
3	1841 06 10	Maiella	11	7	4.96
4	1842 01 23	San Severino Marche	10	4-5	4.41
F	1850 12 30 05 30	Marsica	4	6-7	4.86
4	1851 08 14 13 20	Vulture	103	10	6.52
4	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
F	1873 07 12 06 06	Val Comino	61	7-8	5.38
F	1874 02 24 06 52	Aquilano	26	6-7	5.12
2	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
4-5	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
6	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
7	1882 02 12	Chietino	8	7	5.26
3	1884 01 10	Atri	12	5-6	4.63
3	1885 04 10 01 44	Appennino laziale-abruzzese	44	5	4.57
4-5	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
4-5	1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
2-3	1897 04 27 02 17 5	Maiella	27	5	4.21
2-3	1901 07 31 10 38 3	Sorano	76	7	5.16
3	1905 08 18 04 07	Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
3-4	1905 08 25 20 41	Valle Peligna	29	6	5.15
F	1907 01 23 00 25	Adriatico centrale	93	5	4.75
3	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
7	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
2	1915 01 14 07 17	Marsica	12	5-6	4.88
3-4	1917 01 03 01 35	Marsica	57		
2	1917 04 26 09 35 5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
4	1919 10 21 00 24	Gargano	24	5-6	5.03
3	1925 09 24 13 33 4	Molise occidentale	50	7	5.26
5	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
4	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
7	1933 09 26 03 33 2	Maiella	325	9	5.90
NF	1948 12 31 03 32	Monti Reatini	95	8	5.42
5	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
3	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
4	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
3-4	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6.45
5	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
2-3	1980 06 14 20 56 5	Marsica	69	5-6	4.96

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
6	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
4-5	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
4	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
4	1992 07 16 05 38 5	Chietino	107	5-6	4.22
4	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
3-4	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
3	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
4	2002 11 01 15 09 0	Molise	638	7	5.72
NF	2003 06 01 15 45 1	Molise	501	5	4.44
NF	2004 12 09 02 44 2	Teramano	213	5	4.09
5	2009 04 06 01 32 4	Aquilano	316	9-10	6.29

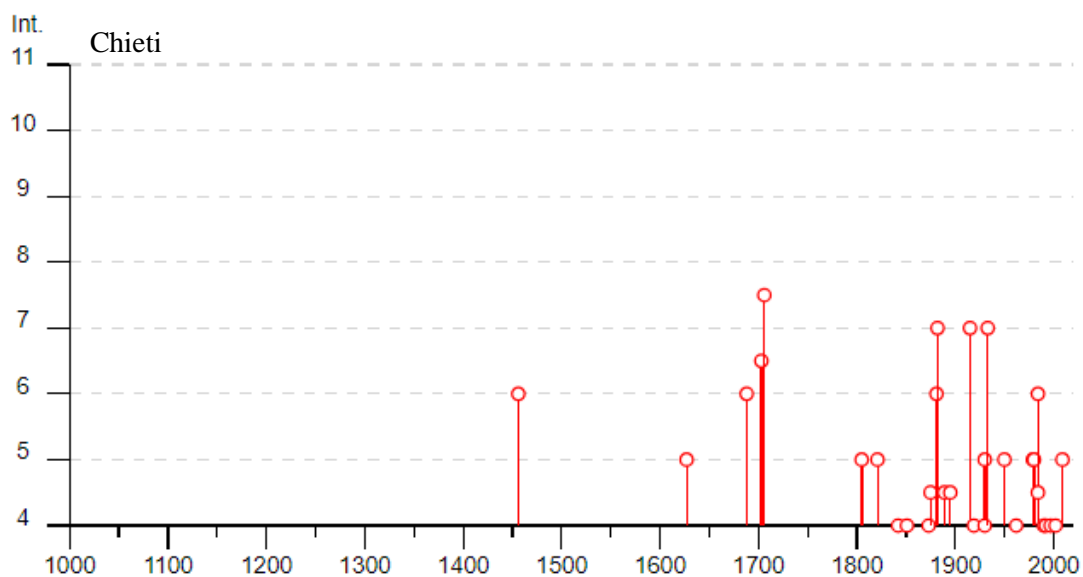


Figura 9-2 Storia sismica del Comune di Chieti [42.352, 14.168].

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA IA6F</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D69RH</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 57 di 93</p>

9.3 Sorgenti sismogenetiche

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.2) del database “*A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*”, 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 sismo genetica, 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.

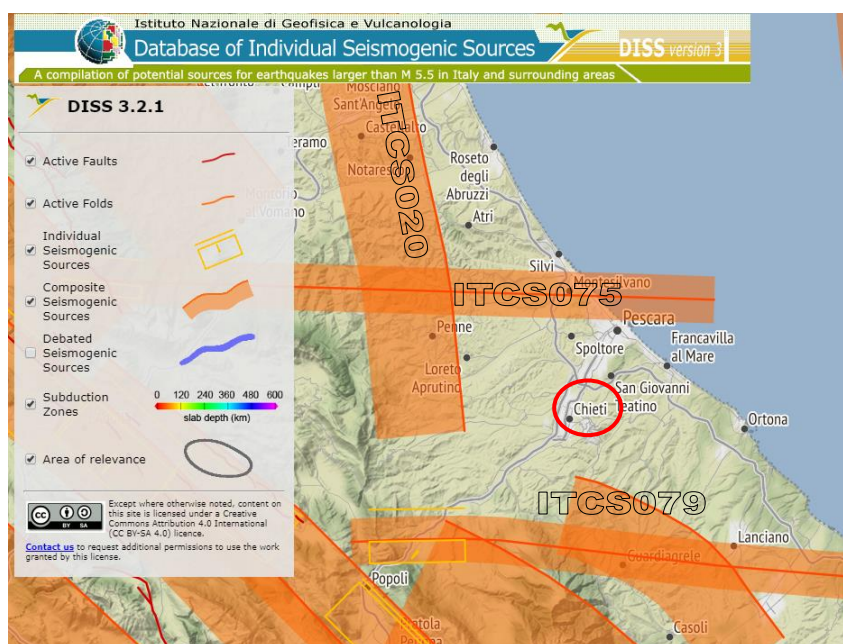


Figura 9-3 Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” per l’area in oggetto.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

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 9-4 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 9-5 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Thrust basale dell’Abruzzo citeriore (ITCS079).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

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 9-6 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Thrust basale dell’Abruzzo citeriore (ITCS020).

9.4 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 9-8) 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 all’interno della zona sismogenetica 918 “Medio-Marchigiana/Abruzzese”, caratterizzata da Mw=6.37 (Figura 9-7).

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 9-7 Valori di Mwmax per le zone sismogenetiche di ZS9.

