

COMUNE di PESCARA
(PROVINCIA DI PESCARA)

COMMITTENTE:

UNITÀ SANITARIA LOCALE DI PESCARA
AZIENDA PUBBLICA

OGGETTO:

**LAVORI DI COMPLETAMENTO PER LA
REALIZZAZIONE DEL DSB “PESCARA
SUD” CON ANNESSO UCCP**

**RELAZIONE GEOLOGICA E
MODELLAZIONE SISMICA**

Il Relatore
Dott. Geol. Eustachio Pietromartire

N. 19_17,GIUGNO 2017

Sommario

1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
2. METODOLOGIA DI INDAGINE E DI LAVORO	6
3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO.....	8
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	13
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	23
6. CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI	31
7. LITOSTRATIGRAFIA DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE .	38
8. SISMICITÀ DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI.....	41
8.1 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	44
9. VERIFICA DELLA STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE.....	50
9.1 FATTORI CHE PREDISPONGONO ALLA LIQUEFAZIONE.....	52
9.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE MEDIANTE LA METODOLOGIA SEED & IDRIS (1982)	54
10. CONCLUSIONI.....	58

ALLEGATI:

CARTA COROGRAFICA (SCALA 1:25.000)

CARTA GEOLOGICA (SCALA 1:50.000)

CARTA GEOMORFOLOGICA (PAI, SCALA 1:5.000)

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ (PAI, SCALA 1:5.000)

CARTA DEL RISCHIO (PAI, SCALA 1:5.000)

STRALCIO DI CARTA GEOLOGICO – TECNICA (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

STRALCIO MOPS (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

RAPPORTO INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE

INDAGINI DI RIFERIMENTO

CURVE GRANULOMETRICHE DI RIFERIMENTO

1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico-tecnico e sismico, eseguito nel territorio comunale di Pescara (PE) a supporto del progetto di “LAVORI DI COMPLETAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DEL DSB *PESCARA SUD* CON ANNESSO UCCP”. Il sito di progetto si ubica nel settore meridionale del territorio comunale di Pescara (PE).

Lo studio è finalizzato alla valutazione delle litologie affioranti, all'individuazione del trend morfoevolutivo, alla ricostruzione dell'ambito geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico e sismico in cui s'inserisce il sito di progetto.

L'inquadramento geologico e fisiografico dell'areale di studio risulta essere noto sia per la provincia geologica di appartenenza sia per la documentazione bibliografica esistente.

Per la ricostruzione dettagliata della litostratigrafia locale, con conseguente determinazione dei parametri geotecnici, e per la determinazione della categoria di sottosuolo è stata programmata una campagna di indagine geotecnica e geofisica. Nello specifico, per quanto concerne la campagna di indagine geotecnica, è stata eseguita una prova penetrometrica statica spinta fino alla profondità massima di 30,00 metri dal p.c. Durante l'esecuzione della prova è stato prelevato un campione di terreno rimaneggiato alla profondità di 9,50 – 10,00 metri su cui eseguire le analisi granulometriche. Per quanto riguarda la campagna di indagine geofisica è stata svolta una prospezione sismica di superficie di tipo MASW.

Per la strumentazione utilizzata, la metodologia di lavoro, i certificati delle prove svolte, la documentazione fotografica e l'ubicazione delle indagini si rimanda all'elaborato “*Rapporto indagini geotecniche e geofisiche*” fornito dalla ditta Geo-land s.a.s. in calce alla presente relazione.

I risultati di tale campagna di indagine sono stati confrontati ed integrati con quelli di precedenti prove geognostiche e geofisiche eseguite in un'area limitrofa e appartenente alla medesima provincia geologica.

Si precisa inoltre che, per l'elaborazione del presente elaborato, è stato consultato lo Studio di Microzonazione Sismica di I Livello del territorio comunale.

Inoltre, considerato che nella carta delle MOPS l'area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

La normativa nazionale e regionale di riferimento è la seguente:

- *D.M. 11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*
- *L.R. 26 Ottobre 1992 N°93 "Norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione riparazione, sopraelevazione e ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della legge 2 febbraio 1974, n.64."*
- *Circ. Dir. Centr. Tecn. N° 97/81 Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*
- *D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";*
- *O.P.C.M. 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".*
- *O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (G.U. n.108 del 11/05/2006).*
- *O.P.C.M. 13 novembre 2010, n.3907 pubblicata nella G.U. 1 dicembre 2010, n.281, S.O.*
- *Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture "Norme tecniche per le costruzioni" (GU n.29 del 04/02/2008).*

- *L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43 – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali – “piano di stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume sangro L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla Regione Abruzzo Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici.*
- *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche (A.G.I., 1977).*
- *Testo Unitario sulle Norme Tecniche per le Costruzioni come da S.O. n. 159 pubblicato sulla G.U. del 23 settembre 2005, n.222.*
- *Delibera Regione Abruzzo del 05.11.2007 n. 1049, in particolar modo a quanto contenuto nell’Allegato F “Specifiche tecniche in materia di scarpate” richiamato nell’art. 20 delle misure di salvaguardia parte integrante della deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità dei Bacini di rilievo regionale n. 8 del 31.07.2007 pubblicato nel BURA n. 66 23.11.2007 in cui si fa obbligo agli E*
- *G.U. n. 29 del 04 febbraio 2008;*
- *Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).*

2. METODOLOGIA DI INDAGINE E DI LAVORO

Per acquisire le conoscenze anticipate in premessa, ricostruire l'assetto geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, litostratigrafico e sismico si è predisposta una metodologia di lavoro per step successivi, propedeutici e consequenziali.

Lo studio è stato quindi condotto attraverso le seguenti fasi:

- Sopralluoghi preliminari;
- Reperimento di materiale bibliografico (*cartografia topografica in scala 1:25.000 e 1:5.000, geologica da varie fonti e dal Servizio Geologico d'Italia, geomorfologica e pubblicazioni scientifiche*);
- Ricerca, presso i nostri archivi, di indagini geologiche, studi e rilievi geologici - geomorfologici svolti in precedenza nella stessa zona e in aree limitrofe;
- Programmazione di una campagna di indagine geotecnica e geofisica;
- Rilevamento geologico e geomorfologico;
- Realizzazione di cartografia georeferenziata;
- Elaborazione e interpretazione finale dei dati bibliografici, di rilevamento e della campagna di indagine;
- Valutazione della risposta sismica locale.

Per la ricostruzione dettagliata della litostratigrafia locale, con conseguente determinazione dei parametri geotecnici, e per la determinazione della categoria di sottosuolo è stata programmata una campagna di indagine geotecnica e geofisica. Nello specifico, per quanto concerne la campagna di indagine geotecnica, è stata eseguita una prova penetrometrica statica spinta fino alla profondità massima di 30,00 metri dal p.c. Durante l'esecuzione della prova è stato prelevato un campione di terreno rimaneggiato alla profondità di 9,50 – 10,00 metri su cui eseguire le analisi

granulometriche. Per quanto riguarda la campagna di indagine geofisica è stata svolta una prospezione sismica di superficie di tipo MASW.

Per la strumentazione utilizzata, la metodologia di lavoro, i certificati delle prove svolte, la documentazione fotografica e l'ubicazione delle indagini si rimanda all'elaborato "*Rapporto indagini geotecniche e geofisiche*" fornito dalla ditta Geo-land s.a.s. in calce alla presente relazione.

I risultati di tale campagna di indagine sono stati confrontati ed integrati con quelli di precedenti prove geognostiche e geofisiche eseguite in un'area limitrofa e appartenente alla medesima provincia geologica. Le indagini di riferimento prese in considerazione consistono in un sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 43,00 metri dal p.c., con prove S.P.T., e in una prova sismica in foro di tipo DH.

Si precisa inoltre che, per l'elaborazione del presente elaborato, è stato consultato lo Studio di Microzonazione Sismica di I Livello.

Inoltre, considerato che nella carta delle MOPS l'area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di progetto è ubicato nel settore meridionale del Comune di Pescara (PE), in destra idrografica dell'omonimo fiume.

Il territorio comunale in oggetto, dal punto di vista fisiografico, si sviluppa in corrispondenza della fascia costiera adriatica, su un territorio dall'andamento pianeggiante e di quote comprese intorno a 10,00 metri sul livello del mare (fig. 1).



Figura 1 – Inquadratura geografica area di studio, indicata nel riquadro rosso (immagine da Google Earth).



Figura 2 – Ubicazione area di studio.



Figura 3 – Ubicazione sito di progetto.

Dal punto di vista amministrativo il territorio comunale è situato nel settore

orientale della Regione Abruzzo, nella provincia di Pescara, ed è confinato dai comuni di Montesilvano a nord, Spoltore ad ovest, San Giovanni Teatino a sudovest, Francavilla a sud; a nordest è bagnato dalle acque del Mar Adriatico (fig. 4).

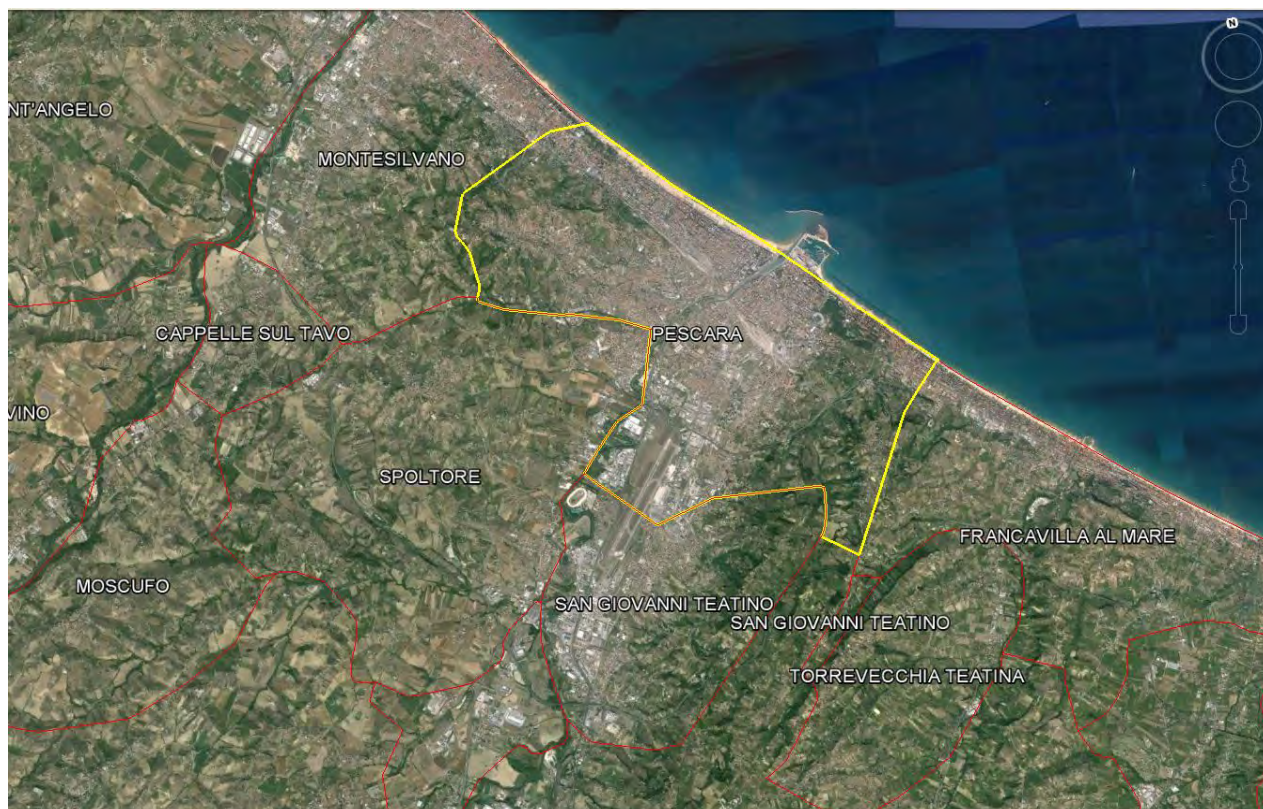


Figura 4 - Inquadramento amministrativo territorio comunale di Pescara (PE).

Il Comune di Pescara rientra nel Foglio 351 E in scala 1:25.000 della Carta Topografica d'Italia (serie ED 50), di cui si riporta uno stralcio (fig. 5), ed è compreso negli Elementi numero 351101, 351114, 351111, 351102, 351113, 351154, 351151, della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000 (fig. 6).

Il sito di progetto si trova su un territorio di quote comprese tra 2,00 e 4,00 metri s.l.m.

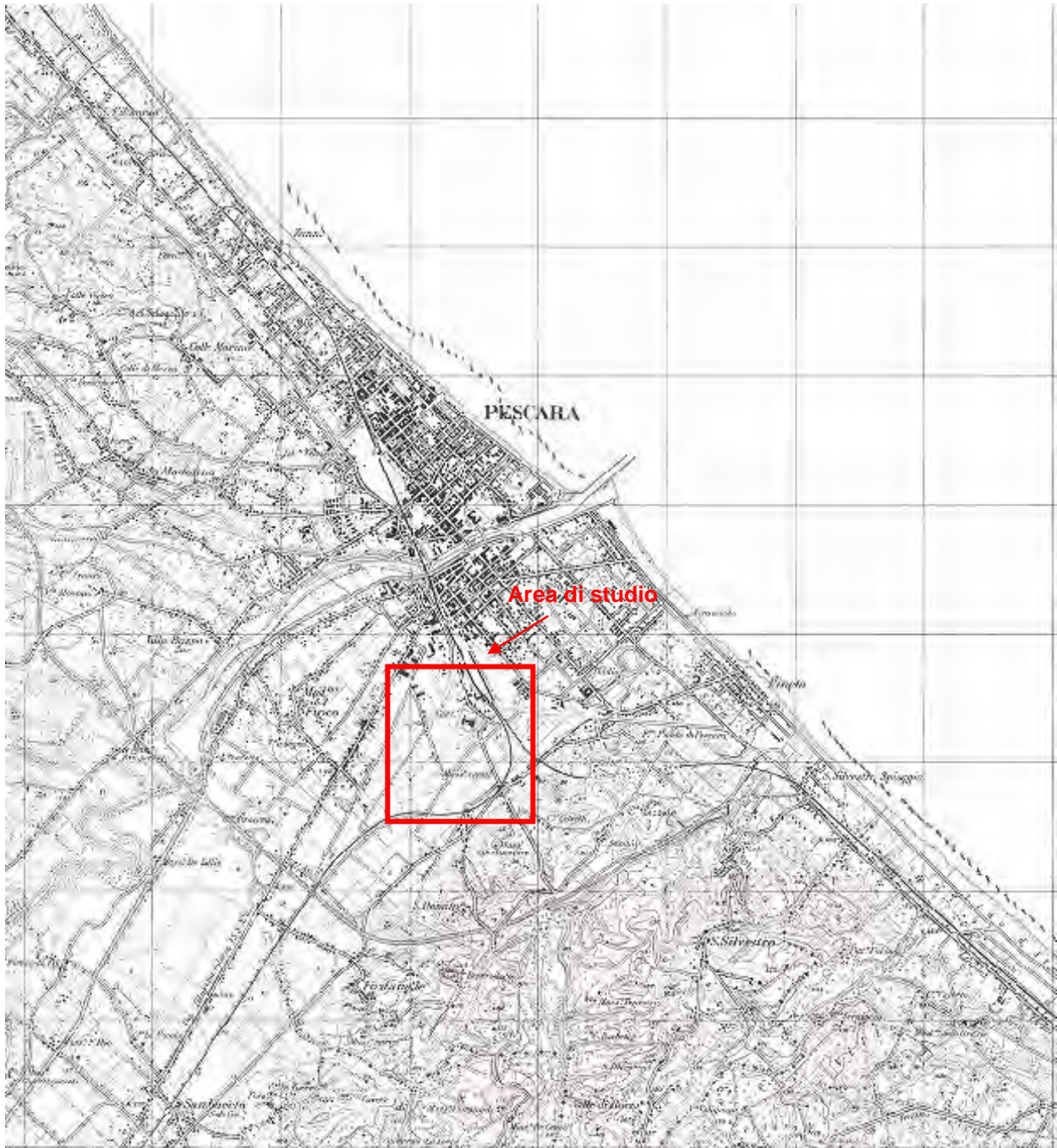


Figura 5 - Stralcio di Foglio 351 Est della Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

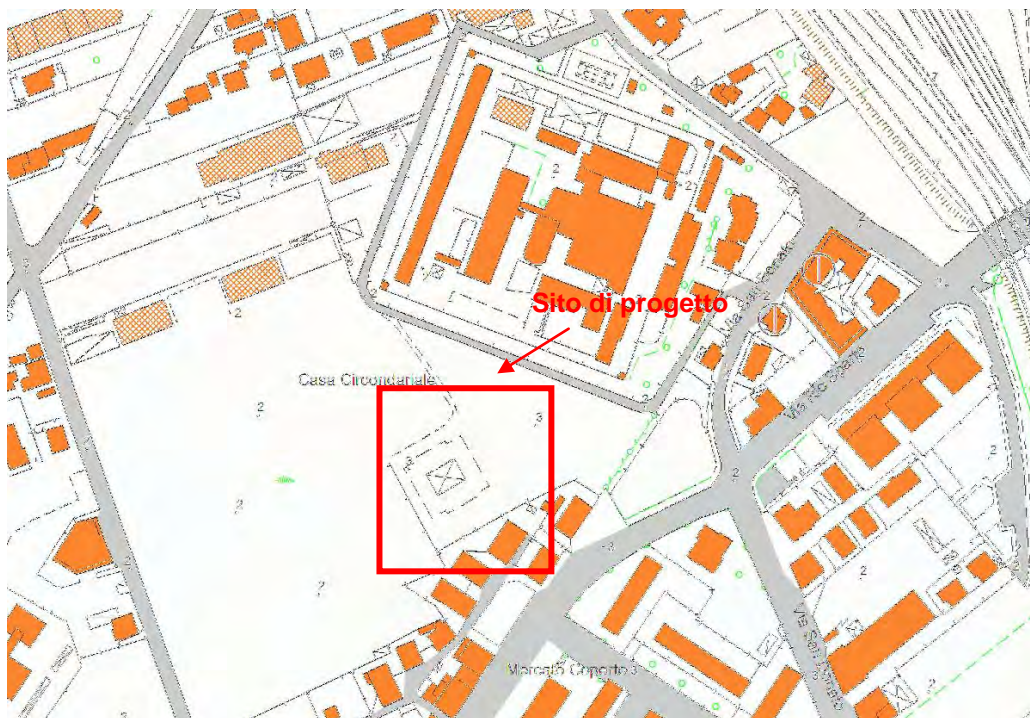
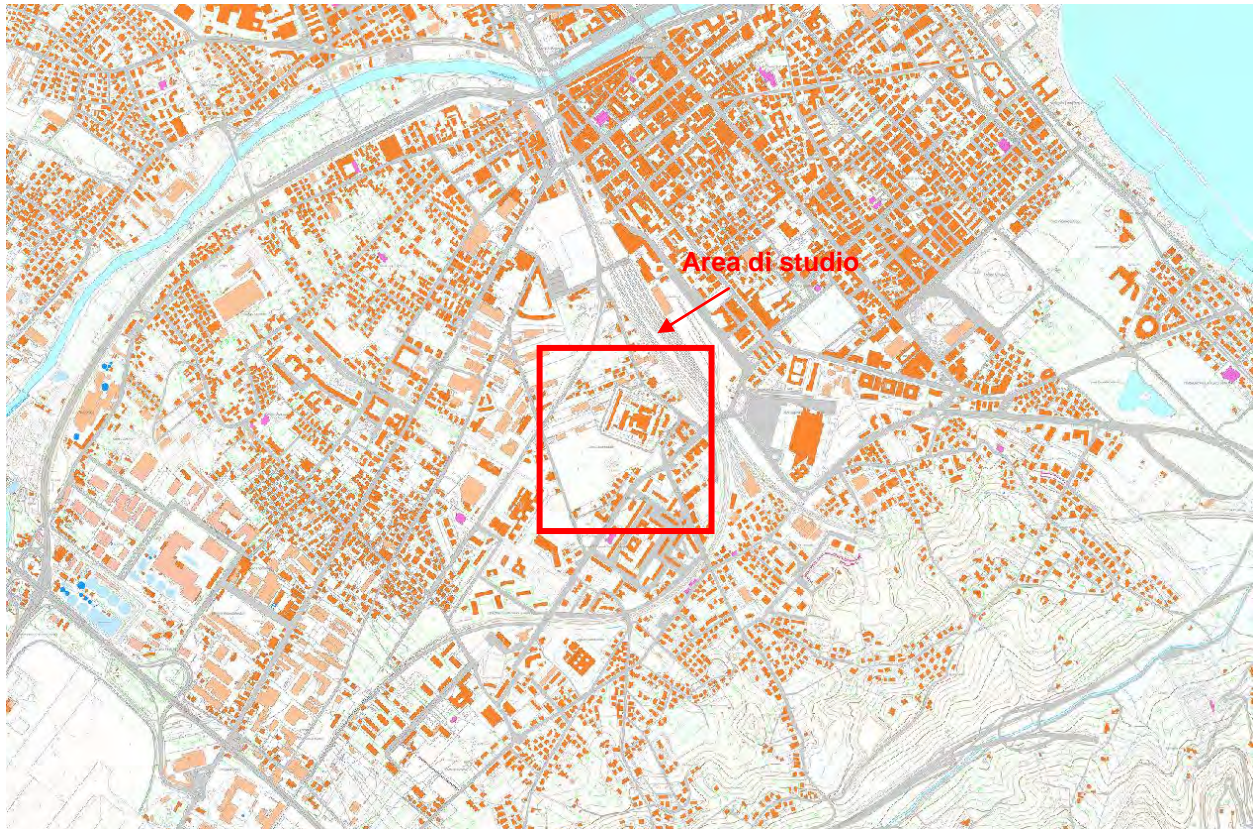