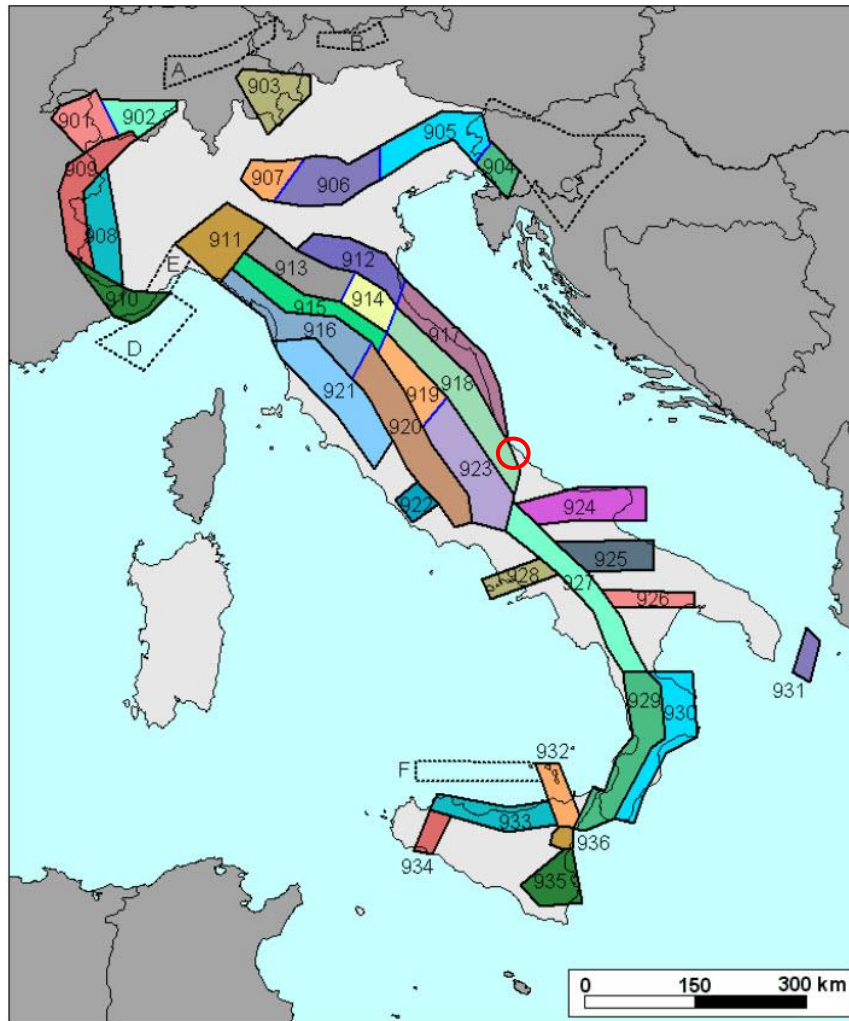


Figura 9-8 Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento.

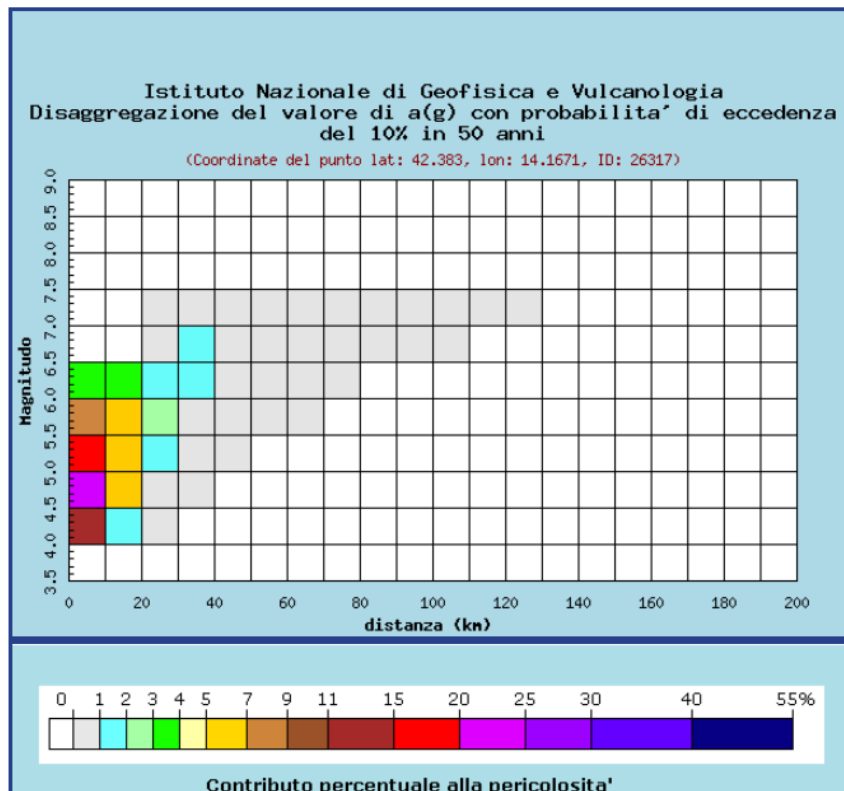
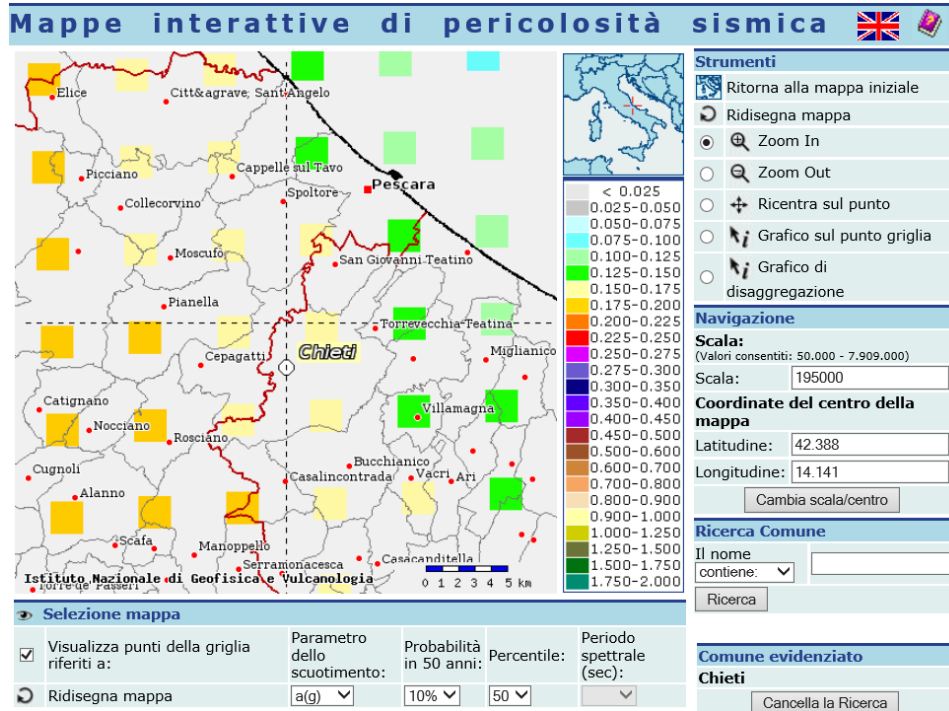


Figura 9-9 Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s) – da INGV.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.383, lon: 14.1671, ID: 26317)										
	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	11.400	23.400	15.400	8.680	3.680	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.540	5.210	6.090	5.580	3.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.023	0.518	1.450	2.150	1.850	0.284	0.177	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.004	0.217	0.893	1.300	1.100	0.778	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.007	0.207	0.622	0.819	0.679	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.237	0.507	0.494	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.056	0.280	0.329	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.144	0.220	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.115	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.065	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.029	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	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
5.290	12.000	0.729

Figura 9-10 – 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 9-10 è pari a 5.29, con distanza 12.0 km.

In aggiunta a quanto sopra riportato, le magnitudo massime delle sorgenti sismogenetiche identificate nel progetto DISS3.2.1 e i dati macrosismici, portano a considerare cautelativamente il valore di magnitudo per le verifiche a liquefazione a 6.

9.5 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.

9.5.1 Categoria di sottosuolo e frequenza propria di sito

La determinazione della classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s).

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. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. 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 $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m dall'espressione riportata di seguito 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 9-2), ha permesso di suddividere il tracciato:

- dalla pk 12+856 alla 15+450 associabile ad una 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";
- dalla pk 15+450 alla 15+942 associabile ad una categoria di sottosuolo come "B", ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ($V_{s,eq}$) compresi tra 360 m/s e 360 m/s";

Sigla prova	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria di sottosuolo
MASW 1	265	C
MASW 2	317	C
MASW 3	392	B
MASW 4	481	B
DOWNHOLE (S4)	262	C

Tabella 9-2 Risultati delle prove sismiche in termini di $V_{s,eq}$

9.5.2 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



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI -
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	64 di 93

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 $S_T = 1,0$.

9.6 Microzonazione sismica del Comune di Chieti (I livello)

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) 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.

Di seguito si riportano gli stralci della carta delle MOPS del comune di Chieti. Dall'osservazione di questa si nota che il sito in esame è inserito nella zona stabile ma suscettibile di amplificazione locale Zona 9, che è inoltre perimetrata come zone di attenzione per instabilità da liquefazione. Ovvero, l'area è rappresentata dai terreni limosi-limosi argillosi con presenza di livelli torba con spessori superiori a 3m (max 35m) al di sopra di argille-argille marnose.