Figura 6 - Stralci di Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio e il sito di progetto.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di studio si trova nel settore orientale più esterno del settore abruzzese e dal punto di vista tettonico-paleogeografico nell'Unità tettonica denominata: *Avanfossa periadriatica*. Tale unità è costituita da una profonda depressione allungata parallelamente all'attuale linea di costa e, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza.

In tale fossa si sedimentarono, quindi, materiali terrigeni a grana finissima, che generarono la Formazione conosciuta in letteratura come "*Argille grigio-azzurre*" attribuite al Plio-Pleistocene.

I depositi affioranti fanno parte della successione silicoclastica del Pliocene superiore – Pleistocene inferiore, in concordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio – superiore. Temporalmente si collocano dopo l'ultima fase di migrazione verso l'avampaese del fronte deformativo e del depocentro torbido.

La fase di segmentazione del depocentro principale in depocentri minori avviene in concomitanza con la struttura costiera, databile al Pliocene inferiore terminale. Da questo momento, fino al top del Pliocene superiore, le successioni sedimentarie registrano un decremento dei tassi di subsidenza tettonica e mostrano una tendenza *shallowing upward*.

La successione marina, nota in letteratura come *Formazione di Mutignano*, rappresenta una successione marina riferibile ad ambienti che vanno dall'*offshore* allo *shoreface*, con fasi di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico. Tale successione ha inizio con la deposizione di litotipi trasgressivi e discordanti sulla Formazione della Laga, cui segue una potente successione argillosa nella quale sono intercalati, a varie

altezze stratigrafiche, corpi e/o orizzonti clastici a granulometria fine e grossolana. La sequenza si chiude con sabbie e conglomerati in facies da litorale a continentale.

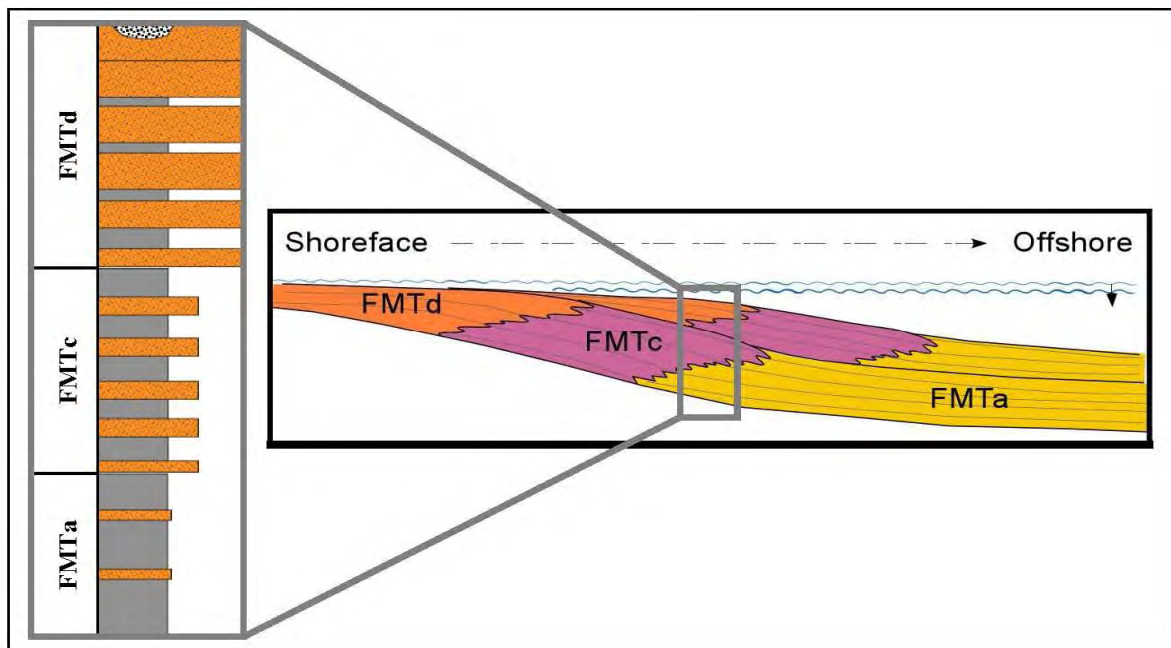


Figura 7 - Organizzazione verticale e spazio - temporale dei depositi della Formazione di Mutignano.

La successione marina della **Formazione di Mutignano**, è caratterizzata da tre principali facies, l'*associazione pelitico-sabbiosa* (FMTa), con a luoghi corpi conglomeratici (FMTb), *associazione sabbioso-pelitica* (FMTc) e *sabbioso-conglomeratica* (FMTd).

L'*associazione pelitico-sabbiosa* è costituita alla base da argille grigio-azzurre con sottili livelli sabbiosi, passanti verso l'alto ad argille sabbiose grigio-avana con livelli siltosi fini grigio chiaro a laminazione incrociata con faune di acqua bassa. Al loro interno si rinvencono frequenti macrofossili quali gasteropodi e bivalvi.

L'*associazione sabbioso-pelitica* è costituita da un'alternanza di sabbie e sabbie siltose giallo-ocra, a variabile 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 a 1. Gli

strati sabbiosi generalmente in rapporto erosivo sulle peliti, possono presentare laminazioni parallele.

L'associazione sabbioso-conglomeratica è costituita da una successione di sabbie e arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, in strati da medi a spessi, alternate a lenti e strati di ghiaie e di conglomerati. Localmente sono presenti livelli, da millimetrici a centimetrici, di peliti grigie.

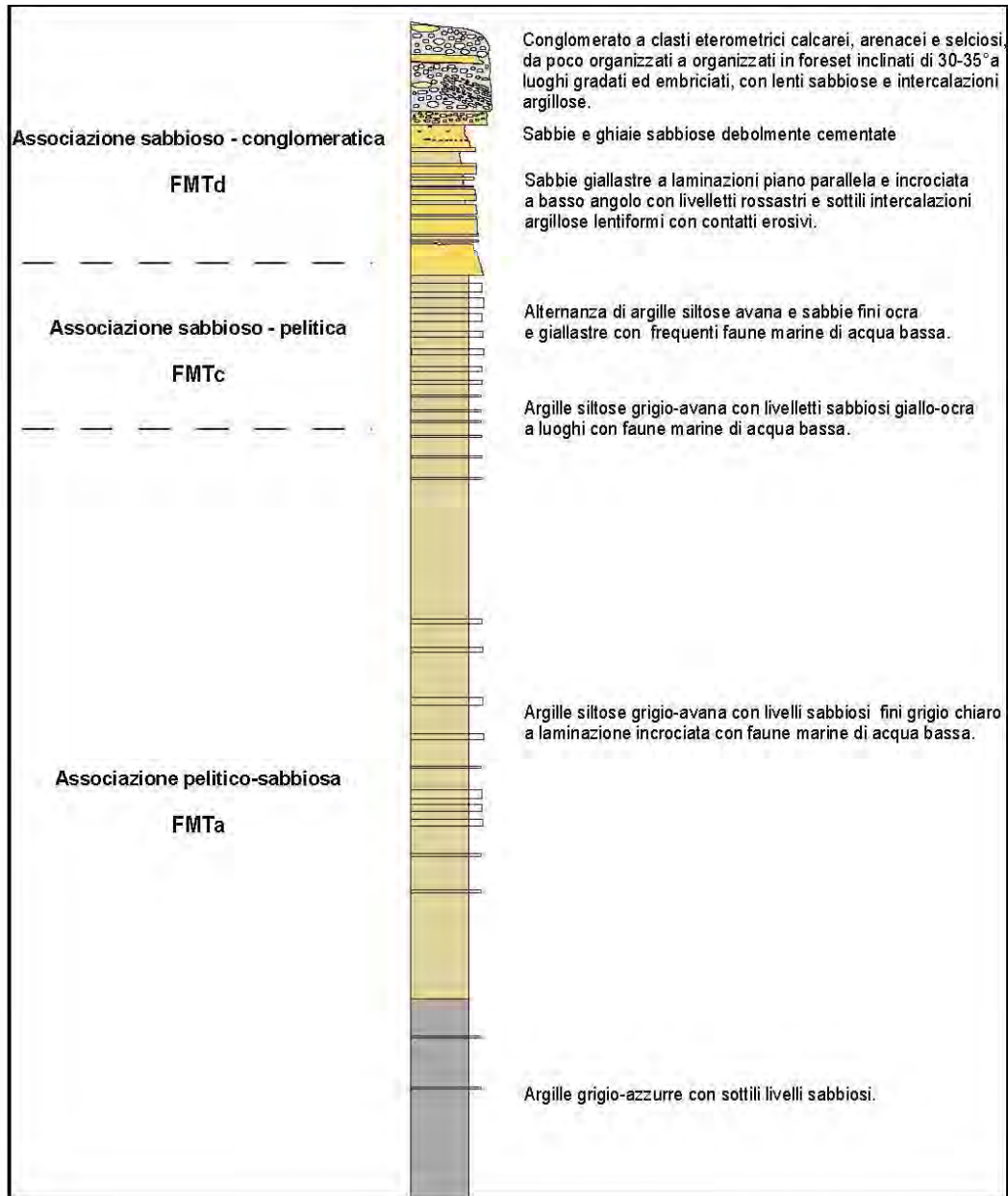


Figura 8 - Log stratigrafico della Formazione di Mutignano.

Nel Quaternario, in discordanza stratigrafica con le Argille siltose grigio-azzurre, si depositarono i sedimenti del Fiume Pescara. Quest'ultimo apporto sedimentario, nel tempo è stato condizionato dalle variazioni eustatiche, le quali hanno influenzato il potere erosivo e di trasporto del fiume stesso.

La successione di episodi di erosione e di deposito da parte del corso d'acqua ha causato la formazione di morfosculture a forma di ripiano noti in letteratura come "Terrazzi fluviali".

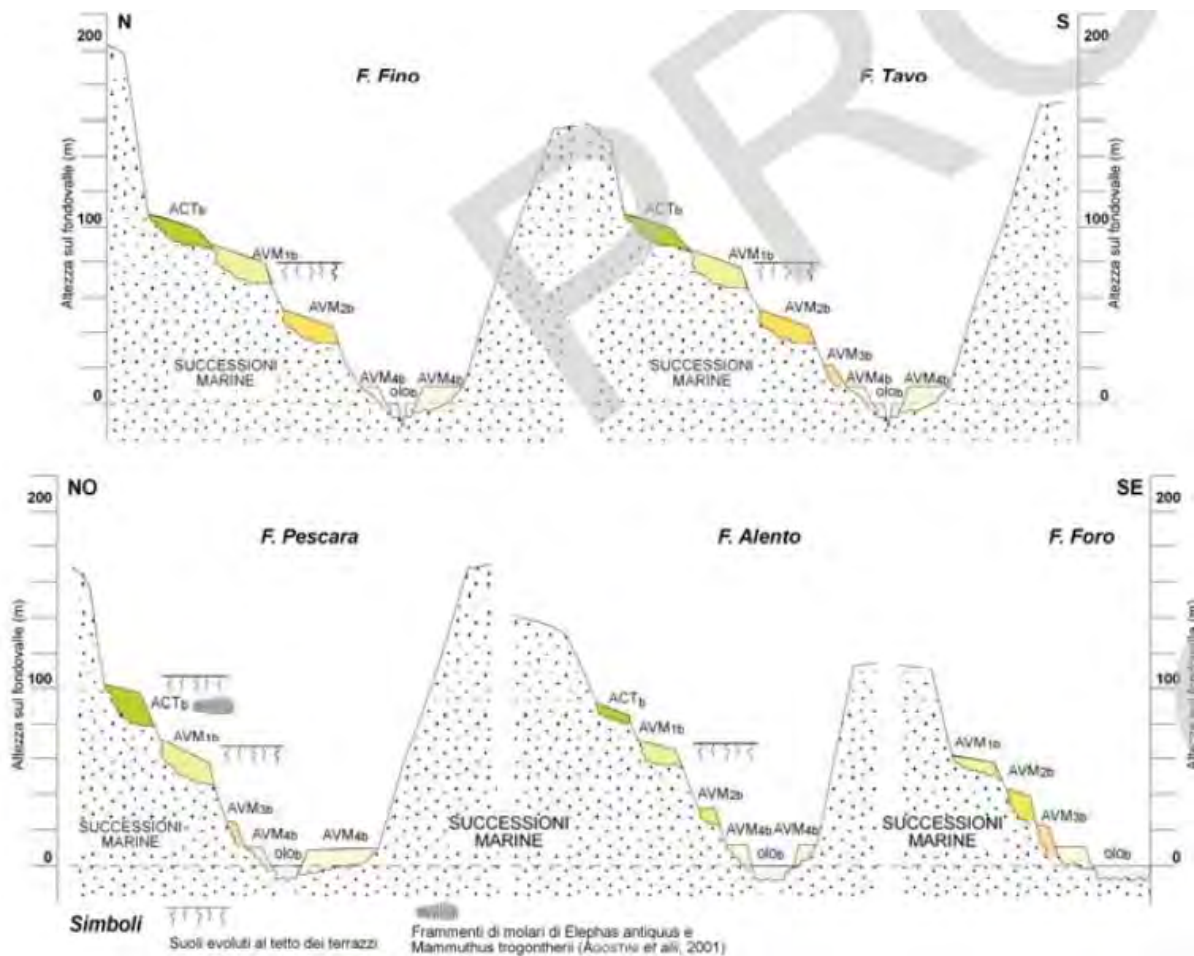


Figura 9 – Schema morfo-litostратigrafico delle unità distinte nei depositi post-orogenetici del Quaternario continentale.

Si tratta di antichi alvei abbandonati dal fiume in seguito ad una fase erosiva che ha provocato l'approfondimento dell'alveo stesso che, attualmente, si trova ad una quota più bassa. Il Fiume Pescara, nell'ambito del territorio indagato, presenta due Ordini di Terrazzi in sinistra idrografica (II e III Ordine) ed un'Ordine in destra idrografica (III Ordine). Tale diversità è dovuta alla paleogeografia dell'area, che vedeva l'asse vallivo spostato in destra idrografica, al bordo delle colline di *Fontanelle e San Giovanni Teatino*. Scorrendo, quindi, sul lato meridionale della valle, il fiume erodeva le colline alla base, provocando il disfacimento dei Terrazzi fluviali, che aveva in precedenza formato.

Successivamente il letto del fiume si sposta sensibilmente verso nord fino ad assumere l'andamento attuale che in alcuni punti lambisce le colline plio-pleistoceniche. Tale situazione provoca un fenomeno di erosione di sponda, conseguentemente al quale, nei punti di erosione si può verificare la diminuzione dell'estensione del terrazzo o addirittura la sua scomparsa.

L'area di progetto posta in sinistra idrografica del fiume, ricade in un lembo di terrazzo costituito da terreni a granulometria variabile, da unità limosa argillosa a depositi prettamente granulari. I terreni che caratterizzano il sottosuolo dell'area indagata, come già detto in precedenza, risultano costituiti da sedimenti recenti di sedimentazione fluviale, caratterizzati da una marcata discontinuità laterale dei depositi, che risultano organizzati in lenti o sacche.

L'area di studio è compresa all'interno del Foglio 141 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nel foglio 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, di cui si riportano gli stralci (fig. 10 e 11).

Da quanto emerge dalla carta geologica Foglio 141 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi terrazzati, costituiti da ghiaie, sabbie e argille, in copertura dei grandi terrazzi di fondo.

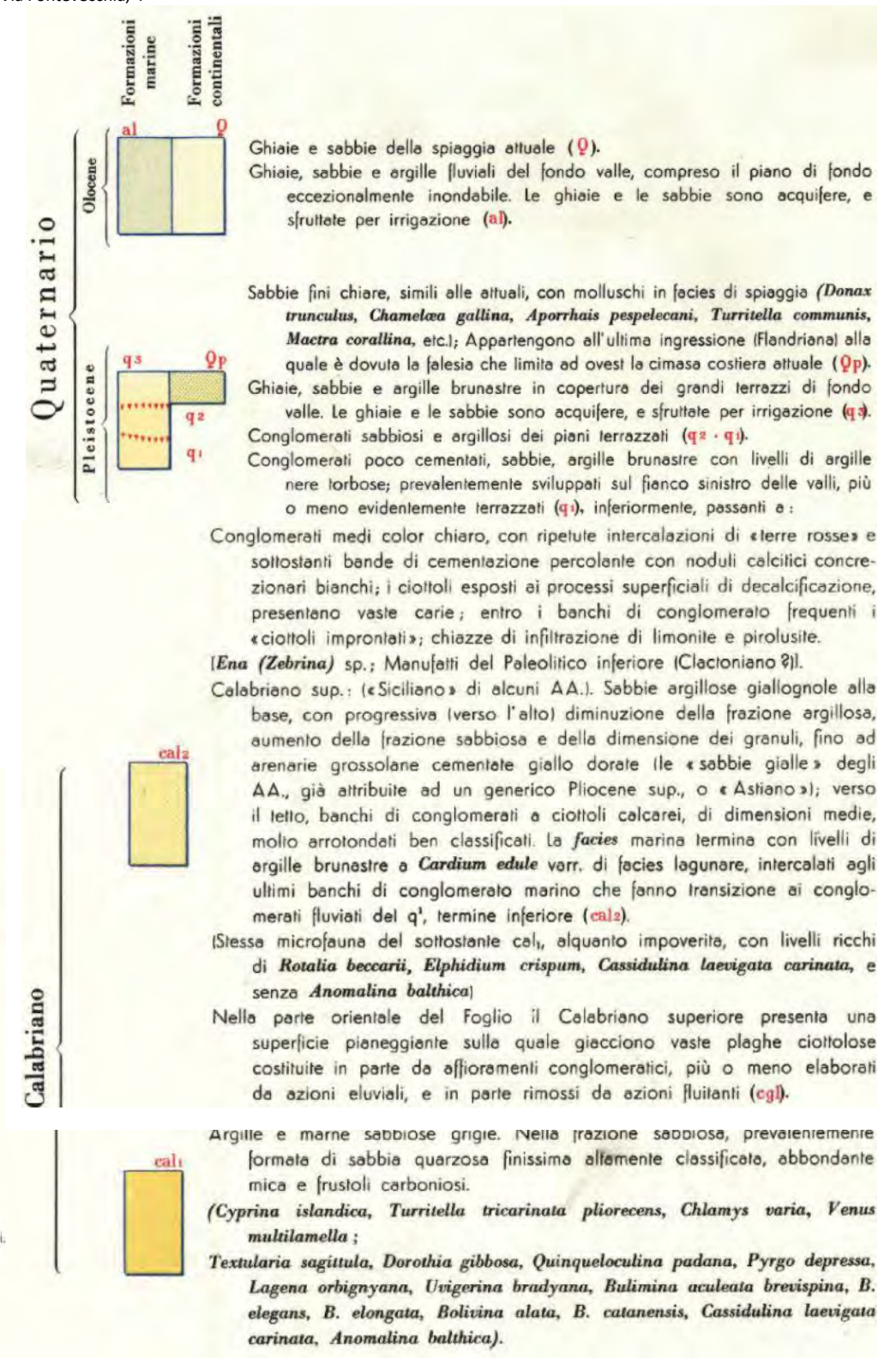
Stratigraficamente, per quanto riguarda la nuova cartografia redatta nell'ambito del progetto CARG, emerge che nell'area di studio affiorano depositi riferibili al subsistema di Chieti Scalo (AVM4). Tali depositi sono costituiti da depositi alluvionali quali sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbe. Le ghiaie sono prevalentemente nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in abbondante matrice sabbioso – limosa.

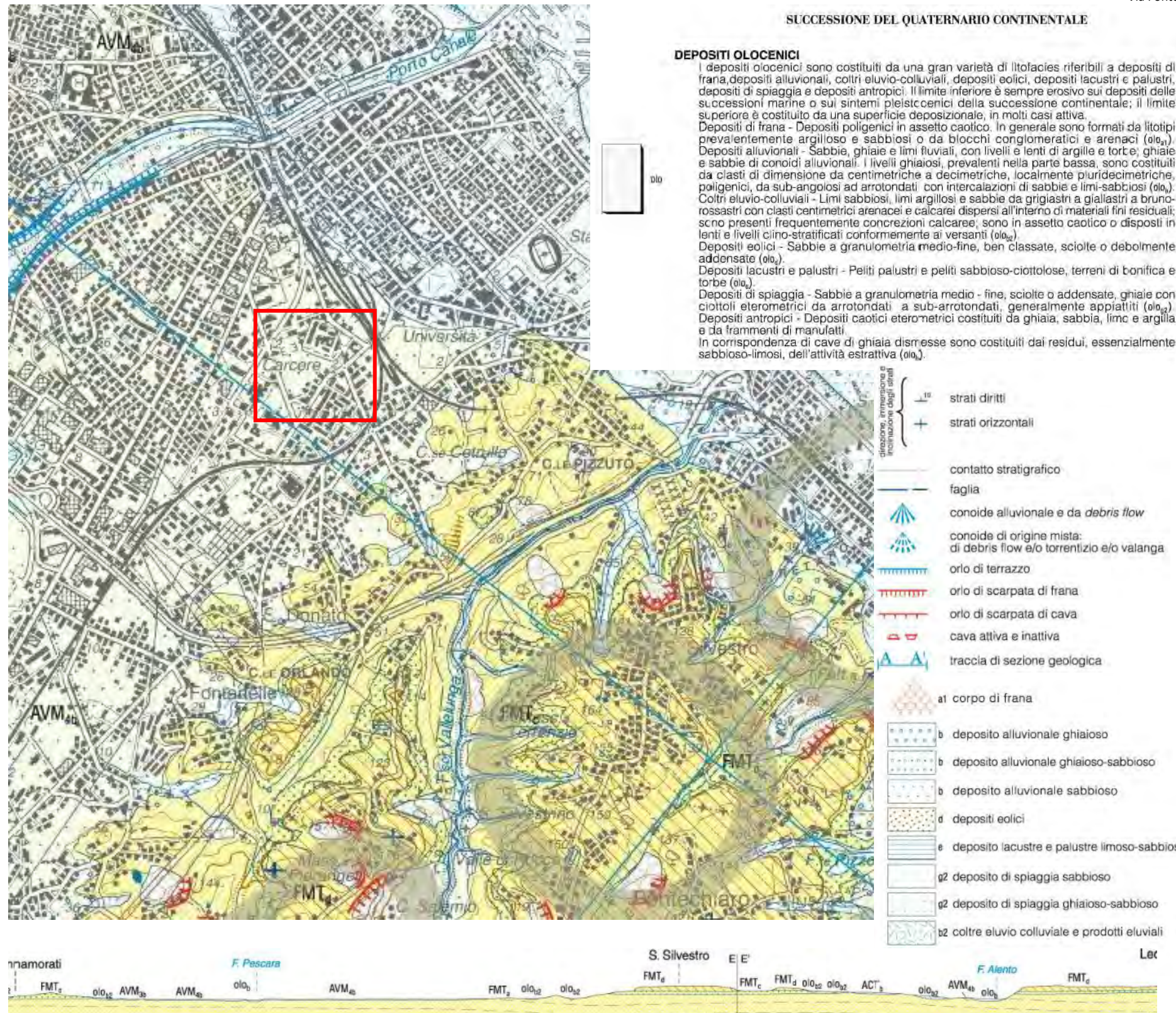


- + Strati orizzontali.
- ^ Strati poco inclinati (minori di 15°).
- ⊗ Località fossilifere (macrofossili).
- ⚡ Giacimenti preistorici.
- Faglie normali.
- ⋯ Orli di terrazzi fluviali.
- ⋯ Orli di terrazzi marini.
- ⋯ Orli dei lembi del «Paleopiano».
- ⚡ Coni di deiezione recenti ed attuali.
- ⚡ Frane.
- Sorgenti importanti.
- Pozzi per ricerca di idrocarburi e loro profondità in metri.
- △ Cave.
- ▽ Cave inattive.
- A— Tracce di sezione.

Figura 10 - Stralcio di Foglio Geologico 141 "Pescara" in scala 1:100.000 con relativa legenda, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

Via Fontevecchia, 4





SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

DEPOSITI OLOCENICI

I depositi olocenici sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi eolici, depositi lacustri e palustri, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sui sistemi pleistocenici della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Depositi di frana - Depositi poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da litotipi prevalentemente argilloso e sabbiosi o da blocchi conglomeratici e arenaci (olo₁).
 Depositi alluvionali - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe, ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I livelli ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da clasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi (olo₂).
 Coltri eluvio-colluviali - 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; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree, sono in assetto caotico o disposti in lenti e livelli corno-stratificati conformemente ai versanti (olo₃).
 Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate (olo₄).
 Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe (olo₅).
 Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (olo₆).
 Depositi antropici - Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti.
 In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva (olo₇).

SISTEMA DI VALLE MAJELAMA

Questo sistema è costituito prevalentemente da depositi alluvionali, terrazzati e disposti in diversi ordini ad altezze variabili sul fondovalle ed è stato suddiviso in 4 sottosistemi. Il limite inferiore dei depositi è sempre costituito da una superficie erosiva a contatto con i depositi della successione marina o con i depositi più antichi della successione continentale. Il limite superiore è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito, più o meno rimodellata ed erosa, o dal contatto erosivo con i depositi continentali più recenti.

PLEISTOCENE SUPERIORE

sottosistema di Chieti Scalo (AVM₁)

È costituito da depositi alluvionali e da depositi a gneiss mista. Depositi alluvionali - Sabbie limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito sono ben arrotondate, a clasti poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limoso; sono riferibili ad ambiente fluviale. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso sono in contatto netto con le sottostanti ghiaie. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale (AVM₁).
 Deposito di origine mista - Ghiaie eterometriche e conglomerati debolmente cementati, con matrice sabbioso-limoso da assente ad abbondante, in assetto caotico o con stratificazione poco evidente, di origine mista sia di natura alluvionale che legata all'azione della gravità. Affiorano lungo i versanti di fossi minori nell'area di Silvi (AVM₁).

PLEISTOCENE SUPERIORE, p.p.

sottosistema di Vallemare (AVM₂)

Depositi alluvionali - Sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata a basso angolo; si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una matrice sabbioso-limoso. Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. I depositi sono terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale. (F. Tavo) (AVM₂).

PLEISTOCENE SUPERIORE, p.p.

sottosistema di Piano della Fara (AVM₃)

Depositi alluvionali - Ghiaie, alternate a sabbie, sabbie-limoso e limi, in strati e lenti di spessore decimetrico o metrico; si intercalano livelli decimetrici di argille grigie, i clasti sono arrotondati, di natura carbonatica e subordinatamente silicea. La matrice è costituita da materiale terroso bruno-rossastro, da sabbie o limi. La frazione sabbiosa diviene prevalente nella parte alta del deposito e presenta strutture sedimentare trattive di fondo a lenti limoso-argilose; spesso si osserva un passaggio netto dal basso verso l'alto da un intervallo ghiaioso a un intervallo sabbioso. Lo spessore è variabile da 1-2 m a un massimo di 10 m. Il deposito è riferibile ad ambiente fluviale ed è terrazzato ad altezze tra 55 m e 30 m sul fondovalle attuale (AVM₃).

PLEISTOCENE SUPERIORE, p.p.

sottosistema di Villa Oliveti (AVM₄)

Depositi alluvionali - Ghiaie e conglomerati clasto-sostenuti debolmente cementati, in strati e lenti da decimetrici a metrici, con livelli e lenti sabbiosi decimetrici. Le ghiaie presentano clasti ben arrotondati e spesso appiattiti, di dimensioni variabili dai centimetri ai decimetri poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), con matrice sabbioso-limoso. I corpi conglomeratici sono organizzati in bancate massive e strati lentiformi discontinui con stratificazione incrociata, talora alternati ed eteropici a lenti e livelli sabbioso-argiloso e limoso-argiloso. I livelli sabbiosi sono costituiti da sabbie medio-fine, con laminazione piano-parallela. Frequentemente i depositi sono costituiti da due intervalli sovrapposti di spessore 10-15 m: uno francamente ghiaioso nella parte bassa, uno francamente sabbioso nella parte alta, cui si intercalano livelli di paleosuolo. Il limite tra i due intervalli è generalmente netto, pianare o debolmente ondulato (F. Tavo, F. Fino, F. Pescara). Lo spessore dei depositi è variabile da 10 m a oltre 30 m. Costituiscono terrazzi posti ad altezze sul fondovalle attuale intorno a 70 m lungo il F. Fino e il F. Tavo e comprese tra 70 m e 40 m lungo i fiumi Saline, Pescara, Aterno e Foro (AVM₄).

PLEISTOCENE SUPERIORE, p.p.

SUCCESSIONE MARINA DEL PLOCIENE SUPERIORE-PLEISTOCENE INFERIORE

FORMAZIONE DI MUTIGNANO

PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE, p.p.

associazione sabbioso-conglomeratica (FMT₁)

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 scioccati 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 livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. (Zone MNN19d-e? A nanofossili calcarei). Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 50 m.

associazione sabbioso-pellica (FMT₂)

Alternanza di sabbie e sabbie silteose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille silteose 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 a 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (Pecten, Chlamys, Ostrea) e gasteropodi di ambiente marino. Lo spessore varia da alcune decine di metri fino ad un massimo di 60-70 m. (Zone MNN19c MNNd a nanofossili calcarei).

associazione pellico-sabbiosa (FMT₃)

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi quali bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi che individuano un ambiente di offshore. Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m. (Zone MNN18-MNN19c a nanofossili calcarei).

Figura 11 - Stralcio di Foglio Geologico 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.

Come anticipato in premessa, nell'ambito di tali studi, sono stati presi in esame i risultati degli studi condotti nell'ambito della Microzonazione Sismica di I livello. Dallo stralcio di Carta Geologico – Tecnica di seguito riportata, si evince che nell'area di studio sono presenti depositi limoso – argillosi ricchi in materia organica, poco consistenti della piana alluvionale. Verso il basso aumenta la frazione argillosa. Si rinvencono lenti sabbiose ghiaiose generalmente decimetriche mediamente addensate

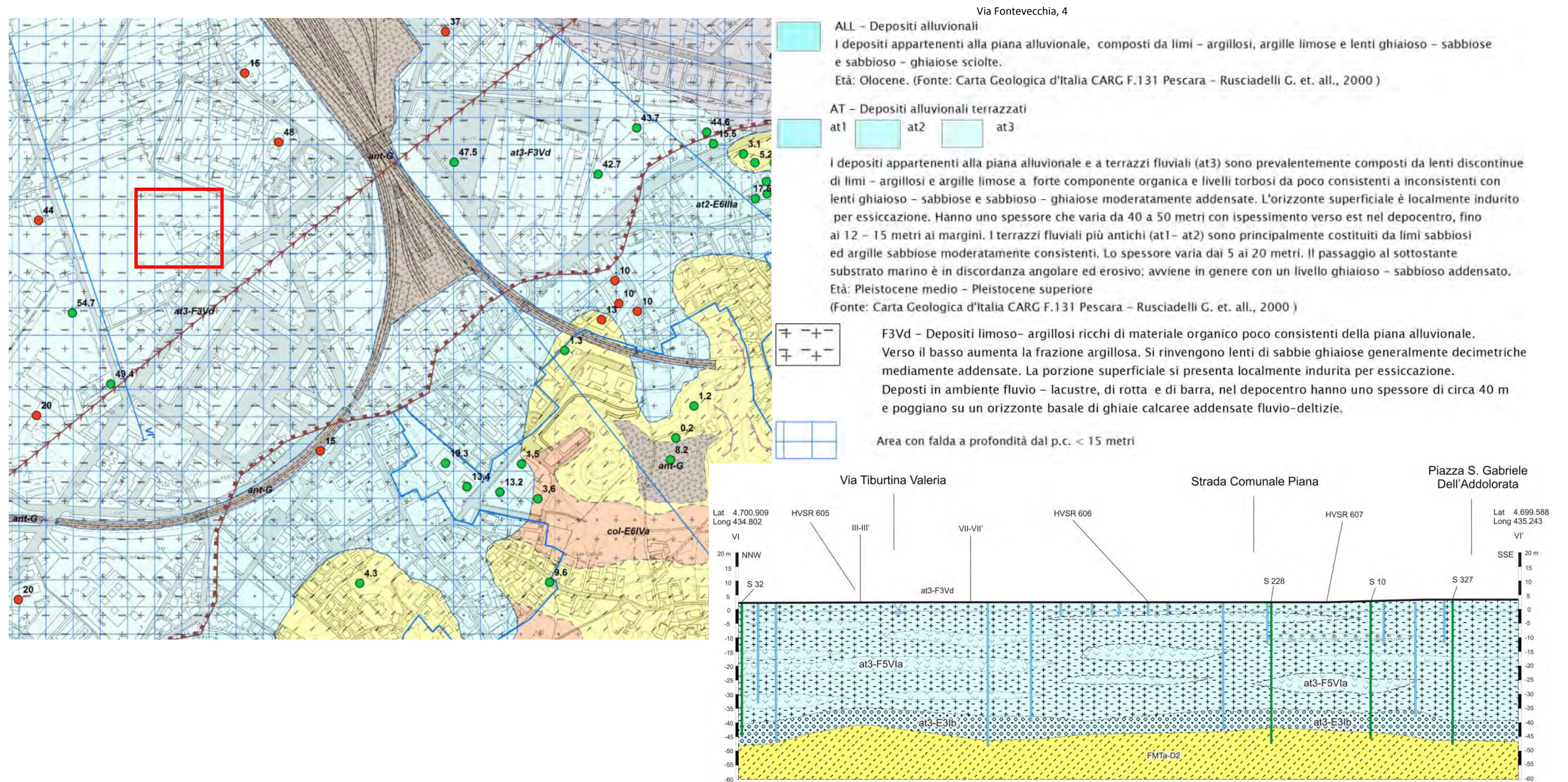


Figura 12 – Stralcio di carta geologico – tecnica (MZS I livello) nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La fisiografia del territorio abruzzese è caratterizzata dalla successione di ampie aree orograficamente omogenee: procedendo da oriente verso occidente si individua dapprima la fascia collinare costiera, quindi la fascia pedemontana ed infine la zona montana.

L'orografia del territorio è quella tipica della fascia collinare più orientale e costiera periadriatica, caratterizzata da un paesaggio collinare lentamente digradante verso NE, modellato nelle successioni argilloso sabbioso – conglomeratiche plio – pleistoceniche e da una piana costiera di ampiezza variabile da 1 a 2 Km.

I rilievi collinari sono dissecati dalle valli dei fiumi principali, come quella del Fiume Pescara, che si sviluppano in direzione SO –NE dai margini della catena appenninica, trasversalmente ad essa, fino alla costa adriatica.

L'idrografia è contraddistinta dalla presenza del Fiume Pescara, il cui alveo risulta da marcatamente sinuoso fino a meandriforme, che scorre in un'ampia piana alluvionale.

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, orlate da scarpate di erosione fluviale, poste a quote maggiori rispetto all'attuale corso del fiume stesso.

L'area di studio si trova nel settore di piana alluvionale del Fiume Pescara, in destra idrografica dello stesso. L'alternanza di episodi di erosione e deposito da parte del corso d'acqua, hanno creato la formazione di morfosculture a forma di ripiani definite terrazzi alluvionali. L'area è posta alla base di un versante che funge da

raccordo tra il pianoro sommitale di Colle Pietra a monte e la piana marina attuale a valle.

La morfologia generale dell'area vede la presenza di superfici ampie subpianeggianti che si estendono parallelamente al corso d'acqua e si raccordano esternamente ai blandi rilievi collinari, solcati da piccoli fossi e dai corsi d'acqua minori. Il sito di interesse si inserisce in una zona dalla topografia sub-pianeggiante a bassissima pendenza (compresa tra 0° e 5°) (fig. 13).