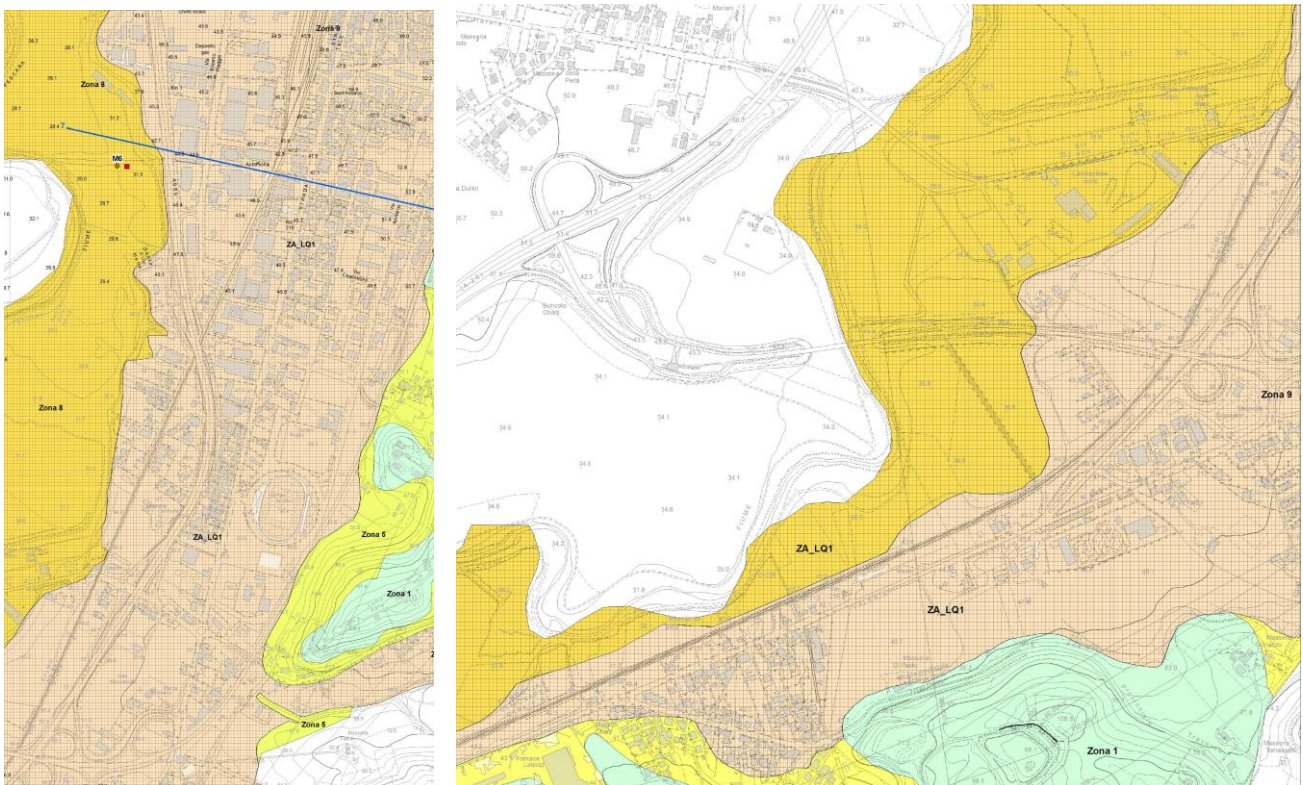


Figura 9-11 Carta delle MOPS dei Comuni di Chieti.

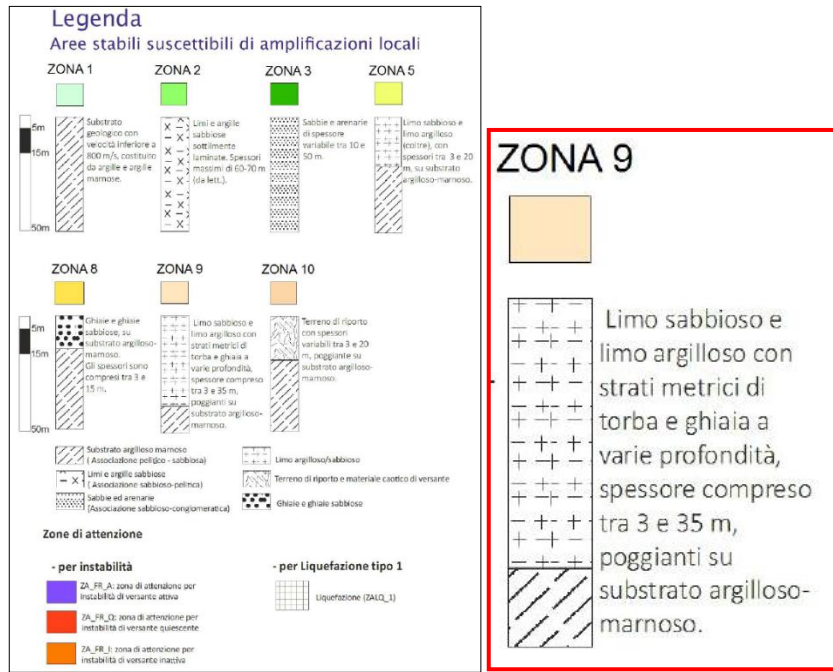


Figura 9-12 Legenda delle carte MOPS.

10 SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI

A conclusione delle presenti note, vengono di seguito sintetizzati i principali elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che contraddistinguono l'area di studio.

10.1 Analisi geologico-tecniche

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 eterogenei dal punto di vista litologico con caratteristiche geotecniche mediocri. Si notano infatti valori bassi di resistenza alla penetrazione in sede di esecuzione di SPT in foro di sondaggio, spesso non correlati con la profondità di esecuzione della prova all'aumentare di questa, non si nota un significativo miglioramento della resistenza meccanica dei terreni indagati, soprattutto nella prima metà del tratto in esame (pk 12+282 e pk 15+150), nella seconda parte si ha una riduzione dei materiali fini alluvionali ed con un aumento dei depositi grossolani e del substrato argilloso dove si può notare un aumento dei valori degli SPT. Per i dettagli si rimanda alle relazioni specialistiche.

10.2 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 delle opere in progetto, in quanto caratterizzata da un assetto morfologico prevalentemente pianeggiante o basso-collinare, che limita fortemente lo sviluppo di fenomeni erosivi o di dissesto di particolare rilevanza e intensità. Come si evidenzia anche nella carta della pericolosità del PAI (Figura 10-1).