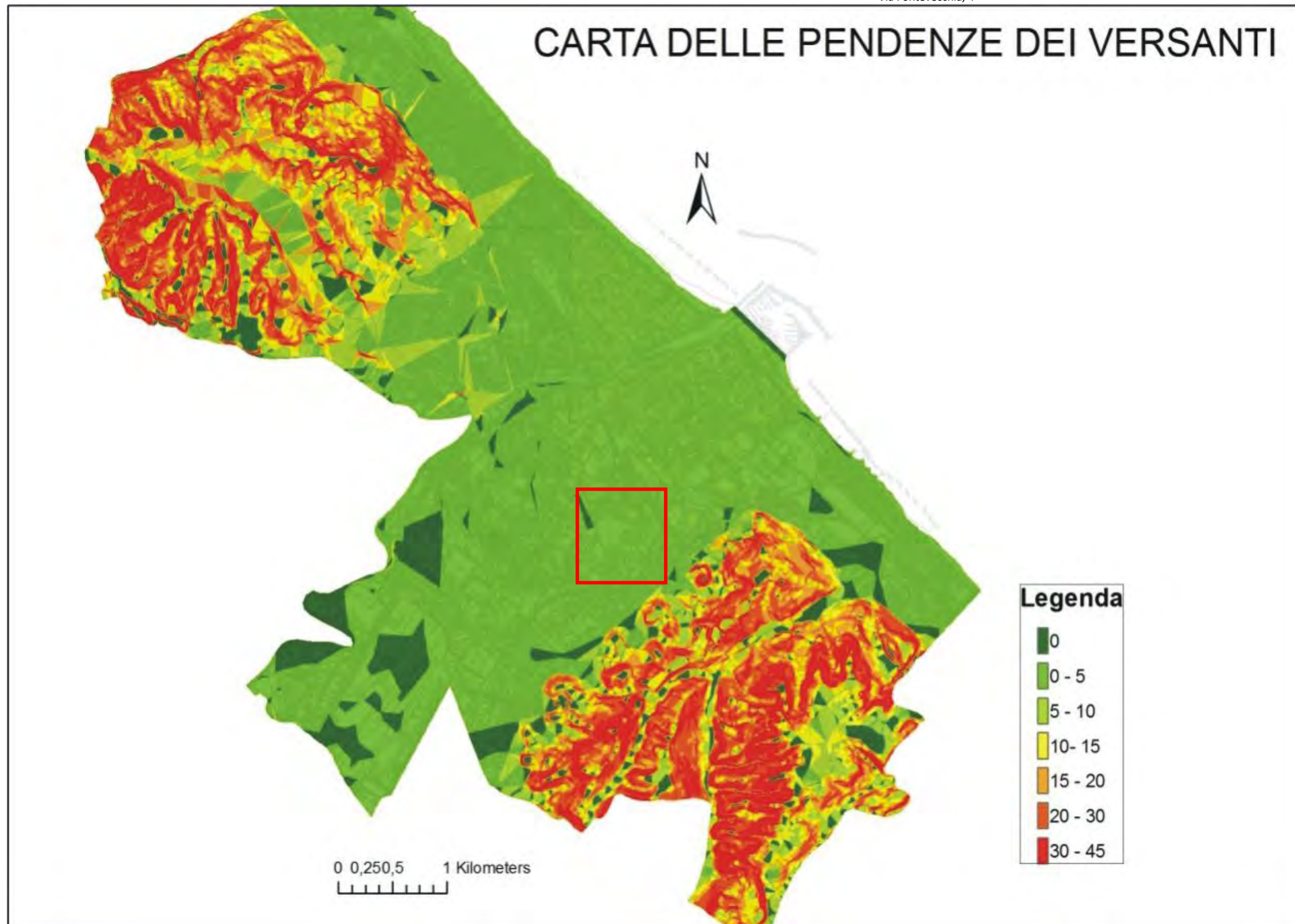


Figura 13 - Carta delle pendenze del territorio comunale di Pescara (non in scala) realizzato a partire dal Modello Digitale del Terreno con lato della cella 5X5 metri, costruito in scala 1:5.000.

L'area di studio rientra nel Foglio 351 E della "Carta Geomorfologica", della "Carta della Pericolosità da frana" e della "Carta del Rischio da frana" pubblicate nell'ambito del progetto PAI (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla Regione Abruzzo Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43).

In queste, di cui di seguito si riportano gli stralci (fig. 14 – 15 – 16), si evince che nell'area di progetto non sono perimetrare forme di instabilità che possono creare pericolosità o rischio. Inoltre, all'atto del sopralluogo non sono emersi indizi di potenziale instabilità, per cui l'area risulta stabile.



Limite territorio Autorità di Bacino		STATO DI ATTIVITA'		
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
FORME STRUTTURALI	Orlo di scarpata di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale			
	Orlo di scarpata di linea di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito			
FORME, PROCESSI E DEPOSITI ORIGINATIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
	Trincea o fessura			
	Frattura di trazione			
	Versante interessato da deformazione profonda			
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
	Corpo di frana di scivolamento:			
	(A) Traslato			
	(B) Rotazionale			
	Corpo di frana di colamento			
	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi fenomeni di trasporto e di massa)			
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
	Contropendenza significativa nel corpo di frana			
FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUA CORRENTE SUPERFICIALE	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentica			
	Avvio con erosione laterale o spontanea in erosione			
	Avvio con tendenza all'approfondimento			
	Solco da ruscellamento concentrato			
	Superficie a calanchi e forme similari			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato			
	Conoidi alluvionali			
FORME CARBICHE	Dolina			
	Campo di doline			
	Inghiottitolo			
	FORME, PROCESSI E DEPOSITI CROGNALI	Orto di nicchia di nivazione		
Forme di erosione				
Forme di accumulo				
FORME GLACIALI	Orlo di scarpata			
	Orlo di circo			
FORME E PROCESSI MARINARI COSTIERI	Orlo di scarpata di erosione marina			
	Orlo di scarpata artificiale			
FORME E PROCESSI ANTROPICI	Terrazzamento agrario			
	Sbarramento			
	Lago artificiale			
	Cavità sotterranee naturali e/o antropiche			

Figura 14 - Stralci di Foglio 351 E della Carta Geomorfologica PAI in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.

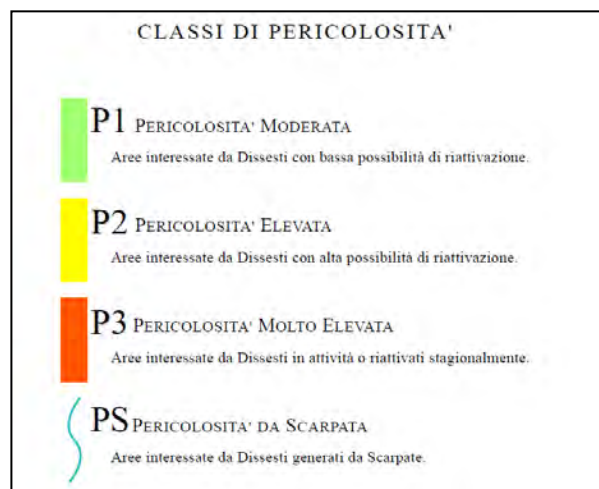
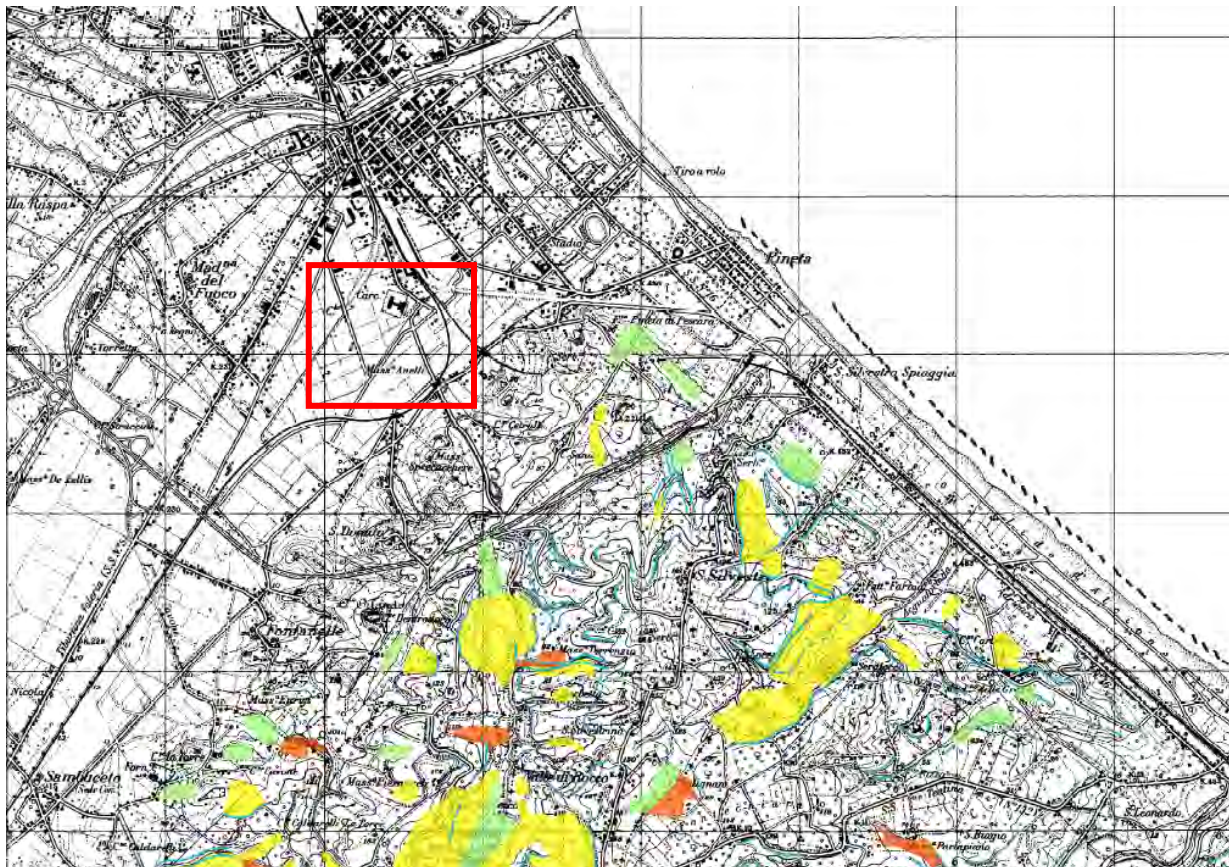


Figura 15 - Stralcio di Carta della Pericolosità PAI in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

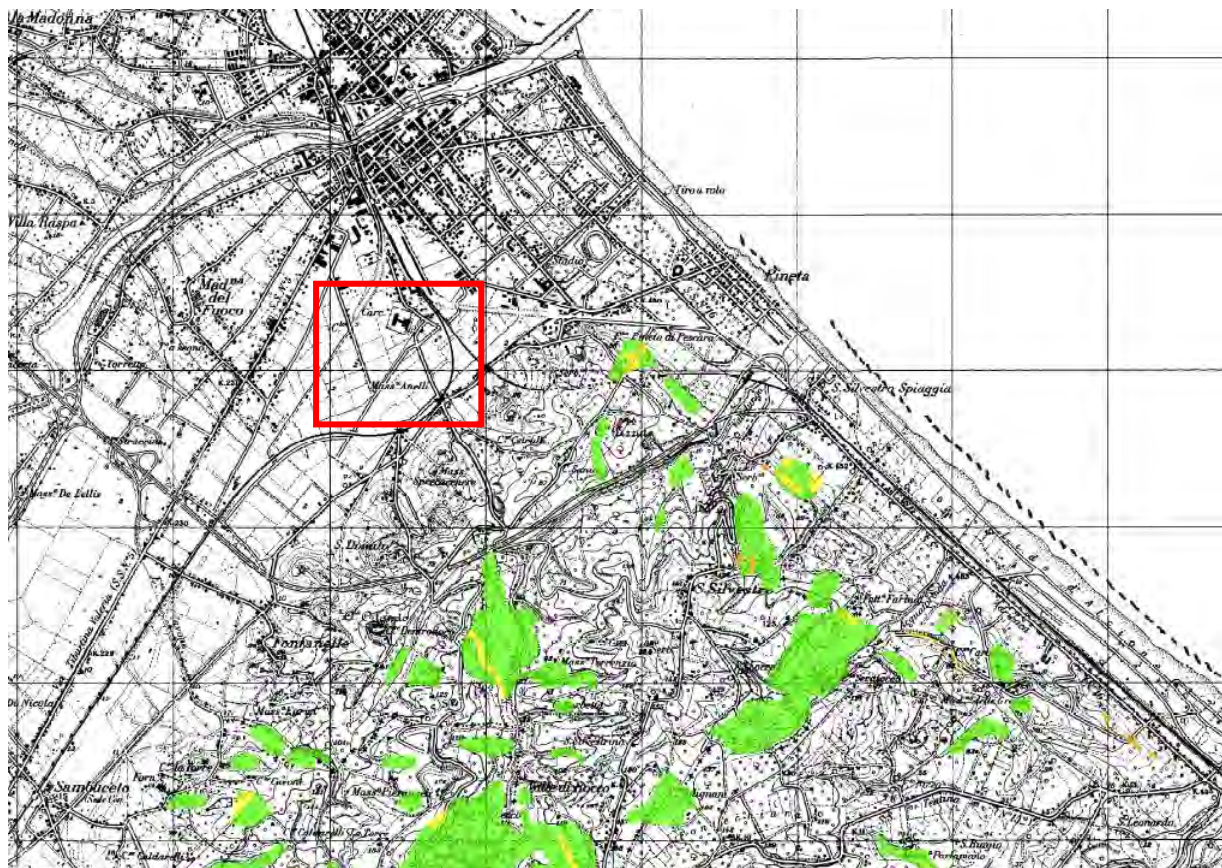


Figura 16 - Stralcio di Carta del Rischio PAI in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

Per una migliore comprensione della morfologia del territorio e dell'ubicazione delle forme del territorio, attraverso l'uso del software ArcGIS, è stata realizzata la carta delle pendenze (fig. 17), sul DEM costruito con passo della cella 5X5 metri, e sono state riportate le forme del territorio e le classi di pericolosità e rischio cartografate nell'ambito del progetto di Piano PAI.

Come emerge dalla Carta delle Pendenze (fig. 13) il sito di progetto è caratterizzato da pendenze comprese tra 0° e 5°.

6. CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI

L'idrografia superficiale dell'area è dominata, nelle sue linee principali, dal Fiume Pescara, che confluisce ad est, nel Mar Adriatico.

FIUME ATERNO - PESCARA

Il Fiume Aterno - Pescara ha un bacino idrografico che copre un'area totale di 3147,77 Km² ed ha un perimetro di 394,91 Km. L'area del bacino idrografico può essere suddivisa, in linea molto generale, in tre sezioni: alto, medio e basso corso.

Caratteristiche del bacino idrografico			
Nome bacino	Area totale (Km ²)	Sezione	Area (Km ²)
Aterno-Pescara	3147,77	Alto Corso*	1908,57
		Medio Corso**	701,89
		Basso Corso***	537,31

Nome	Area (Km ²)	Perimetro (Km)	Estensione latitudinale ¹ (m)		Estensione longitudinale ¹ (m)	
			N min	N max	E min	E max
Aterno-Pescara	3147,77	394,91	4630260	4715185	2364361	2456540

Dal punto di vista amministrativo il bacino idrografico del Fiume Aterno - Pescara rientra interamente nella Regione Abruzzo, prevalentemente nella Provincia di L'Aquila, e, a seguire, nella Provincia di Pescara, Chieti e Teramo. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva.

Nome bacino	Province	Numero Comuni	Area del bacino ricadente nella Provincia (Km ²)	% Area totale del bacino ricadente nella Provincia
Aterno-Pescara	Chieti	9	56,7	1,80
	L'Aquila	69	2281,51	72,48
	Pescara	40	809,55	25,72
	Teramo	1	0,01	0,00

Il Fiume Pescara scorre per 152 km dalla sorgente Capo Pescara, nei pressi della riserva naturale di Popoli, fino alla foce, attraversando l'Abruzzo da ovest verso est. Il Fiume Pescara è composto da una rete idrica superficiale molto articolata, alimentata in parte da sorgenti perenni, ed in parte dallo scioglimento dei nevai in quota, attraverso una ricca rete di torrenti stagionali. I principali affluenti del Pescara, procedendo da monte verso valle, sono: il Fiume Tirino e il Torrente Cigno in sinistra idrografica; il Fiume Orta, il Fiume Lavino e il Fiume Nora in destra idrografica. La foce, sistemata a porto canale, è situata nel centro abitato della città di Pescara.

L'idrografia secondaria è rappresentata dal Fosso Vallelunga e dal Fosso Grande. Il primo si sviluppa in direzione SW-NE, presenta un pattern sub-dendritico ed attraversa l'area meridionale della città di Pescara. Il secondo si sviluppa in direzione NW-SE ed attraversa l'area settentrionale della città di Pescara.

Le pianure alluvionali centro adriatiche (tra cui quella del Fiume Pescara) sono localizzate ad est della struttura carbonatica della catena appenninica e la loro estensione varia da circa 30 a 140 km² e la loro larghezza varia da circa 1 a 4 km procedendo verso la costa.

Esse sono disposte prevalentemente E-W e presentano una morfologia derivata dall'interazione tra la distensione Pleistocenica e gli eventi climatici quaternari.

L'evoluzione morfostrutturale delle pianure è condizionata dai corsi d'acqua, dai fattori deposizionali ed erosivi, dalla geometria dei depositi alluvionali e del substrato.

Le pianure alluvionali sono costituite da depositi ghiaiosi e sabbiosi con intercalazioni di corpi lenticolari siltosi e argillosi.

In generale sono riconosciuti quattro ordini di terrazzo. I depositi di terrazzo di quarto ordine sono generalmente costituiti da ghiaie e conglomerati arrotondati, selezionati e di dimensioni centimetriche immersi in matrice sabbiosa e limosa. Più raramente i ciottoli sono di dimensioni maggiori del centimetro e mal selezionati. Talvolta sono presenti lenti e livelli sabbiosi limosi. Dal punto di vista idraulico questo ordine di terrazzo è in contatto idraulico con quello di terzo ordine. I terrazzi di terzo ordine sono generalmente ugualmente distribuiti in destra e sinistra idrografica dei fiumi, ma poiché è in atto una migrazione dei corsi d'acqua verso sud e sud-est, tali depositi sono sviluppati prevalentemente in sinistra idrografica e sono, con detto in precedenza, in contatto idraulico con i depositi superiori.

La pianura alluvionale del Fiume Pescara è caratterizzata da estesi e spessi corpi costituiti da depositi fini intercalati a depositi ghiaiosi e ghiaiosi sabbiosi, per cui costituisce un acquifero multistrato a trasmissività variabile (fig. 17).

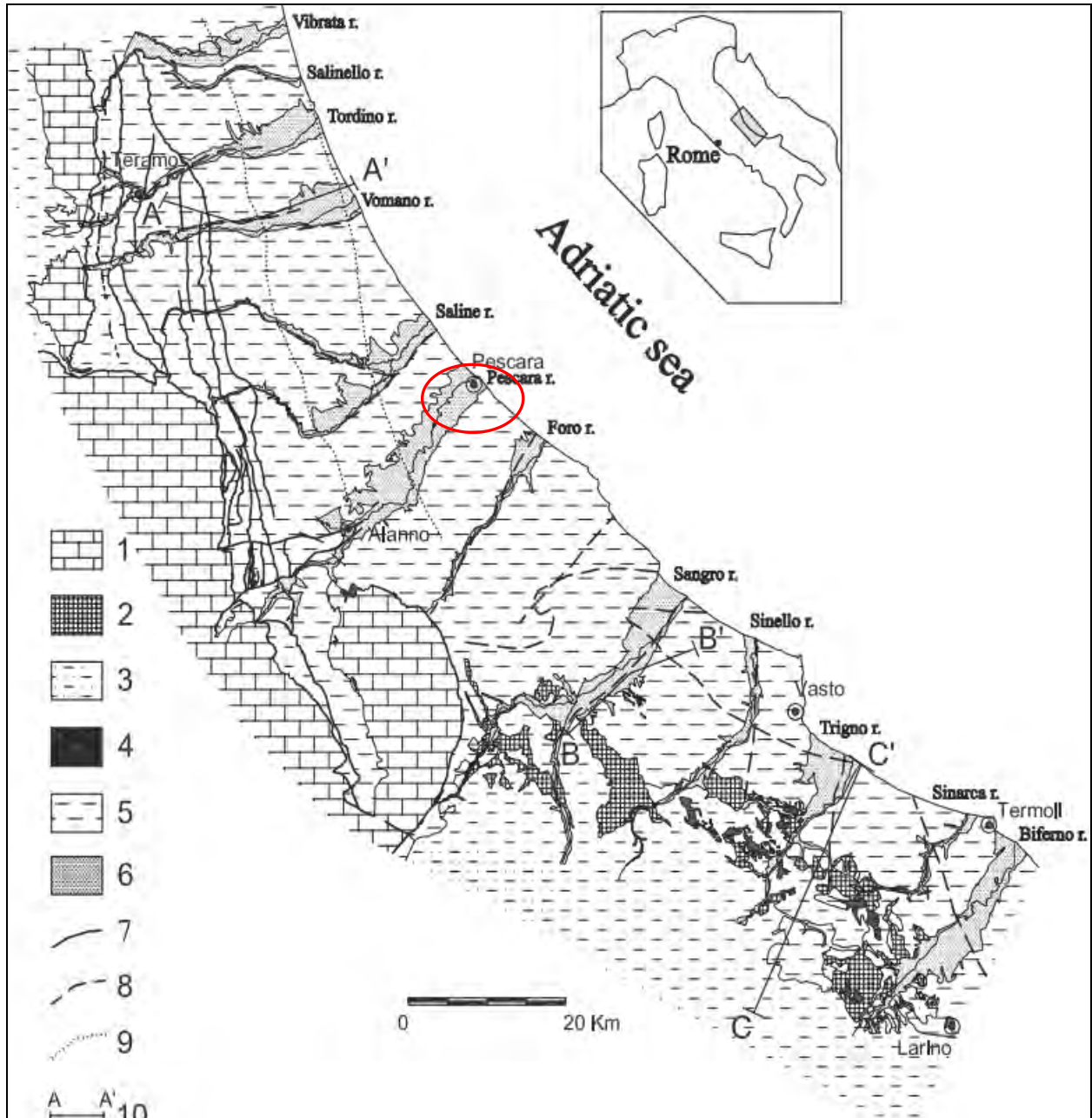


Figura 17 - Schema geolitologico della regione centro adriatica. 1) Successione carbonatica (Triassico superiore-Miocene). 2) Argille Varicolori (Cretaceo superiore-Oligocene). 3) Depositi torbiditici (Formazione della Laga e coltre molisana, Miocene). 4) Depositi evaporitici (Miocene superiore). 5) Depositi pelitici dell'avanfossa abruzzese - molisana (Plio-Pleistocene). 6) Depositi alluvionali (Olocene). 7) Faglie e sovrascorrimenti nei depositi meso-cenozoici e miocenici. 8) Sovrascorrimento sepolto delle unità alloctone nell'avanfossa adriatica 9) Sovrascorrimento sepolto nel bacino abruzzese. 10) Traccia delle sezioni.

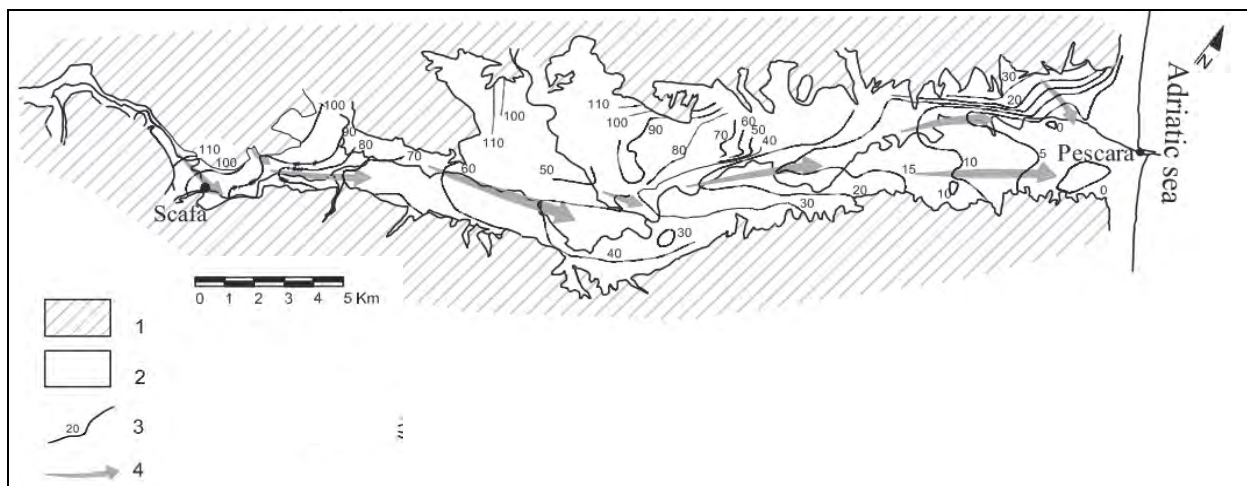


Figura 18 - Superfici piezometriche dell'acquifero alluvionale multistrato a trasmissività variabile del Fiume Pescara. 1) substrato argilloso; 2) depositi alluvionali; 3) linee piezometriche e loro quota in m s.l.m.; 4) flusso sotterraneo principale.

L'assetto idrogeologico è tipico di un ambiente di transizione caratterizzato da depositi eterogenei recenti.

In corrispondenza dei depositi fluviali, nel cui ambito si inserisce il sito oggetto di studio, si ha una selezione di sedime in senso trasversale e verticale per effetto delle oscillazioni di energia di trasporto del fiume; in conseguenza di tale fenomeno, gli acquiferi sono caratterizzati dalla giustapposizione disordinata in termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che li ha depositi; pertanto, nell'area, i depositi presentano una permeabilità variabile.

L'orizzonte superficiale limo-argilloso per le sue caratteristiche granulometriche non favorisce una circolazione idrica sotterranea, tuttavia le interdigitazioni sabbiose e/o limo-sabbiose, a permeabilità più elevata possono favorire degli accumuli di acqua, sottoforma di falde inconsistenti sospese.

I depositi sottostanti di piana alluvionale, presentano valori del grado di saturazione elevati e sono tipicamente sottoconsolidati; non hanno ancora raggiunto un

equilibrio tensionale adeguato alla tensione litostatica propria dei sedimenti sovrastanti.

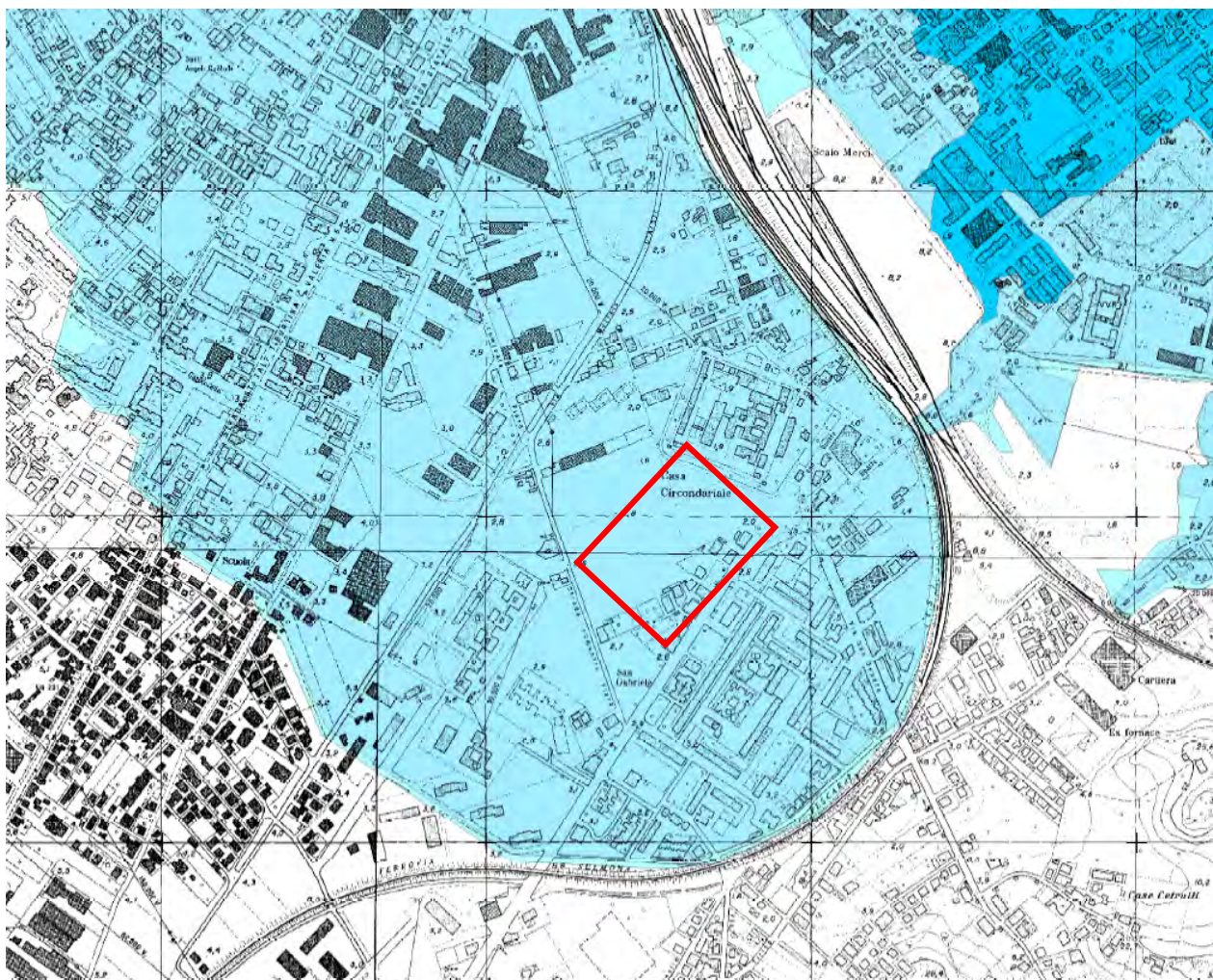
Infatti, per questa unità, la presenza di una forte componente di materia organica carboniosa favorisce il fenomeno di sottoconsolidazione dato che le particelle e i livelli organici hanno la tendenza ad assorbire acqua aumentando di volume.

In tale situazione l'acqua intrappolata nei sedimenti non ha le caratteristiche di una vera e propria falda ma li impregna risentendo delle variazioni del pelo libero del fiume Pescara a cui è legata.

A letto di tale unità, il banco ghiaioso presenta caratteristiche di permeabilità elevate e pertanto contiene una falda acquifera sostenuta dalle argille di base praticamente impermeabili.

Come emerge dalla prova penetrometrica statica eseguita, nel sito di progetto non è stata rilevata la falda acquifera; tuttavia, dalle letture di falda registrate negli anni passati in corrispondenza di sondaggi geognostici adiacenti al sito in esame si evince che il livello piezometrico è compreso tra circa 1.0 e 1.50 m di profondità dal piano campagna.

Di seguito si riporta lo stralcio della "Carta della Pericolosità Idraulica" (aggiornamento di scenario di pericolosità del marzo 2016) realizzata nell'ambito del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA). In questa si evince che il sito di progetto si trova in un'area a pericolosità idraulica media.



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


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

Figura 19 – Stralcio di Carta della pericolosità idraulica (PSDA).

7. LITOSTRATIGRAFIA DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE

Le caratteristiche litostratigrafiche e fisico – meccaniche dei terreni, il modello geotecnico di riferimento e la presenza e la profondità della falda acquifera, sono tutte informazioni desunte dalla analisi dei risultati della prova geotecnica eseguita.

Da questa si evince che nel sito di progetto sono presenti le unità di seguito descritte:

➤ **TERRENO AGRARIO**

Costituito da limi argillosi di colore marrone e sabbie. Lo spessore dell'unità è di circa 1,00 metro.

➤ **LIMI ARGILLOSI**

Costituiti da alternanze di limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio e avana – olivastro, mediamente consistente. Sono presenti intercalazioni sabbioso – limose dello stesso colore. Lo spessore dell'unità è di circa 4,80 metri.

➤ **LIMI ARGILLOSI E TORBE**



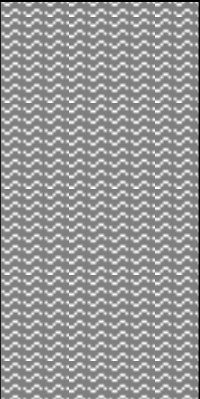

Costituiti da limi argillosi torbosi di colore grigio, poco consistenti e limi argillosi grigi mediamente consistenti. Lo spessore dell'unità è di circa 35,10 metri.

➤ **GHIAIA**

Ghiaia eterometrica prevalentemente calcarea, addensata e in matrice limoso – sabbiosa.

Di seguito si riportano le caratteristiche fisico – meccaniche e il modello geotecnico a cui il progettista può fare riferimento per le considerazioni di carattere tecnico.

PROFILO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO - TECNICO

PROFONDITÀ	PROFILO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI	
0.0 m 1.00 m		Terreno agrario	$\gamma = 18,15 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 22^\circ$ $C_u = 42,00 \text{ kPa}$ $c' = 0,00 \text{ kPa}$ $M = 4903,32 \text{ kPa}$	
1.00 m 5.80 m		Limi argillosi mediamente consistenti con intercalazioni limo - sabbiose e sabbiose	$\gamma = 19,51 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 26^\circ$ $C_u = 78,45 - 98,06 \text{ kPa}$ $c' = 1,47 - 1,96 \text{ kPa}$ $M = 4903,32 - 7845,32 \text{ kPa}$	
5.80 m 40.90		A - Limi argillosi torbosi di colore grigio, poco consistenti B - Limi argillosi grigi, mediamente consistenti presenti da -20,00 a -30,00 m dal p.c a	A $\gamma = 16,47 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 23^\circ - 24^\circ$ $C_u = 19,61 - 39,22 \text{ kPa}$ $c' = 0,09 \text{ kPa}$ $M = 1667,13 - 2941,99 \text{ kPa}$	B $\gamma = 18,14 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 25^\circ$ $C_u = 49,03 - 68,64 \text{ kPa}$ $c' = 0,98 \text{ kPa}$ $M = 7845,32 \text{ kPa}$
40.90 45.00		Ghiaia eterometrica	$\gamma = 21,57 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 33^\circ - 35^\circ$ $Dr = 85\%$ $c' = 0,00 \text{ kPa}$ $M = 29419,95 - 39226,60 \text{ kPa}$	

Dove:

γ = peso di volume; ϕ = angolo di attrito; C_u = coesione non drenata; c' = coesione efficace;
 M = modulo edometrico; Dr = densità relativa.

Come emerge dalla prova penetrometrica statica eseguita, nel sito di progetto non è stata rilevata la falda acquifera; tuttavia, dalle letture di falda registrate negli anni passati in corrispondenza di sondaggi geognostici adiacenti al sito in esame si evince che il livello piezometrico è compreso tra circa 1.0 e 1.50 m di profondità dal piano campagna.

8. SISMICITÀ DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI

In seguito al ripetersi di eventi sismici calamitosi che hanno investito anche zone ritenute e classificate con la 64/74 non sismiche, per una ridefinizione del rischio sismico, è stata emanata, in data 20 Marzo 2003, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.5.2003. Alla stessa è allegata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in quattro zone, a sismicità alta, media e bassa; mentre per la quarta zona, di nuova introduzione, è data facoltà alla Regione di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. In base alla riclassificazione sismica del territorio, il Comune di **Pescara** è individuato in **Zona sismica 3** (fig. 20).

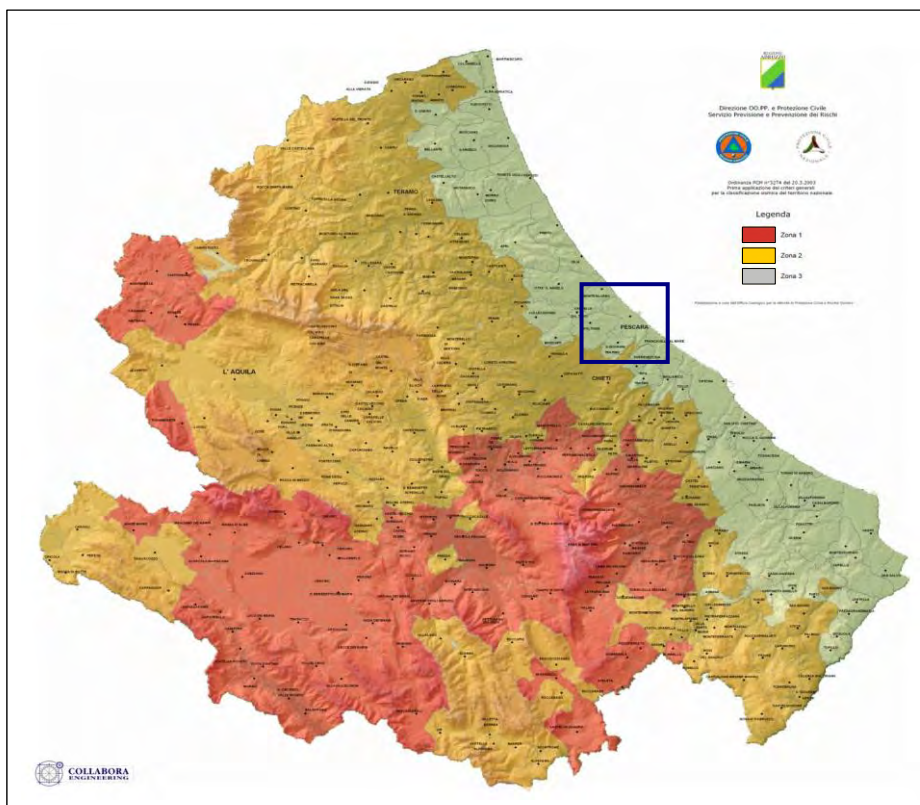


Figura 20 - Carta della classificazione delle zone sismiche della Regione Abruzzo.