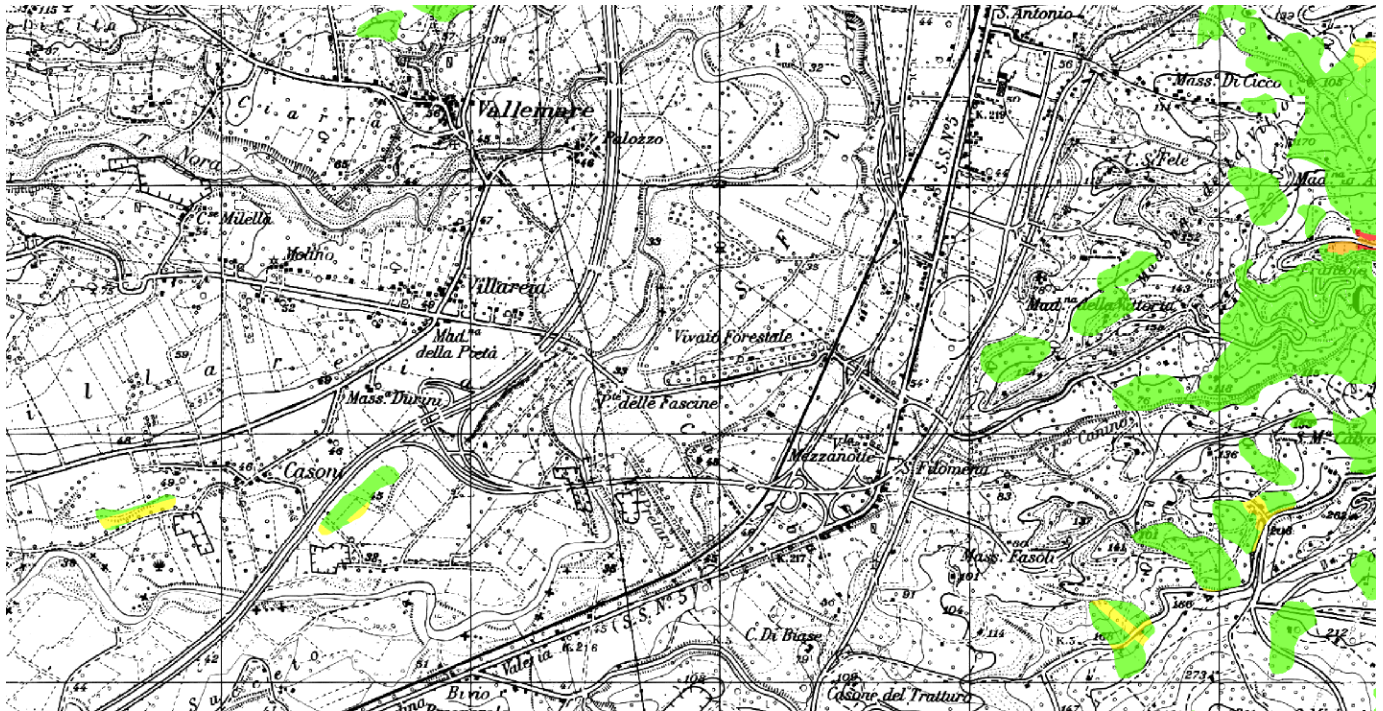


Figura 10-1 Stralcio del foglio 361-O della “Carta della pericolosità” (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, è stato verificato il Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) della Regione Abruzzo, in particolare alla Tavola “Carta della pericolosità idraulica”.

In riferimento alla cartografia del PSDA, la cartografia della pericolosità idraulica (Figura 10-2) individua quattro classi a diverso grado di pericolosità idraulica (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 10-2). Per i dettagli si rimanda alla relazione di idraulica (cod. elab. IA6F03D09RIID0001001.A, IA6F03D09RIID0002001.A e IA6F03D09RGID0002001.A).

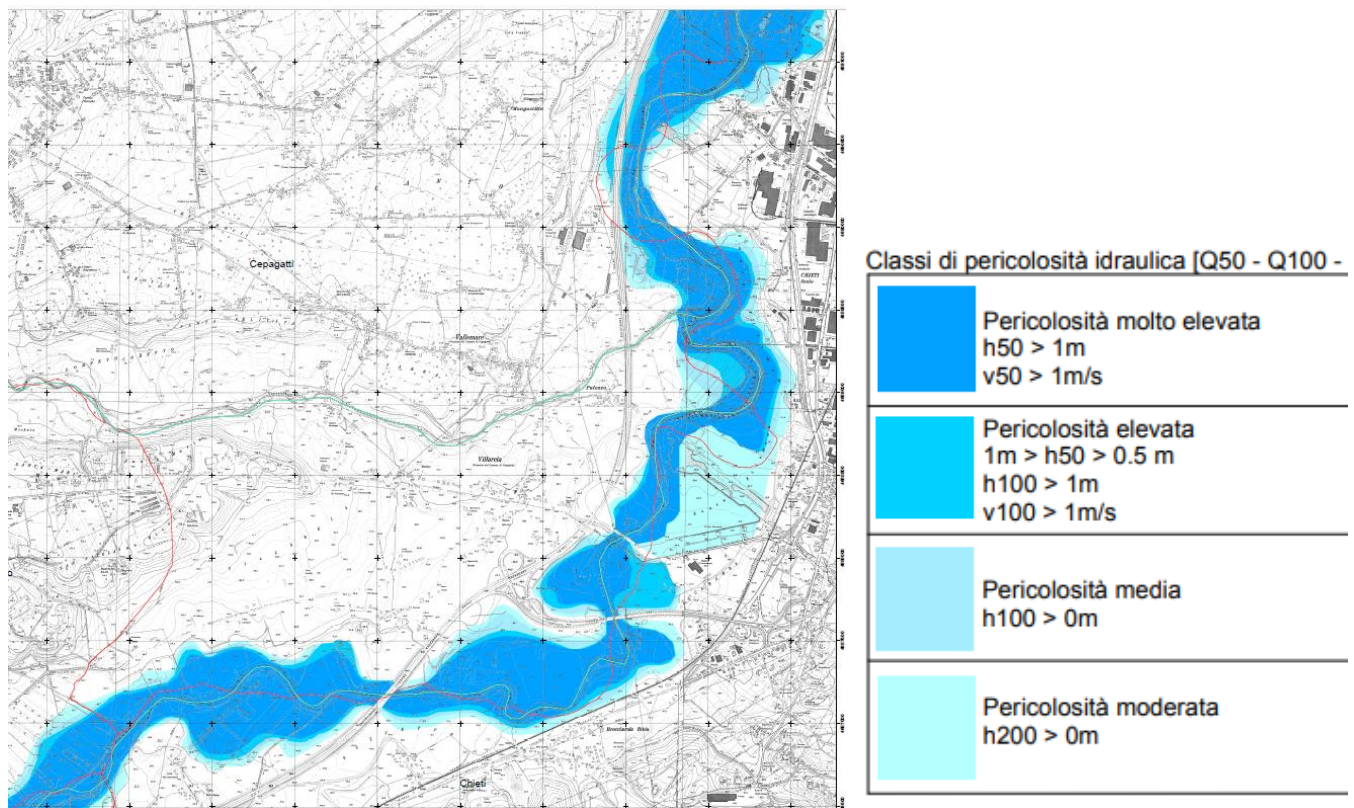


Figura 10-2 Stralcio della “Carta della pericolosità idraulica” dello PSDA (Autorità dei Bacini Regionali, 2010). In rosso è indicato il tratto di studio.

Un ulteriore vincolo idro-geomorfologico è stato verificato (Figura 10-3), la Carta del “Vincolo Idrogeologico (Art.1 del R.D.30/12/23 n.3267)”. Tale carta rappresenta le aree della regione sottoposte a vincolo idrogeologico



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
– INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI –
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	70 di 93

10.3 Aspetti idrogeologici

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia principalmente 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 ed a modesta permeabilità con un substrato schiettamente argilloso (Argille della Formazione Mutignano) impermeabile.

L'area di studio è pertanto caratterizzata dalla presenza di differenti corpi idrogeologici, che solo localmente rappresentano degli acquiferi, di importanza comunque poco significativa, 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 le emergenze sorgentizie e non vi è notizia neanche in bibliografia e negli archivi degli enti operanti sul territorio; mentre le rare opere di captazione (pozzi) sono di scarsa rilevanza e non sono di portata significativa.

Gli acquiferi alluvionali presenti nel fondovalle fluviale presentano caratteri idrogeologici che differiscono in funzione della permeabilità e dello spessore delle alluvioni. Nella parte alta delle pianure lo spessore alluvionale non supera i 10 m e predominano i corpi ghiaiosi. I materiali fini non impediscono il contatto idraulico tra i vari corpi ghiaiosi e pertanto gli acquiferi di subalveo assumono caratteri di monostrato.

Mentre, i litotipi argilloso-limosi del substrato presentano una permeabilità per porosità e fessurazione da impermeabile a molto bassa e, quindi, sono caratterizzati dall'assenza di falde o corpi idrici sotterranei. Nello schema di circolazione idrica dell'area tali terreni possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti.

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio piezometrico queste risultano ad oggi ancora in corso e si segnala che queste si protrarranno, con cadenza periodica, sino all'avvenuta consegna dei lavori all'appaltatore.

10.4 Suscettività alla liquefazione

In terreni saturi sabbiosi sollecitati, in condizioni non drenate, da azioni cicliche dinamiche, il termine liquefazione comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche.

Tale fenomeno avviene, cioè, 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 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 dal p.c..

L'avvenuta liquefazione si manifesta, in presenza di manufatti, attraverso 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 – INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI – INTERPORTO VAL PESCARA PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA6F	LOTTO 03	CODIFICA D69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

10.4.1 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 10-4 Unità geomorfologiche e suscettibilità alla liquefazione (Iwasaki 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 10-5 Fattori, pesi e criterio per valutare la suscettibilità alla liquefazione di un sito (Juang e Elton, 1991), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.