Al fine di individuare e ricostruire la storia sismica del territorio comunale in esame è stata effettuata una ricerca all'interno del database macrosismico Italiano 2011, DBMI11 dell' INGV, indicando come area di riferimento Pescara. Sono stati così identificati terremoti aventi intensità "Is" comprese tra 7 e 2; tra i terremoti storici più significativi risentiti nell'area si possono mettere in evidenza quello del 1881 dell'Abruzzo meridionale di intensità 7 della scala MCS. Si precisa che i dati riportati nelle tabelle seguenti sono riferiti ad un intervallo di tempo compreso tra il 1873 e il 2004.

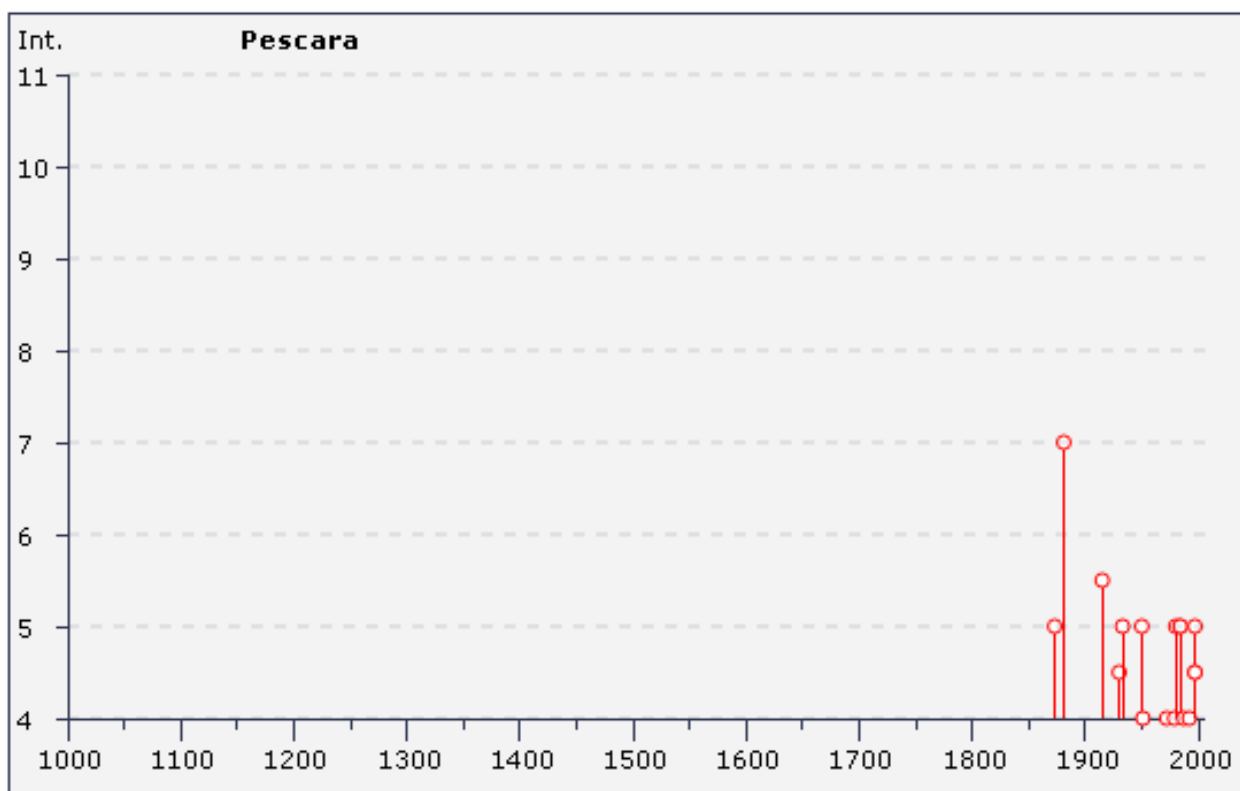


Figura 21 - Grafico illustrante la storia sismica di Pescara dal 1000 al 2004. Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espresso in anni, (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/).

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10	
3	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8 5.98 ±0.16	
7	1881 09 10 07:00	Abruzzo meridionale	29	8 5.59 ±0.32	
3	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8 5.37 ±0.11	
5-6	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ±0.09	
NF	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10 6.29 ±0.09	
4-5	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10 6.62 ±0.09	
3	1930 10 30 07:13	SENIGALLIA	263	8 5.81 ±0.09	
5	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9 5.95 ±0.09	
5	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8 5.68 ±0.07	
F	1951 05 25 20:42	ADRIATICO	5	5.06 ±0.32	
4	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	94	7 5.30 ±0.14	
3	1958 06 24 06:07	L'Aquila	152	7-8 5.21 ±0.11	
3	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9 6.13 ±0.10	
3	<u>1972 02 29 20:54</u>	Adriatico meridionale	21	4.82 ±0.18	
4	1972 06 14 18:55	Medio Adriatico	17	4.62 ±0.47	
4	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09	
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09	
5	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09	
5	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342	5.50 ±0.09	
4	1987 07 03 10:21	PORTO SAN GIORGIO	359	5.09 ±0.09	
4	1992 02 18 03:30	ABRUZZO COSTIERO	73	5-6 4.27 ±0.14	
5	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5.70 ±0.09	
4-5	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09	
4-5	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09	
NF	2003 06 01 15:45	Molise	516	5 4.50 ±0.09	

Figura 22 - Storia sismica di Pescara dal 1873 al 2003, disposti in ordine cronologico (Database macrosismico italiano DBMI11 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)).

8.1 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Il Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 recante “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” raccoglie in modo unitario le norme nazionali che disciplinano la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire criteri univoci di sicurezza e pubblica incolumità.

In particolare, per quanto di nostra competenza, nel decreto sono definiti i modelli per la descrizione delle azioni agenti sulle strutture con particolare riferimento all’azione sismica.

Come indicato nel Decreto, le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base della “pericolosità sismica di base”, caratteristica del sito di costruzione.

Questa è funzione di diversi parametri:

- **a_g** accelerazione orizzontale massima del sito;
- **F_o** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T_c** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Allo stato attuale ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto la normativa definisce le seguenti categorie di sottosuolo a cui si può fare riferimento per valutare la risposta sismica locale:

A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3,0 m.

B *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un

graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero $N_{SPT} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa, e $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m* posti sul substrato di riferimento $V_{S30} > 800$ m/s.

Sono poi definite delle categorie di suolo aggiuntive a quelle sopra elencate quali:

S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{S30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ KPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

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

Nelle definizioni precedenti $V_{s,30}$ è intesa come la velocità equivalente di propagazione, entro 30 m di profondità, delle onde di taglio, ed è definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

Il valore $N_{spt,30}$ corrisponde al numero equivalente di colpi della prova penetrometrica ed è il risultato della seguente espressione:

$$N_{spt,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{spt,i}}}.$$

La resistenza non drenata $C_{u,30}$ è definita dall'espressione :

$$C_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,k} h_i}{\sum_{i=1,k} \frac{h_i}{C_{u,i}}}$$

L'andamento dello spettro di risposta elastico, oltre che dalla litologia, è anche influenzato dalle condizioni topografiche del sito in esame. Queste ultime sono definite e classificate come mostrato nella tabella seguente.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per l'assegnazione della categoria di sottosuolo di fondazione si è fatto riferimento ai risultati dell'indagine geofisica eseguita e a quella di riferimento. Le velocità della prova sismica di superficie di tipo MASW e della prova DH sono risultate rispettivamente pari a: $V_{s,30}$ uguale a **187,56 m/s** e $V_{s,30}$ uguale a **212 m/s**, per cui al sito di progetto è possibile attribuire una **categoria di sottosuolo "C"**.

Per quanto riguarda la categoria topografica, come emerge dalla osservazione della carta delle pendenze, e dai sopralluoghi eseguiti l'area di studio appartiene ad una **categoria topografica "T1"**.

Nella definizione della pericolosità sismica di base è importante evidenziare il comportamento dei valori di ag/g .

Nel sito ufficiale dell'INGV, attraverso l'applicazione Webgis, è possibile visualizzare tali valori.

In accordo con l'Allegato 7 OPCM 3907/2010, questi sono espressi con rettangoli colorati (in corrispondenza dei nodi della maglia di riferimento) in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (ag), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s). Per il territorio comunale di Pescara tali valori sono compresi tra $0.125 \div 0.150$ g (fig. 23).

In particolare l'accelerazione al suolo, così come definita dall'Ordinanza n.3907 Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito, con modificazioni, della legge 24 giugno 2009, n. 77, per il comune di Pescara è pari a $ag = 0.151117 g$.

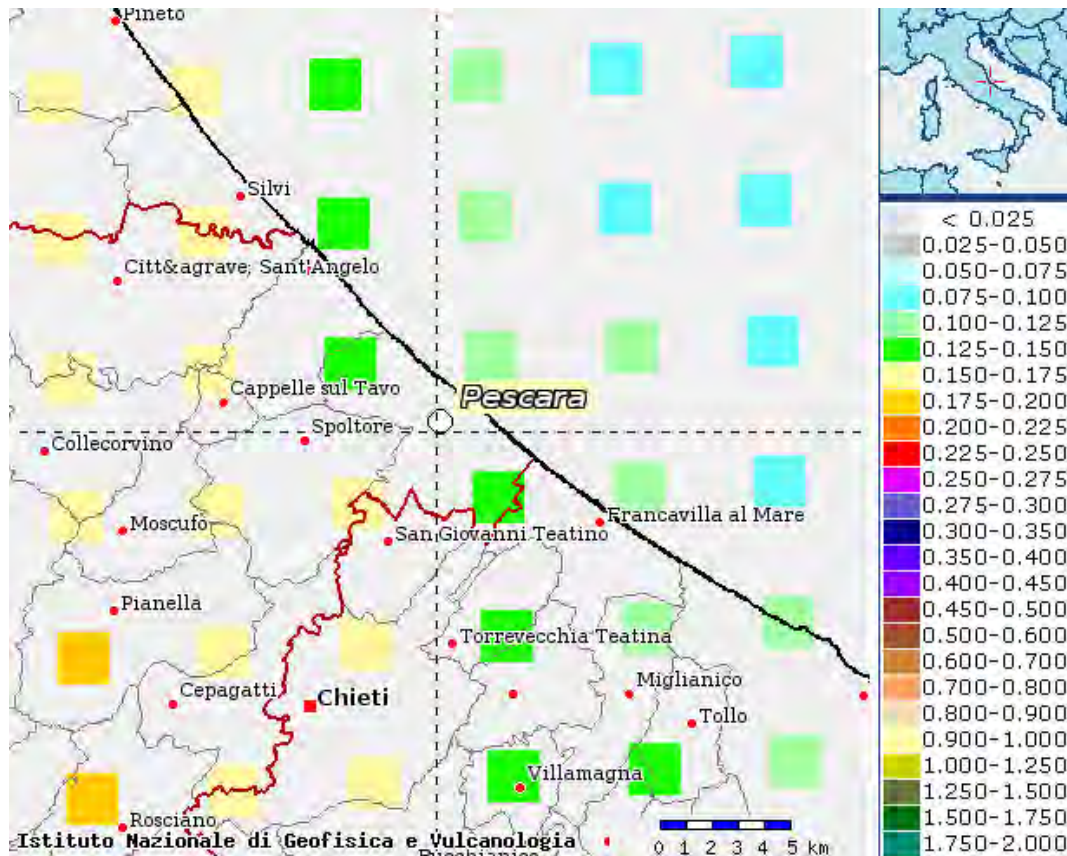
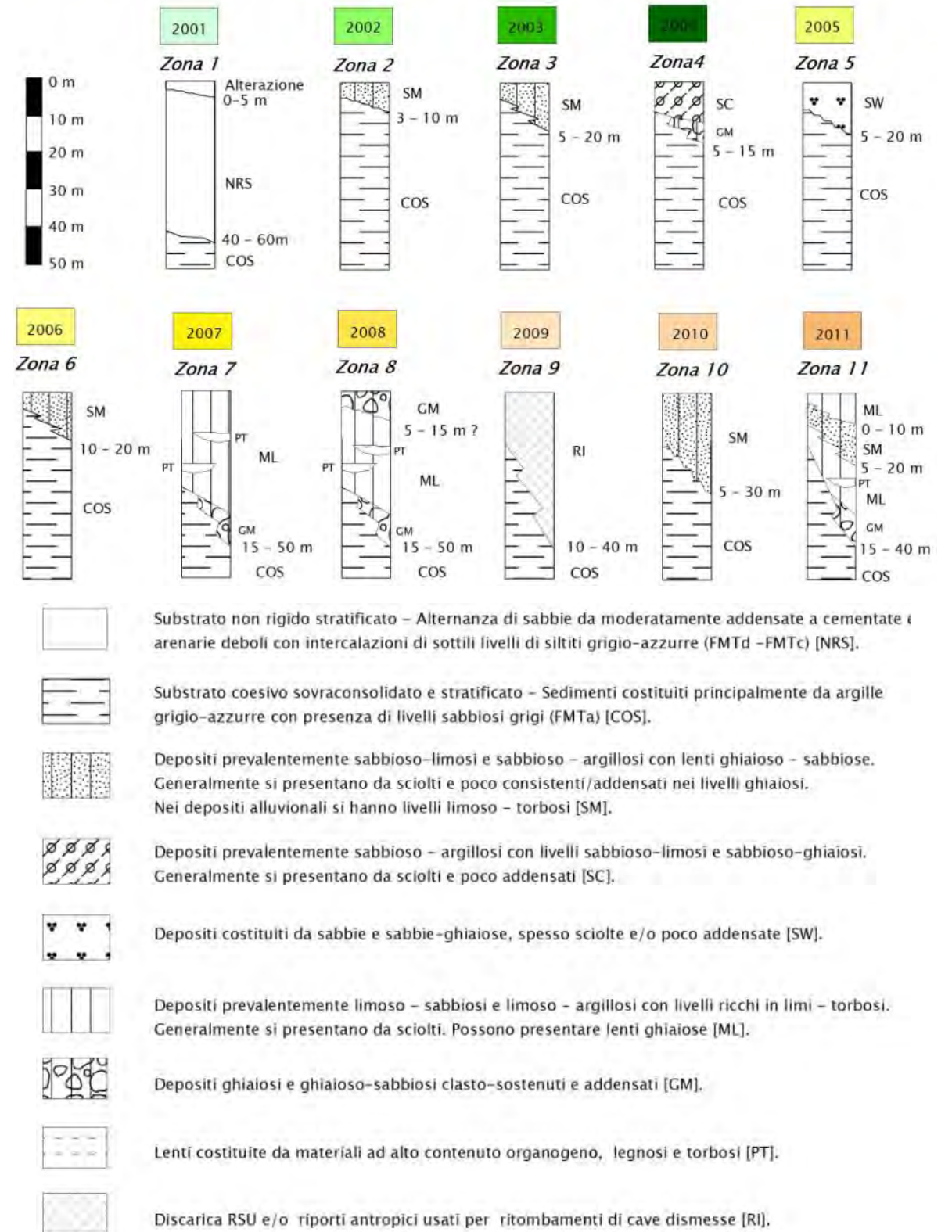
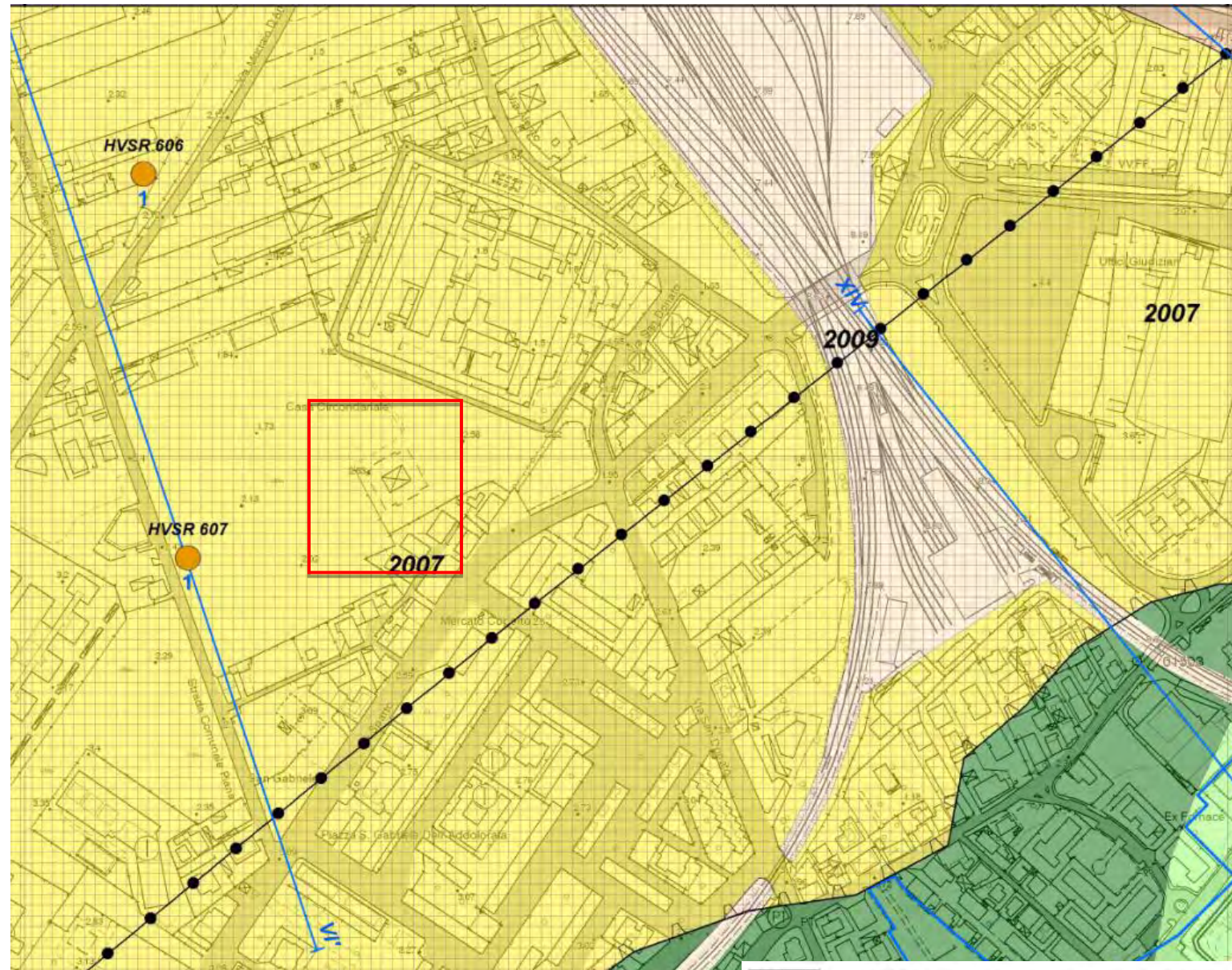


Figura 23 - Mappa interattiva di pericolosità sismica (INGV).