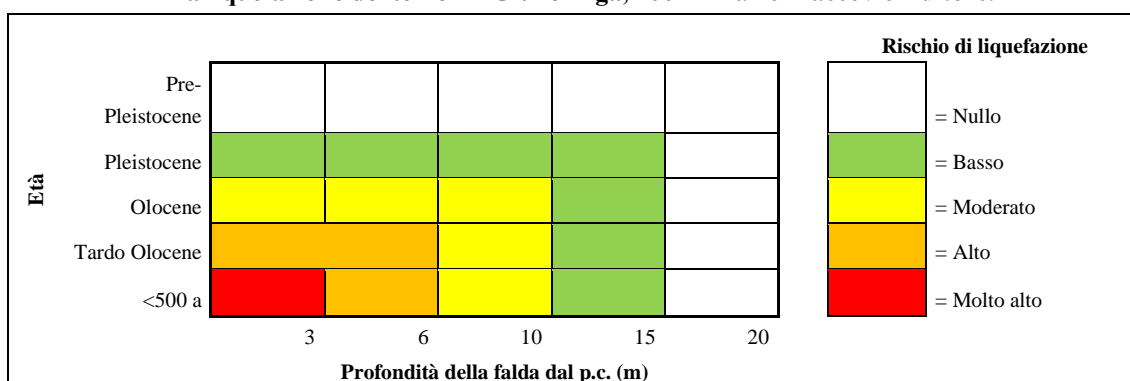


Tabella 10-1 Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore.

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 10-2 Suscettività alla liquefazione (Obermeier, 1996), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.

Preliminarmente, quindi, il primo *step* delle analisi è stato condotto in riferimento alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche dell’area di intervento, attraverso valutazioni speditive e di carattere puramente qualitativo circa la possibilità di liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto.

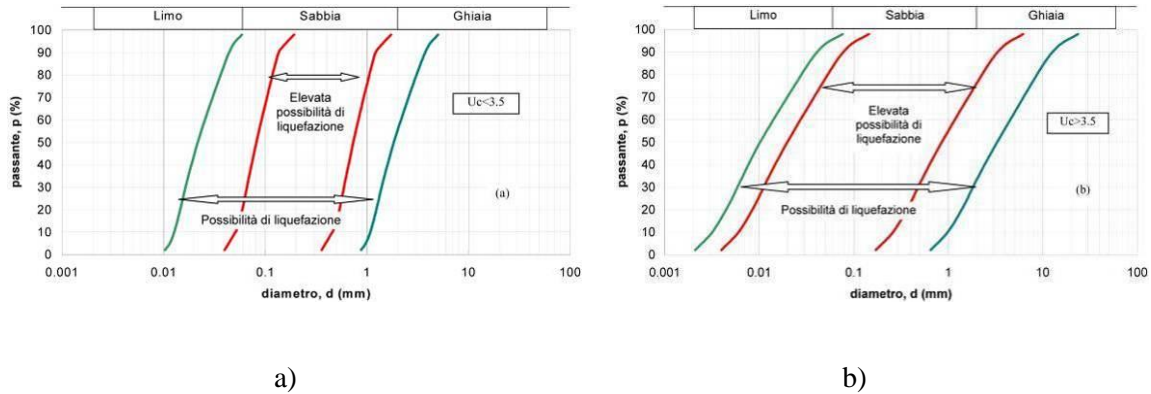
Sulla base dei criteri riportati, che considerano la genesi, la natura e l’età assoluta dei depositi, risulta che i terreni presenti nell’area di intervento si presentano da poco ad altamente suscettibili di liquefazione, in quanto i depositi sia fini sia grossolani appartengono in maggioranza al Sintema di Valle Maielama di età tardo pleistocenica e, in parte minore, ai depositi olocenici quaternari. Tale considerazione deriva, in particolare, sia dalle condizioni geologiche e stratigrafiche dell’area in esame che dalla presenza di una falda localmente compresa nei primi m dal piano campagna. Inoltre, la presenza diffusa di depositi prevalentemente di genesi alluvionale caratterizzati localmente da granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, in particolare di età compresa tra il Pleistocene superiore, per i depositi del Sintema di Valle Maielama (unità geologica *AVM4b*), e l’Olocene per i depositi quaternari continentali (unità *olo*), consentono di poter considerare potenzialmente liquefacibili alcuni settori specifici dell’area d’intervento.

Alla luce delle considerazioni espresse e in linea con l’ultima normativa vigente in materia si è proceduto ad effettuare un approfondimento analitico per i depositi sopra indicati.

10.4.2 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 circostanza:

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 $U_c > 3.5$.



Pertanto, in relazione a quanto previsto dall'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 appositamente condotta.

Le fonti bibliografiche a disposizione e lo studio relativo alla sismicità storica e alla pericolosità sismica condotto hanno evidenziato che, nell'area di intervento, si sono verificati diversi terremoti con magnitudo M superiore a 5 e, in particolare, portano a considerare cautelativamente il valore di magnitudo per le verifiche a liquefazione a 6.

Anche le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, sono risultate essere 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 delle condizioni predisponenti espone nel punto 1 dell'NTC 2018, si è quindi proceduto alla verifica dei punti 2, 3 e 4 del paragrafo 7.11.3.4.2, in modo da rispondere puntualmente a tutti i quesiti posti da norma.

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 in relazione alle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio durante le fasi di perforazione. Tali prove hanno evidenziato la presenza di terreni con valori di resistenza penetrometrica normalizzata spesso molto inferiori al limite previsto da normativa, come evidenziato in Tabella 10-3.

Sondaggio	Prova	Da m	A m	N1	N2	N3	N1(60)
S1	SPT1	1.50	1.95	2	3	4	8
S1	SPT2	4.50	4.95	14	24	30	49
S1	SPT3	6.50	6.95	37	32	27	50
S1	SPT4	10.80	11.25	22	21	14	27
S1	SPT5	15.20	15.58	35	60	40	68
S1	SPT6	19.40	19.85	23	34	43	48
S2	SPT1	2.80	3.25	2	3	5	8
S2	SPT3	6.50	6.60	R	-	-	-
S2	SPT4	11.40	11.48	R	-	-	-
S2	SPT5	18.90	19.35	18	24	33	36
S2	SPT6	22.40	22.85	21	22	26	29
S3	SPT1	1.40	1.85	4	5	6	12
S3	SPT2	4.50	4.95	1	3	3	5
S3	SPT3	7.50	7.95	4	2	1	3
S3	SPT4	10.50	10.95	12	17	17	27
S3	SPT5	15.20	15.33	R	-	-	-
S3	SPT6	19.50	19.95	8	24	35	38
S3	SPT7	25.30	25.75	17	33	46	46
S4	SPT1	3.30	3.75	3	5	8	12
S4	SPT2	8.00	8.45	2	4	6	8
S4	SPT3	10.60	11.05	3	4	5	6
S4	SPT4	16.00	16.45	4	5	7	7
S4	SPT5	19.20	19.65	25	R	-	-
S4	SPT6	22.40	22.85	20	13	11	13
S4	SPT7	27.00	27.24	48	R	-	-
S4	SPT8	29.20	29.65	22	37	52	49
S5	SPT1	1.50	1.95	8	10	11	24
S5	SPT2	4.70	5.15	7	10	12	20
S5	SPT3	9.20	9.65	5	8	10	13
S5	SPT4	13.20	13.65	3	4	5	6
S5	SPT5	16.50	16.95	2	3	5	5
S5	SPT6	20.70	21.15	1	1	11	6
S5	SPT7	26.60	26.72	R	-	-	-
S6	SPT1	2.80	3.25	3	4	5	9
S6	SPT2	7.20	7.65	2	4	7	9
S6	SPT3	13.00	13.45	3	3	5	5
S6	SPT4	17.40	17.85	3	5	8	7
S6	SPT5	21.05	21.50	5	10	15	13
S6	SPT6	25.00	25.45	6	9	13	11
S6	SPT7	27.00	27.45	32	50	50	50
S7	SPT1	1.70	2.15	4	5	6	12
S7	SPT2	6.00	6.45	4	7	12	18
S7	SPT3	9.00	9.45	2	4	6	9
S7	SPT4	12.20	12.65	2	3	5	7
S7	SPT5	17.70	18.15	4	6	10	12
S7	SPT6	22.70	23.15	4	6	7	8

Tabella 10-3 Prove SPT eseguite nell'area di studio.

I valori di N1(60) >40 colpi, in accordo con il grafico di Sherif & Ishibashi (1978) (Figura 10-6), escludono ad ogni profondità, la possibilità del fenomeno di liquefazione. Come mostrato dal grafico di Figura 10-6, le indagini hanno indagato per lo più terreni liquefacibili e, in minor quantità, terreni potenzialmente liquefacibili.