Di seguito e in allegato alla presente relazione si riporta lo stralcio della carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica); dall'osservazione di questa si nota che il sito in esame è inserito nella zona stabile ma suscettibile di amplificazione locale 2007. Quest'ultima è costituita da depositi prevalentemente limoso – sabbiosi e limoso – argillosi ad alto contenuto organico. L'area è inoltre perimetrata come zona di attenzione per instabilità da liquefazione.

Zone stabili suscettibili di amplificazione locali



3050 ZALQ1 - Zona di attenzione per instabilità di liquefazione tipo 1 (Zona 2010)

Nella zona della piana alluvionale del Fiume Pescara (Zone 2007 e 2011) e di Fosso Grande (Zona 2008) si ha la presenza di aree con possibili importanti variazioni tridimensionali alla scala di sito delle caratteristiche geotecniche dei materiali fini alluvionali (es. torbe e argille organiche), che potrebbero determinare fenomeni di cedimenti oltre a presenza di possibili lenti discontinue di materiale granulare potenzialmente liquefacibili.

Figura 24 - Stralcio di Carta delle MOPS allegata alla Microzonazione Sismica di I livello, nel riquadro rosso è indicato il sito di progetto.

9. VERIFICA DELLA STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Considerato che nella carta delle MOPS l'area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della natura litologica dei materiali presenti e della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

La liquefazione del terreno durante i terremoti è una delle più importanti cause di danneggiamento e collasso delle costruzioni fondate su terreni sabbiosi saturi.

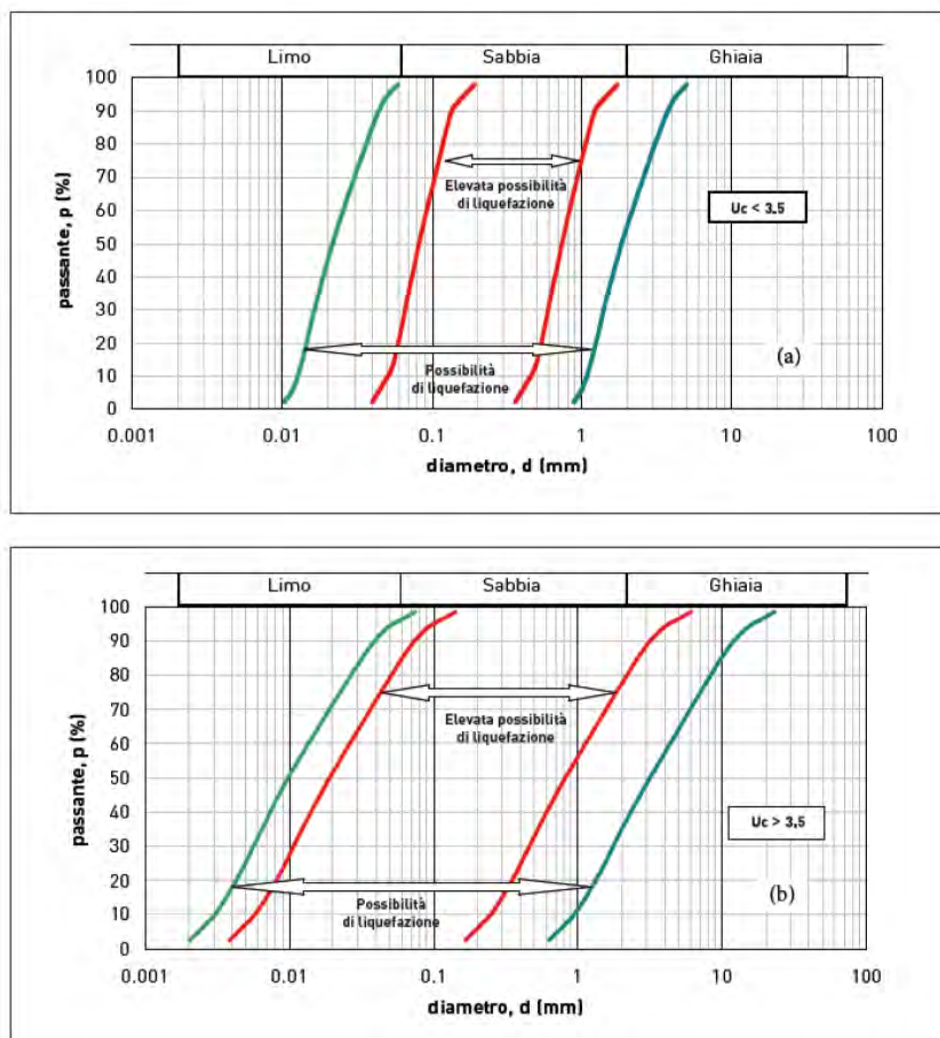
Alla liquefazione del terreno possono infatti associarsi estesi fenomeni di subsidenza, movimenti di masse fluidificate di terreno, ecc., ma anche effetti meno devastanti (cedimenti differenziali, lesioni negli edifici, ecc.) che tuttavia possono produrre gravissimi danni al patrimonio abitativo e artistico di una località.

La liquefazione di un deposito è il risultato dell'effetto combinato di due principali fattori: le condizioni del terreno (fattore di predisposizione) e la sismicità (fattore scatenante).

Il D.M. 14.01.2008, circ. esplicativa 617 del febbraio 2009, al paragrafo 7.11.3.4, stabilisce che *“il sito presso il quale è ubicato l'edificio deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate”* e che (Punto 7.11.3.4.2) *“La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:*

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.”



Al Punto 7.11.3.4.3. del suddetto D.M. viene stabilito che *“Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.”*

9.1 FATTORI CHE PREDISPONGONO ALLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione interessa i depositi incoerenti saturi che, durante ed immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio.

A seguito di tale evento, le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino al raggiungimento di una condizione di equilibrio compatibile con la nuova resistenza al taglio.

Ai fini delle presenti norme, il termine “liquefazione” denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa. La causa principale è il sorgere di un notevole aumento delle pressioni interstiziali, che assumono valori prossimi a quelli delle pressioni totali, realizzando condizioni di resistenza al taglio praticamente nulla: il terreno si comporta come un liquido.

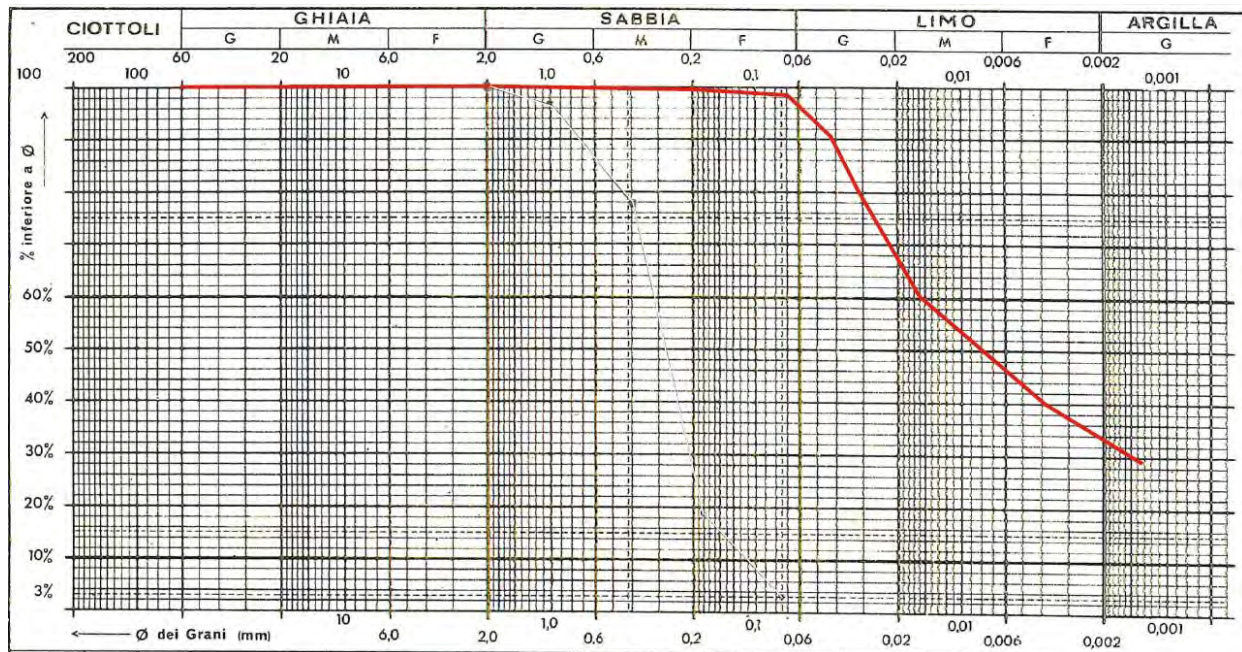
La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo. Inoltre la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile ed omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

Come detto precedentemente, considerato che nella carta delle MOPS l'area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

Dalla prova penetrometrica svolta risulta prevalentemente la presenza di un livello stratigrafico costituito da limi argillosi con torbe. Durante l'esecuzione della prova è stato prelevato un campione di terreno rimaneggiato alla profondità di 9,50 – 10,00 metri su cui sono state eseguite le analisi granulometriche. Di seguito si riporta la curva granulometrica associata ai sedimenti presenti nel sito di progetto.

Tenendo conto dell'escursione del livello della falda, la verifica di suscettibilità alla liquefazione è stata eseguita considerando il livello della falda acquifera alla profondità di -1,50 metri dal p.c.

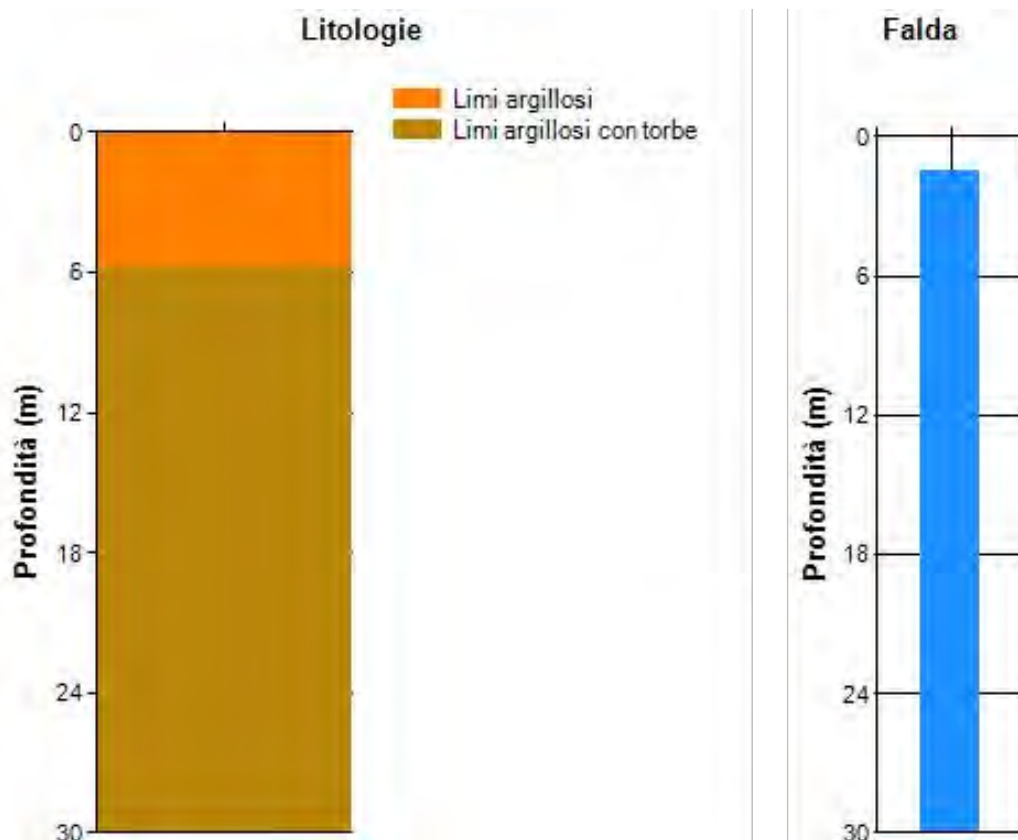


9.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE MEDIANTE LA METODOLOGIA SEED & IDRIS (1982)

Dati del sito

ag (m/s ²)	0,1510	M (Seed et. al)	5,5	Cat. NTC2008	C
Fo	2,5160	MSF	1,43	q (kg/cm ²)	0,00
SS	1,6768	M (EC8)	5,5	Falda	Si
amax/g	0,0258	MSF	2,86	Prof. (m)	1,50

Strato n.	Descrizione	H (m)	γ (kg/m ³)	γ_{sat} (kg/m ³)	d ₅₀ (mm)	Fine (%)
1,00	Limi argillosi	5,80	1989,00	1989,00	0,01	98,00
2,00	Limi argillosi con torbe	24,20	1733,00	1733,00	0,00	97,00



Legenda:

a_g = accelerazione al suolo; F_o = max fattore di amplificazione (spettro orizzontale); S_s = coefficiente stratigrafico; M = magnitudo locale; MSF = coefficiente correttivo funzione della magnitudo; q = sovraccarico; H = spessore strato; γ = peso di volume; γ_{sat} = peso di volume saturo; d_{50} = passante al diametro 50%.

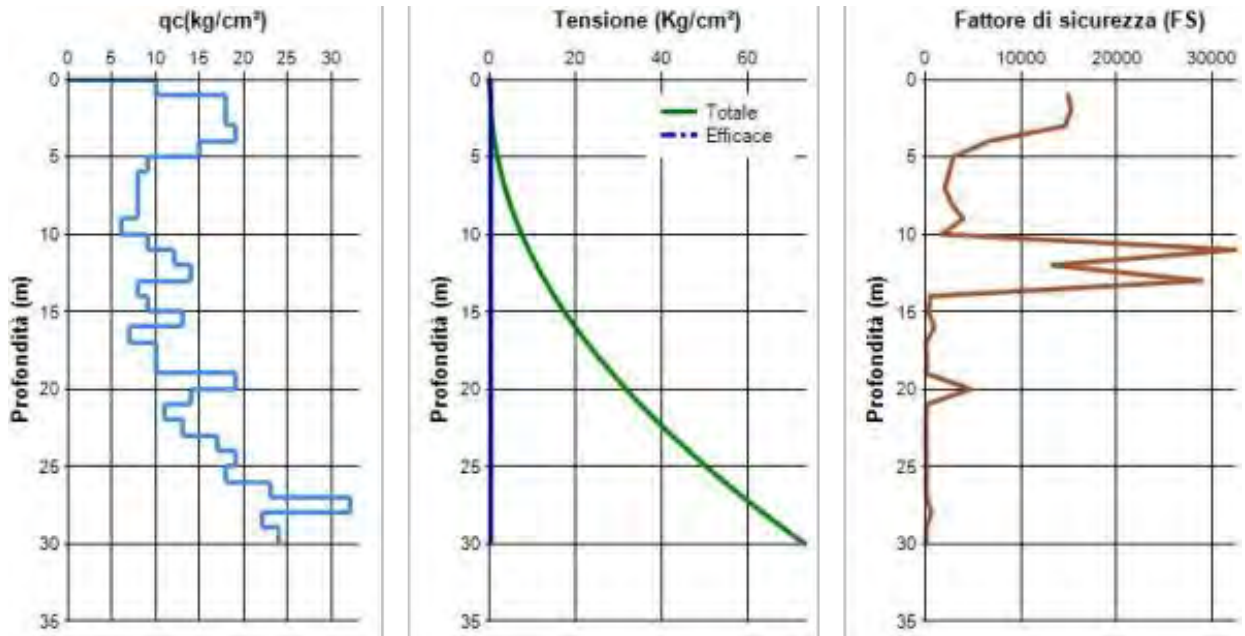
Verifica alla liquefazione da prove CPT (Robertson e Wride -1997)

Z (m)	qc (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	σ_v (kg/cm ²)	σ_v' (kg/cm ²)	CRR	CRS	FS	Ic (-)	PL
1,00	10,00	15,00	0,20	0,20	112,367	0,008	14922,17	3,841	0,00
2,00	18,00	14,00	0,30	0,20	170,768	0,011	15235,95	3,469	0,00
3,00	18,00	21,00	0,60	0,20	324,418	0,022	14585,65	3,638	0,00
4,00	19,00	17,00	1,09	0,20	263,080	0,040	6502,53	3,538	0,00
5,00	15,00	14,00	1,79	0,20	188,836	0,066	2875,02	3,640	0,00
6,00	9,00	19,00	2,57	0,20	228,399	0,094	2441,57	4,179	0,00
7,00	8,00	17,00	3,52	0,20	253,383	0,127	1991,82	4,350	0,00
8,00	8,00	20,00	4,65	0,20	445,673	0,167	2676,25	4,583	0,00
9,00	8,00	20,00	5,95	0,20	828,471	0,211	3920,00	4,874	0,00
10,00	6,00	15,00	7,42	0,20	432,635	0,257	1684,48	4,985	0,00
11,00	9,00	15,00	9,07	0,20	9884,626	0,305	32454,77	6,809	0,00
12,00	12,00	16,00	10,89	0,20	4698,767	0,355	13251,39	5,156	0,00
13,00	14,00	35,00	12,88	0,20	11742,587	0,406	28896,49	5,444	0,00
14,00	8,00	30,00	15,05	0,20	223,633	0,459	486,82	4,302	0,00
15,00	9,00	19,00	17,39	0,20	145,452	0,513	283,48	4,023	0,00
16,00	13,00	16,00	19,90	0,20	506,175	0,567	892,77	4,072	0,00
17,00	7,00	17,00	22,59	0,20	17,863	0,620	28,79	3,619	0,00
18,00	10,00	19,00	25,45	0,20	61,980	0,673	92,08	3,668	0,00
19,00	10,00	21,00	28,48	0,20	49,066	0,724	67,74	3,603	0,00
20,00	19,00	85,00	31,68	0,20	3623,368	0,774	4683,62	4,375	0,00
21,00	14,00	16,00	35,06	0,20	66,237	0,820	80,74	3,421	0,00
22,00	11,00	15,00	38,62	0,20	14,932	0,864	17,28	3,239	0,00
23,00	13,00	18,00	42,34	0,20	29,021	0,904	32,09	3,277	0,00
24,00	17,00	11,00	46,24	0,20	26,878	1,027	26,18	3,084	0,00
25,00	19,00	22,00	50,31	0,20	108,939	1,102	98,87	3,320	0,00
26,00	18,00	22,00	54,56	0,20	63,230	1,178	53,67	3,233	0,00
27,00	23,00	18,00	58,98	0,20	95,333	1,256	75,93	3,161	0,00
28,00	32,00	28,00	63,57	0,20	764,486	1,334	573,11	3,413	0,00
29,00	22,00	16,00	68,34	0,20	33,395	1,413	23,63	2,970	0,00
30,00	24,00	18,00	73,28	0,20	46,232	1,493	30,97	2,983	0,00

Z max (m)	Z critica (m)	PL (-)	Rischio
30,00	20,00	0,00	Molto basso

NCEER (Seed R. B. et al. 2003) MSF: 2,21

Potenzialmente liquefacibile se $FS \leq 1,00$.



Legenda:

Z = profondità; qc = Resistenza alla punta; fs = frizione laterale; σ_v = tensione verticale; σ'_v = tensione verticale efficace; CRR = resistenza alla liquefazione; CRS = domanda di resistenza a liquefazione; FS = fattore di sicurezza; Ic = indice di comportamento; PL = potenziale di liquefazione.