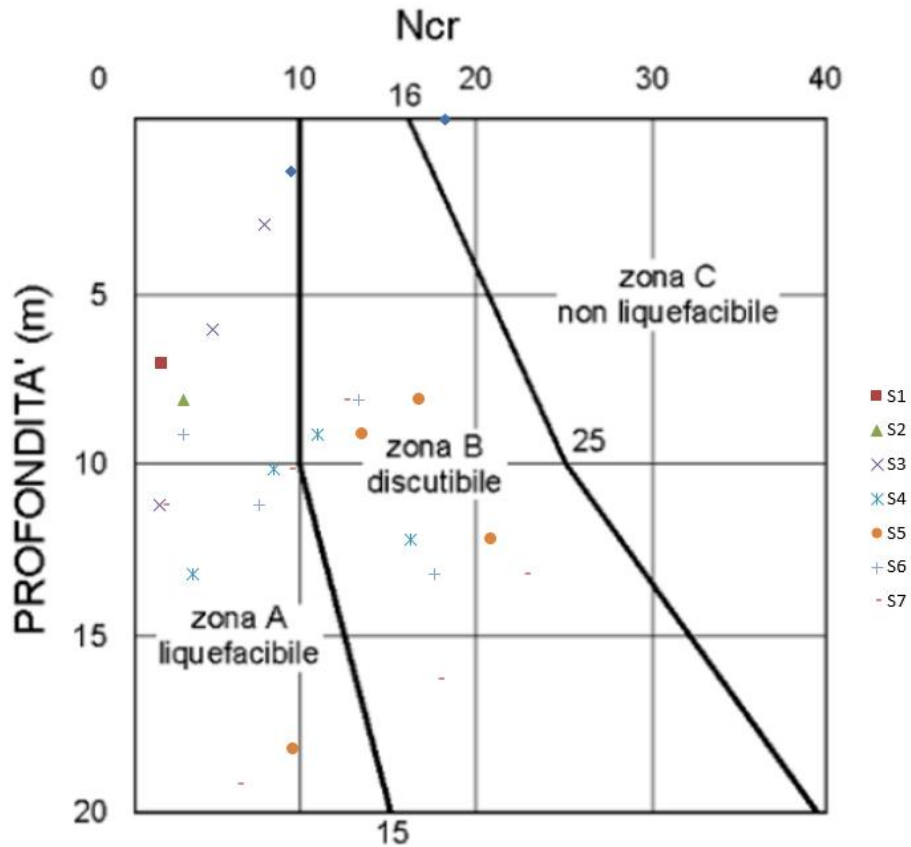


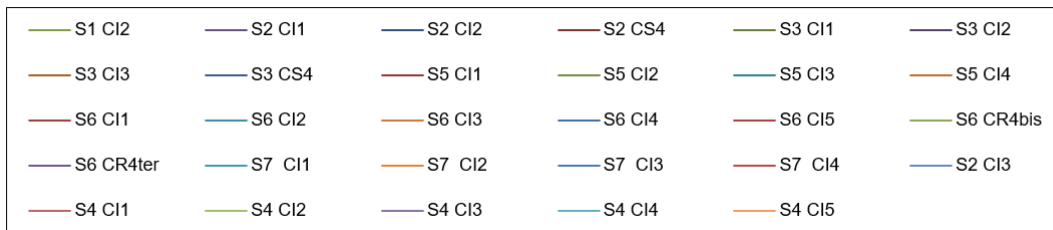
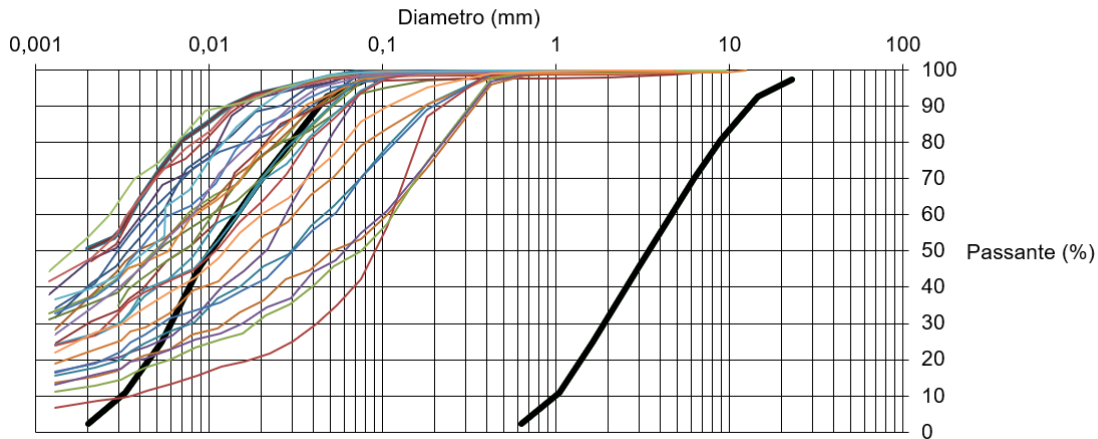
Figura 10-6 Grafico di Sherif & Ishibashi.

Considerata la presenza di tutte le condizioni preliminari precedentemente espone, si è quindi proceduto allo studio delle caratteristiche granulometriche e tessiturali dei terreni analizzati secondo il grafico di riportato nel punto 4.

In Figura 10-7 e Figura 10-8 si riportano le curve granulometriche di tutti i campioni analizzati.

Uc>3.5

A



Uc>3.5

B

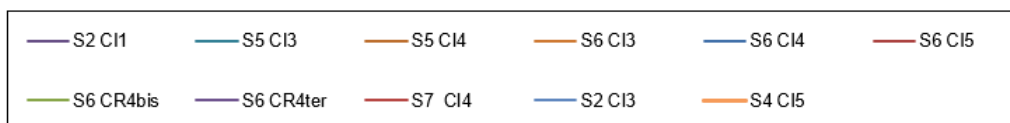
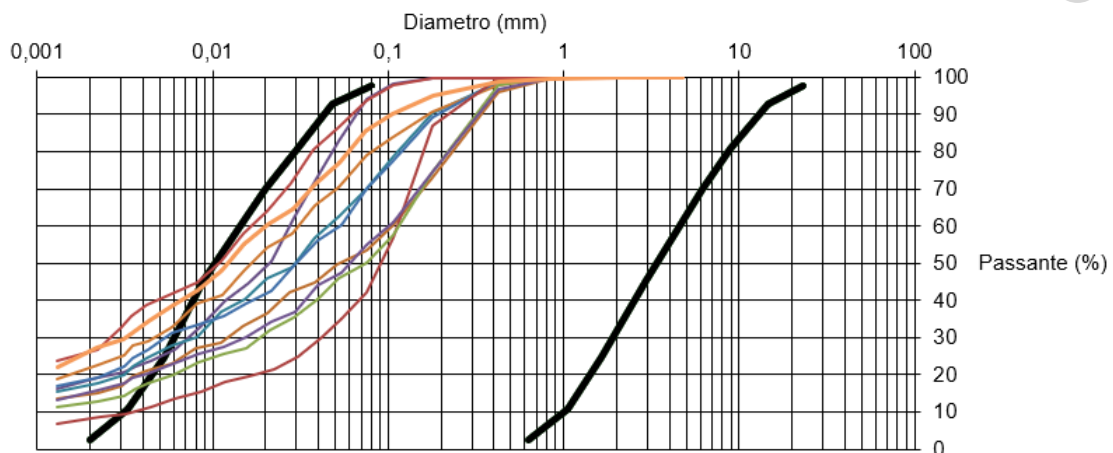
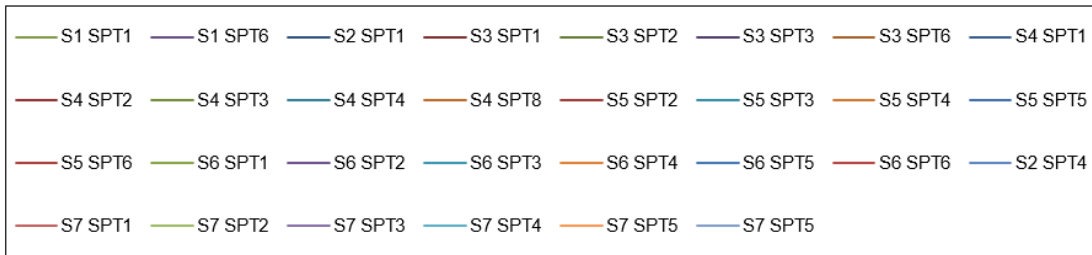
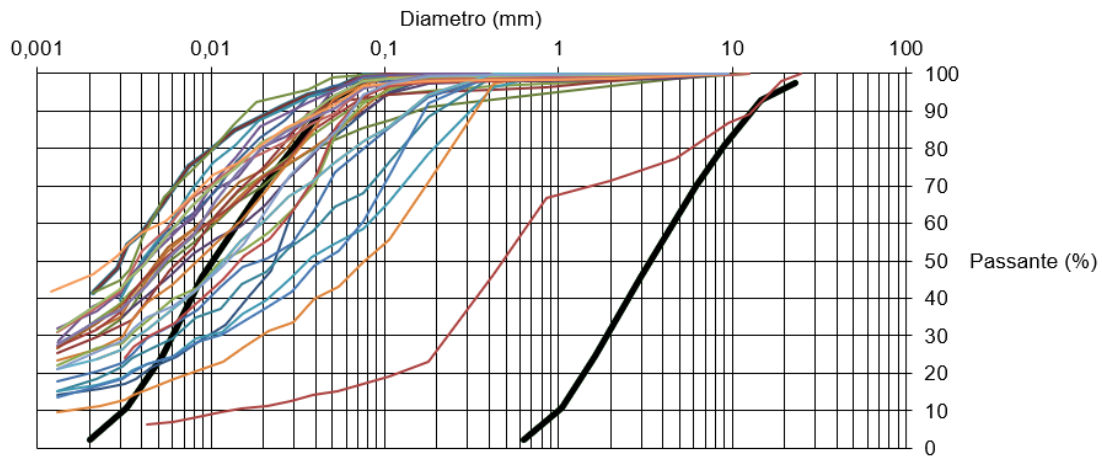


Figura 10-7 Curve granulometriche de un campioni testati (a) e dei principali campioni che ricadono all'interno nel fuso (b).

Uc>3.5

A



Uc>3.5

B

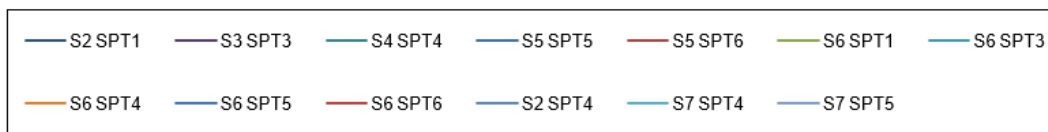
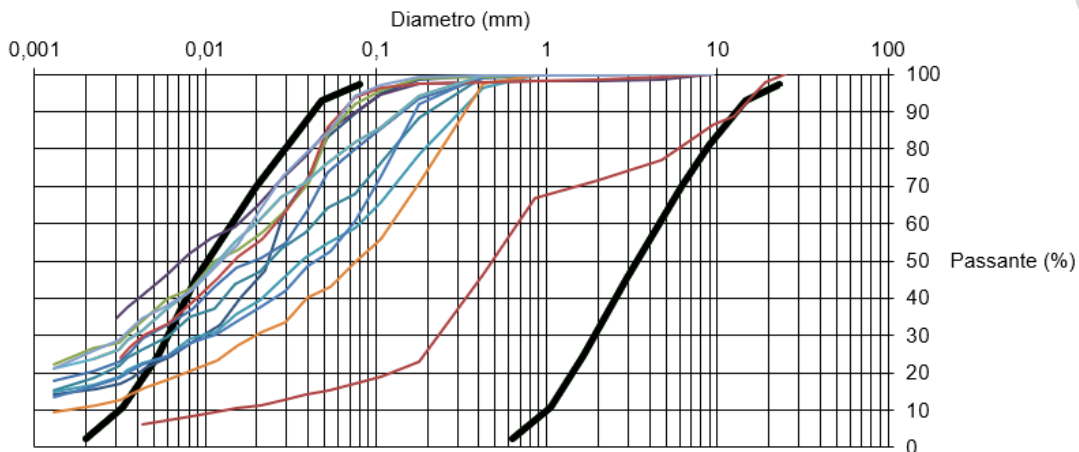


Figura 10-8 Curve granulometriche dei soli campioni da Nspt (a) e dei principali campioni da Nspt che ricadono all'interno nel fuso (b).

Come si può notare dal grafico di (Figura 10-7, Figura 10-8), la maggior parte dei campioni presenta una granulometria fine, con percentuali di limo e argilla superiori (diametro in mm < 0.075) all' 80%. I fusi granulometrici di questi campioni sono quindi abbondantemente esterni alle aree ad elevata probabilità di liquefazione. I campioni con percentuali maggiori o prevalenti di frazione grossolana (S2CI1, S2CI3, S4CI5, S5CI3, S5CI4, S6CI3, S6CI4, S6CI5, S6CR4bis, S6CR4ter, S7CI4, S2 SPT1, S2 SPT4, S3 SPT3, S4 SPT4, S5 SPT5, S5 SPT6, S6 SPT1, S6 SPT3, S6 SPT4, S6 SPT5, S6 SPT6, S7 SPT4 ed S7 SPT5) presentano fusi granulometrici che rientrano nei limiti della suscettività alla liquefazione, inserendo alcuni di essi in maniera cautelativa (S7CI4 ed S3 SPT3).

Stante quanto appena riportato, in accordo con il punto 4 delle premesse alla verifica di liquefazione, è possibile escludere la liquefazione nei depositi alluvionali presenti nell'area di studio poiché la loro granulometria, per lo più fine e composta da limo ed argilla in percentuali superiori all'80%, mentre, in via cautelativa, non è possibile escludere totalmente l'instaurarsi del fenomeno della liquefazione per gli strati sabbiosi-limosi.

Il linea generale quindi lo scenario geologico generale prevede la presenza di orizzonti alluvionali limoso-argillosi e ghiaiosi non suscettibili di possibili fenomeni di liquefazione per via della composizione granulometrica del deposito; e orizzonti sabbioso-limosi sempre alluvionali con bassa resistenza penetrometrica per i quali non si esclude il rischio di liquefazione.

Ad ogni modo dovranno essere condotte specifiche analisi geotecniche al fine di definire in maniera quantitativa i possibili effetti di eventuali fenomeni di liquefazione sulle opere in progetto.

11 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 per la progettazione definitiva della “Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Tratta Chieti – Interporto Val Pescara (Lotto 3)”, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- dal punto di vista **geologico**, nell'area affiorano i depositi continentali quaternari rappresentati da coltri eluvio-colluviali, costituiti da terriccio bruno-rossastro di natura limoso - sabbiosa e depositi di riporto antropico. Le litologie che principalmente interesseranno le opere sono limi-argillosi di colore dal grigio al marrone, con intercalazioni di livelli limosi-sabbiosi, alla base caratterizzato da uno strato sabbioso-ghiaioso, tali litologie sono riconducibili in letteratura principalmente ai depositi Quaternari del Sintema Valle Maielama - Subsistema di Chieti Scalo. Alla base dei depositi Quaternari si intercettano la presenza dei depositi argilloso - marnosi di colore grigia della successione marina plio-pleistocenica appartenenti alla “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 il livello di falda durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici ad una profondità di circa 13/18 metro, le misure proseguono ancora oggi e riportano una falda stazionaria;
- la campagna indagini ha previsto: 7 sondaggi, 2 CPTU, 2 DPSH, 1 pozzetto, 4 prelievi in prossimità dei fossi, 4 MASW e tomografia elettrica, oltre al reperimento di due stratigrafie locali.
- dal punto di vista **geologico - tecnico**, le informazioni riguardanti le caratteristiche stratigrafiche dei terreni sono state raccolte dall'indagini geognostiche. Si hanno terreni che con l'aumentare della profondità dal piano campagna migliorano le loro caratteristiche, ovvero risultano più coese; 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 dal grosso contenuto di materiale organico presente;
- dal punto di vista **vincolistico** (P.A.I. e Vincolo idrogeologico) il tracciato ricade fuori da ogni vincolo; quindi non richiede nessuno studio di compatibilità geomorfologica per il P.A.I. come viene indicato nell'art 10 delle Norme Tecniche di Attuazione;
- dalla consultazione delle banche dati (progetto IFFI) non risulta essere presente nessun dissesto;
- 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): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, il Comune di Chieti è classificato come Zona Sismica 2;
- dal punto di vista della **caratterizzazione sismica**, il sito è stato caratterizzato attraverso indagine sismiche di tipo MASW ed è risultato, secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, ascrivibile alla categoria di



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA
- INTERPORTO VAL PESCARA. LOTTO 3: TRATTA CHIETI -
INTERPORTO VAL PESCARA
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA6F	03	D69RH	GE 00 01 001	B	80 di 93

suolo tipo C (dalla pk 12+856 alla 15+450) e alla categoria di suolo tipo B (dalla pk 15+450 alla 15+942). 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.

12 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.

- 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., 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.
- 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.
- 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.
- 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., 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.
- Cipollari P., Cosentino D. & Parotto M. (1997) - *Modello cinematico –strutturale dell’Italia centrale*. Studi Geologici Camerti, vol. spe. 1995/2: 135-144, Camerino.
- Cosentino D. & Parotto M. (1991) – *La struttura a falde della Sabina (Appennino centrale)*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. Crop11, 381-387.
- Crescenti (1971) – *Sul limite Micoene-Pliocene in Italia*. Geologica Romana X, 1-22, 3 figg.
- 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’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.
- Della Seta M., Del Monte M., Fredi P., Miccadei E., Nesci O., Piambianchi 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.
- 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.
- 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.
- ISPRA (2010a) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 361 “Chieti”. Servizio Geologico d'Italia, Roma. Estratto da http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/361_CHIETI/Foglio.html
- ISPRA (2010b) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 361 “Chieti”. Servizio Geologico d'Italia, Roma. Estratto da http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/361_CHIETI/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.*
- 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 361O. *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 361O. *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)
- 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 piedmont 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.

- 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 1:100.000*. S.E.L.C.A., Firenze.
- 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)

13 SCHEDA SONDAGGIO N° 129 (URBANO 2017)

Località: Chieti - Bivio Brecciarola			Quota s.l.m. -	Sezione C.T.R. (10k): 361	Data effettuazione: 27.02.1990
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.60	1.60	Terreno di riporto	
	1.60	15.80	14.20	Limo argilloso e argilla limosa grigia con residui organici e nuclei torbosi	
	15.80	21	5.20	Ghiaia eterometrica immersa in matrice limoso - sabbiosa	

14 SCHEDA SONDAGGIO N° 128 (URBANO 2017)

Località: Chieti – Stadio Angelini			Quota s.l.m. -	Sezione C.T.R. (10k): 361	Data effettuazione: 21.07.1993
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	2.40	2.40	Terreno di riporto	2.30
	2.40	32.20	29.80	Limo argilloso e argilla limosa con nuclei di sabbia e resti organici	
	32.20	34.10	1.90	Ghiaia calcarea con sabbia	
	34.10	35	1.90	Argille grigio - azzurre	

APPENDICE II - SONDAGGIO ITALFERR 2020

Certificato n° 628 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 3SD1_int
Riferimento: Lotto 3 Chieti-Interporto	Data: 10/06/2020-12/06/2020
Coordinate: WGS84 42°20'32.30"N 14° 7'49.40"E; G-B 4688160.27N 2448377.450E	Quota: 44.539 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:130 **STRATIGRAFIA - 3SD1_int** Pagina 1/2

o mm	R V	A Z	Pz	metri test	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0-100	Standard Penetration Test m S.P.T.	N	prova in tom.	RQD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass
				1								0,6	Asfalto.		
				2		1) SPT < 1,50 1,95			1,5	9-10-7	17		Terreno di riporto costituito da ghiaia poligenica, eterometrica, biancastra e resti di cemento centimetrici.	1	
				3		2) SPT < 3,00 3,45			3,0	9-13-10	23		Limo sabbioso medio-fine, asciutto, marrone-nocciola. Presenti rari clasti poligenici, millimetrici, biancastri.		
				4		3) SPT < 4,50 4,95	14 13		4,5	9-10-12	22		Limo sabbioso debolmente argilloso, asciutto, duro, giallastro con screziature ocracee. Presenti livelli da millimetrici a centimetrici sabbiosi medio-fini, ocracei.	2	
				5		4) SPT < 6,00 6,45	10,5 11		6,0	8-9-11	20	Litico C.V.			
				6		5) SPT < 7,50 7,95	4,5 7		7,5	7-7-8	15	Pressometrica	7,5	Argilla limosa, umida, da consistente a molto consistente, marrone-nocciola con sfumature grigiastre e patine di ossidazione ocracee e puntature nerastre. Presenti concrezioni carbonatiche millimetriche, biancastre, e rari clasti poligenici, millimetrici. Presenti livelli centimetrici di argilla limosa sabbiosa.	3
				7		6) SPT < 9,00 9,50	3 3,25		9,0	8-8-13	21				
				8		7) SPT < 12,00 12,45	1 1,25		12,0	4-6-7	13				4
				9		8) SPT < 14,50 14,95	1 1,25		14,5	4-5-5	10		Limo argilloso sabbioso, da umido a saturo, consistente, grigiastro con sfumature ocracee fino a 16,80m. Presenti livelli da centimetrici a decimetrici sabbiosi eterometrici limosi, umidi, moderatamente addensati, grigi.		
				10		9) SPT < 18,00 18,45	1 1,75		18,0	5-3-5	8	Pressometrica			5
				11		10) SPT < 21,00 21,45	1 1,75		21,0	5-6-5	11	Litico C.V.			
				12		11) SPT < 24,00 24,45	1		24,0	13-17-15	32		21,4	Ghiaia poligenica, eterometrica, policroma, da moderatamente addensata ad addensata in matrice limoso sabbiosa eterometrica, saturo, grigiastro.	6
				13								25,8	Limo argilloso sabbioso fine, umido, da consistente a molto consistente, grigiastro, con screziature marrone-verdastre.		

Certificato n° 628 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 3SD1_int
Riferimento: Lotto 3 Chieti-Interporto	Data: 10/06/2020-12/06/2020
Coordinate: WGS84 42°20'32.30"N 14° 7'49.40"E; G-B 4688160.27N 2448377.450E	Quota: 44.539 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:130		STRATIGRAFIA - 3SD1 int										Pagina 2/2					
o mm	R V	A Z	Pz	metri lati	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prei % 0-100	Standard Penetration Test			prove in tot	RQD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass	
									m	S.P.T.	N						
				27		12) SPT < 27,00 27,45	2 2.75		27,0	19-21-17	38			27,0	Limo argilloso sabbioso fine, umido, da consistente a molto consistente, grigiastro, con screziature marrone-verdastre.	6	
				28											Ghiaia poligenica, eterometrica, da sub-angolare a sub-arrotondata, in matrice limosa sabbiosa eterometrica, satura, addensata, grigio-biancastra.		
				30		13) SPT < 30,00 30,45			30,0	13-21-25	46			30,5	Argilla debolmente limosa, dura, umida, grigiastra, passante ad argilla debolmente mamosa, dura, grigiastra. In tutto il livello sono presenti livelli sabbiosi fini da millimetrici a centimetrici. Fino a 33,00m presenti concrezioni carbonatiche millimetriche, biancastre.	7	
				31			11,5										
				32			10,5										
				33		C11) Ind < 33,00 33,75										8	
				34			11,7										
				35													
				36													
				37													
				38													
				39													
				40		C12) Ind < 39,30 40,00								40,0			

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. 2 campioni indisturbati.
Eseguite n. 13 prove S.P.T..
Eseguite n. 2 prove Lefranc.
Eseguite n. 2 prove pressiometriche.
Installata cella di Casagrande a 33,00m da p.c.
Installato chiusino carrabile.
*Ind: Campionatore triplo.
Normativa: A.G.I. 1977

SONDAGGIO	PROVA LEFRANC		PROVA LEFRANC	
	H(m)	K (m/s)	H(m)	K (m/s)
3SD1_int	6.00-7.50	3.00E-05	20.00-21.00	1.19E-05