In questo caso, come risulta dalla verifica eseguita, il FS ha un valore superiore ad 1,00 e il rischio di liquefazione è molto basso.

10. CONCLUSIONI

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico-tecnico e sismico, eseguito nel territorio comunale di Pescara (PE) a supporto del progetto di “LAVORI DI COMPLETAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DEL DSB *PESCARA SUD* CON ANNESSO UCCP”. Il sito di progetto si ubica nel settore meridionale del territorio comunale di Pescara (PE).

Lo studio è finalizzato alla valutazione delle litologie affioranti, all'individuazione del trend morfoevolutivo, alla ricostruzione dell'ambito geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico e sismico in cui s'inserisce il sito di progetto.

L'inquadramento geologico e fisiografico dell'areale di studio risulta essere noto sia per la provincia geologica di appartenenza sia per la documentazione bibliografica esistente.

Per la ricostruzione dettagliata della litostratigrafia locale, con conseguente determinazione dei parametri geotecnici, e per la determinazione della categoria di sottosuolo è stata programmata una campagna di indagini geotecniche e geofisiche. Nello specifico, per quanto concerne la campagna di indagini geotecniche, è stata eseguita una prova penetrometrica statica spinta fino alla profondità massima di 30,00 metri dal p.c. Durante l'esecuzione della prova è stato prelevato un campione di terreno rimaneggiato alla profondità di 9,50 – 10,00 metri su cui eseguire le analisi granulometriche. Per quanto riguarda la campagna di indagini geofisiche è stata svolta una prospezione sismica di superficie di tipo MASW.

Per la strumentazione utilizzata, la metodologia di lavoro, i certificati delle prove svolte, la documentazione fotografica e l'ubicazione delle indagini si rimanda all'elaborato “*Rapporto indagini geotecniche e geofisiche*” fornito dalla ditta Geo-land s.a.s. in calce alla presente relazione.

I risultati di tale campagna di indagine sono stati confrontati ed integrati con quelli di precedenti prove geognostiche e geofisiche eseguite in un'area limitrofa e appartenente alla medesima provincia geologica.

Si precisa inoltre che, per l'elaborazione del presente elaborato, è stato consultato lo Studio di Microzonazione Sismica di I Livello del territorio comunale.

Inoltre, considerato che nella carta delle MOPS l'area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

L'area di studio si trova nel settore orientale più esterno del settore abruzzese e dal punto di vista tettonico-paleogeografico nell'Unità tettonica denominata: *Avanfossa periadriatica*. Tale unità è costituita da una profonda depressione allungata parallelamente all'attuale linea di costa e, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza. In tale fossa si sedimentarono, quindi, materiali terrigeni a grana finissima, che generarono la Formazione conosciuta in letteratura come "*Argille grigio-azzurre*" attribuite al Plio-Pleistocene. Nell'area di studio, compresa all'interno del foglio 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, stratigraficamente, per quanto riguarda la nuova cartografia redatta nell'ambito del progetto CARG, emerge che nell'area di studio affiorano depositi riferibili al subsistema di Chieti Scalo (AVM4). Tali depositi sono costituiti da depositi alluvionali quali sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbe. Le ghiaie sono prevalentemente nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in abbondante matrice sabbioso – limosa.

Dal punto di vista geomorfologico, come si osserva dalla “Carta Geomorfologica”, della “Carta della Pericolosità da frana” e della “Carta del Rischio da frana” pubblicate nell’ambito del progetto PAI (PIANO STRALCIO DI BACINO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43), si evince che nell’area di progetto non sono perimetrate forme di instabilità che possono creare pericolosità o rischio. Inoltre, all’atto del sopralluogo non sono emersi indizi di potenziale instabilità, per cui l’area risulta stabile.

Per una migliore definizione della morfologia del territorio e della corretta ubicazione delle forme e delle classi di pericolosità e rischio (cartografate nel Piano PAI), attraverso l’uso del software ArcGIS, è stata realizzata la carta delle pendenze, sul DEM costruito con passo della cella 5X5 metri. Come emerge dalla Carta delle Pendenze (riportata in allegato) il sito di progetto è caratterizzato da pendenze comprese tra 0° e 5°.

L’idrografia superficiale dell’area è dominata, nelle sue linee principali, dal Fiume Pescara, che confluisce ad est, nel Mar Adriatico.

Le caratteristiche litostratigrafiche e fisico – meccaniche dei terreni, il modello geotecnico di riferimento e la presenza e la profondità della falda acquifera, sono tutte informazioni desunte dalla analisi dei risultati della prova geotecnica eseguita. Da questa si evince che nel sito di progetto sono presenti le seguenti unità: terreno agrario, limi argillosi, limi argillosi e torbe, ghiaia.

Come emerge dalla prova penetrometrica statica eseguita, nel sito di progetto non è stata rilevata la falda acquifera; tuttavia, dalle letture di falda registrate negli anni passati in corrispondenza di sondaggi geognostici adiacenti al sito in esame si evince che il livello piezometrico è compreso tra circa 1.0 e 1.50 m di profondità dal piano campagna.

Sismicamente il territorio comunale di **Pescara** risulta classificato come **Zona sismica 3**. In particolare, come da Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri numero 3907 del 13 Novembre 2010, la pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno “ag” per il tempo di ritorno di 475 anni, per il territorio comunale di Pescara è pari a **ag = 0.151117 g**.

Per l’assegnazione della categoria di sottosuolo di fondazione si è fatto riferimento ai risultati dell’indagine geofisica eseguita e a quella di riferimento. Le velocità della prova sismica di superficie di tipo MASW e della prova DH sono risultate rispettivamente pari a: **$V_{s,30}$ uguale a 187,56 m/s** e **$V_{s,30}$ uguale a 212 m/s**, per cui al sito di progetto è possibile attribuire una **categoria di sottosuolo “C”**. Per quanto riguarda la categoria topografica, come emerge dalla osservazione della carta delle pendenze, e dai sopralluoghi eseguiti l’area di studio appartiene ad una **categoria topografica “T1”**.

Come detto precedentemente, considerato che nella carta delle MOPS l’area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione. Dalla prova penetrometrica svolta risulta prevalentemente la presenza di un livello stratigrafico costituito da limi argillosi con torbe. Durante l’esecuzione della prova è stato prelevato un campione di terreno rimaneggiato alla profondità di 9,50 – 10,00 metri su cui sono state eseguite le analisi granulometriche. Di seguito si riporta la curva granulometrica associata ai sedimenti presenti nel sito di progetto. Tenendo conto dell’escursione del livello della falda, la verifica di suscettibilità alla liquefazione è stata eseguita considerando il livello della falda acquifera alla profondità di -1,50 metri dal p.c. In questo caso, come risulta dalla verifica eseguita, il FS ha un valore superiore ad 1,00 e il rischio di liquefazione è molto basso.

Il Progettista, per le sue valutazioni di carattere tecnico, può fare riferimento al modello geologico e geotecnico e ai parametri fisico – meccanici riportati al capitolo 7.0 della presente relazione.

ALLEGATI

CARTA COROGRAFICA (SCALA 1:25.000)

CARTA GEOLOGICA (SCALA 1:50.000)

CARTA GEOMORFOLOGICA (PAI, SCALA 1:5.000)

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ (PAI, SCALA 1:5.000)

CARTA DEL RISCHIO (PAI, SCALA 1:5.000)

STRALCIO DI CARTA GEOLOGICO – TECNICA (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

STRALCIO MOPS (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

RAPPORTO INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE

INDAGINI DI RIFERIMENTO

CURVE GRANULOMETRICHE DI RIFERIMENTO

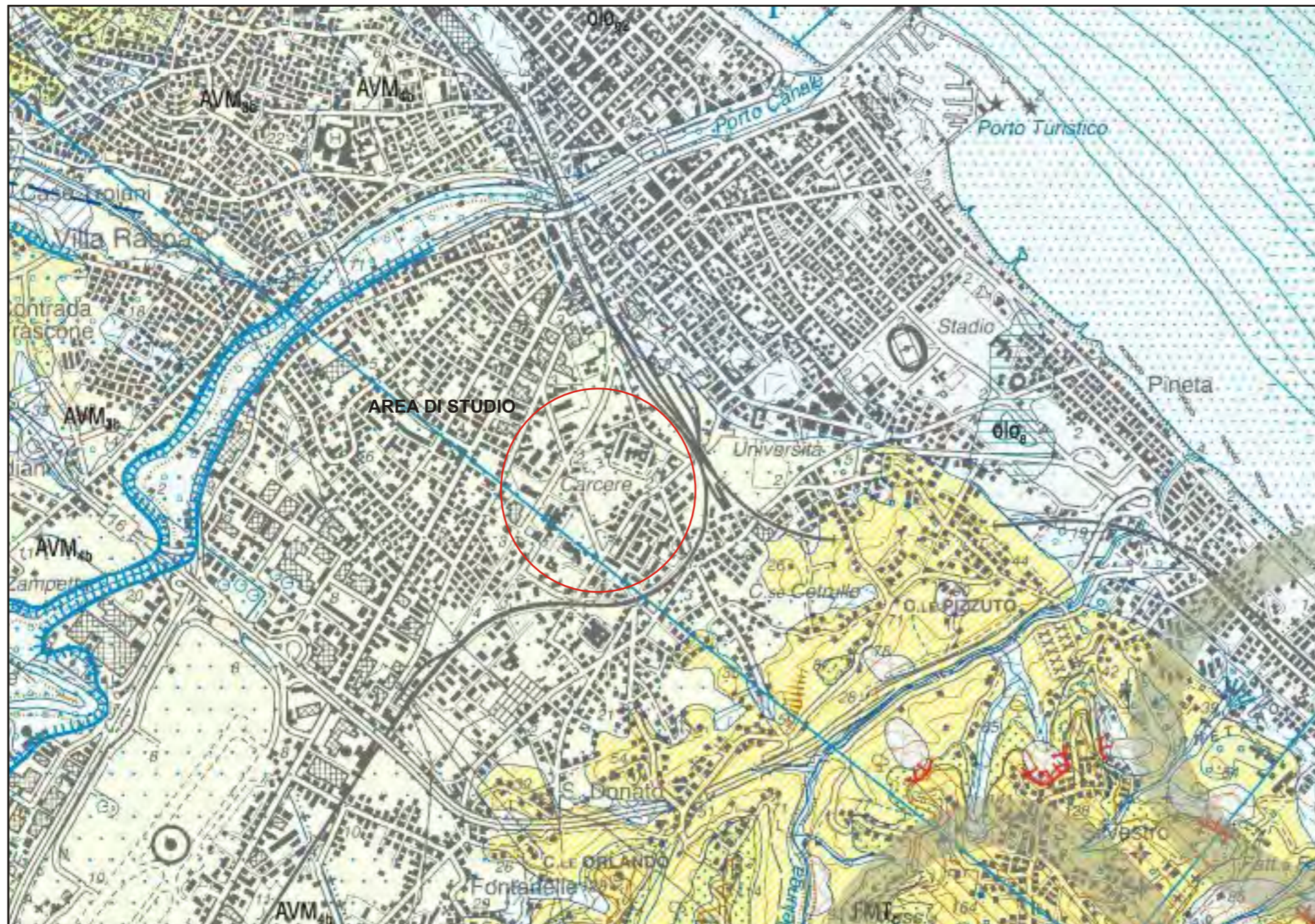
CARTA COROGRAFICA

(SCALA 1:25.000)

CARTA GEOLOGICA

(SCALA 1:50.000)

CARTA GEOLOGICA
(Stralcio di Foglio 351 "Pescara" della
Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000),
Fuori scala



DEPOSITI OLOCENICI

I depositi olocenici sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi eolici, depositi lacustri e palustri, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sui sintemi pleistocenici della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Depositi di frana - Depositi poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da litotipi prevalentemente argilloso e sabbiosi o da blocchi conglomeratici e arenaci (olo_1).
 Depositi alluvionali - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe; ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I livelli ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da clasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi (olo_2).
 Coltri eluvio-colluviali - 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; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree; sono in assetto caotico o disposti in lenti e livelli clino-stratificati conformemente ai versanti (olo_3).
 Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate (olo_4).
 Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe (olo_5).
 Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (olo_6).
 Depositi antropici - Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti.
 In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva (olo_7).

SINTEMA DI VALLE MAJELAMA

Questo sintema è costituito prevalentemente da depositi alluvionali, terrazzati e disposti in diversi ordini ad altezze variabili sul fondovalle ed è stato suddiviso in 4 subsistemi. Il limite inferiore dei depositi è sempre costituito da una superficie erosiva a contatto con i depositi della successione marina o con i depositi più antichi della successione continentale. Il limite superiore è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito, più o meno rimodellata ed erosa, o dal contatto erosivo con i depositi continentali più recenti.

PLEISTOCENE SUPERIORE

subsistema di Chieti Scalo (AVM_4)
 E' costituito da depositi alluvionali e da depositi e gneiss mista. Depositi alluvionali - Sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici (*arenacei, calcarei e selciferi*), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limosa; sono riferibili ad ambiente fluviale. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso sono in contatto netto con le sottostanti ghiaie. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale (AVM_4).
 Deposito di origine mista - Ghiaie eterometriche e conglomerati debolmente cementati, con matrice sabbioso limosa da assente ad abbondante, in assetto caotico o con stratificazioni poco evidenti, di origine mista sia di natura alluvionale che legata all'azione della gravità. Affiorano lungo i versanti di fossi minori nell'area di Silvi (AVM_4).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

subsistema di Vallemare (AVM_3)
 Depositi alluvionali - Sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata a basso angolo; si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche, 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. (F. Tavo) (AVM_3).

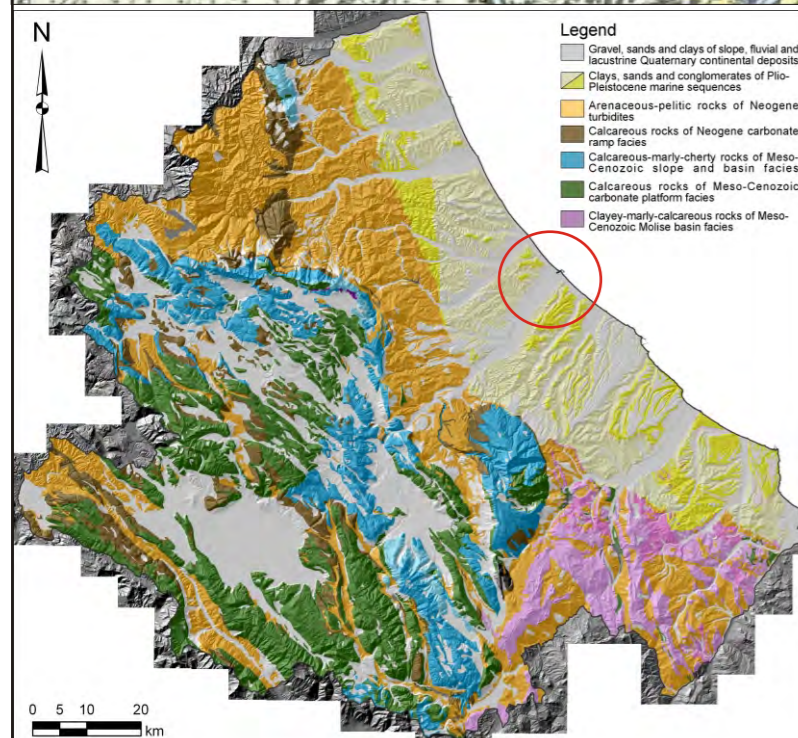
PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

subsistema di Piano della Fara (AVM_2)
 Depositi alluvionali - Ghiaie, alternate a sabbie, sabbie-limose e limi, in strati e lenti di spessore decimetrico o metrico; si intercalano livelli decimetrici di argille grigie; i clasti sono arrotondati, di natura carbonatica e subordinatamente silicea. La matrice è costituita da materiale terroso bruno-rossastro, da sabbie o limi. La frazione sabbiosa diviene prevalente nella parte alta del deposito e presenta strutture sedimentarie trattive di fondo e lenti limoso-argillose; spesso si osserva un passaggio netto dal basso verso l'alto da un intervallo ghiaioso a un intervallo sabbioso. Lo spessore è variabile da 1-2 m a un massimo di 10 m. Il deposito è riferibile ad ambiente fluviale ed è terrazzato ad altezze tra 55 m e 30 m sul fondovalle attuale (AVM_2).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

subsistema di Villa Oliveti (AVM_1)
 Depositi alluvionali - Ghiaie e conglomerati clasto-sostenuti debolmente cementati, in strati e lenti da decimetrici a metrici, con livelli e lenti sabbiosi decimetrici. Le ghiaie presentano clasti ben arrotondati e spesso appiattiti, di dimensioni variabili dai centimetri ai decimetri, poligenici (*arenacei, calcarei e selciferi*), con matrice sabbioso-limosa.
 I corpi conglomeratici sono organizzati in bancate massive e strati lenticiformi discontinui con stratificazione incrociata, talora alternati ed eteropici a lenti e livelli sabbioso-argillosi e limoso-argillosi. I livelli sabbiosi sono costituiti da sabbie medio-fine, con laminazione piano-parallela.
 Frequentemente i depositi sono costituiti da due intervalli sovrapposti di spessore 10-15 m; uno francamente ghiaioso nella parte bassa, uno francamente sabbioso nella parte alta, cui si intercalano livelli di paleosuolo. Il limite tra i due intervalli è generalmente netto, planare o debolmente ondulato (F. Tavo, F. Fino, F. Pescara).
 Lo spessore dei depositi è variabile da 10 m a oltre 30 m. Costituiscono terrazzi posti ad altezze sul fondovalle attuale intorno a 70 m lungo il F. Fino e il F. Tavo e comprese tra 70 m e 40 m lungo i fiumi Saline, Pescara, Aliento e Foro (AVM_1).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.



- Legend**
- Gravel, sands and clays of slope, fluvial and lacustrine Quaternary continental deposits
 - Clays, sands and conglomerates of Plio-Pleistocene marine sequences
 - Arenaceous-pelitic rocks of Neogene turbidites
 - Calcareous rocks of Neogene carbonate ramp facies
 - Calcareous-marly-cherty rocks of Meso-Cenozoic slope and basin facies
 - Calcareous rocks of Meso-Cenozoic carbonate platform facies
 - Clayey-marly-calcareous rocks of Meso-Cenozoic Molise basin facies

FORMAZIONE DI MUTIGNANO

PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p.

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 livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. (Zone MNN19d-e? A nannofossili calcarei). Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 50 m.

associazione sabbioso-pelitica (FMT_e)

Alternanza di sabbie e sabbie silteose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille silteose grigiastre sottilmente laminate. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressocchè pari a 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (*Pecten, Chiamys, Ostrea*) e gasteropodi di ambiente marino. Lo spessore varia da alcune decine di metri fino ad un massimo di 60-70 m. (Zone MNN19c-MNNd a nannofossili calcarei).

associazione pelitico-sabbiosa (FMT_f)

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi quali bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi che individuano un ambiente di *offshore*. Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m. (Zone MNN18-MNN19c a nannofossili calcarei).

- FMT_d
- FMT_e
- FMT_f

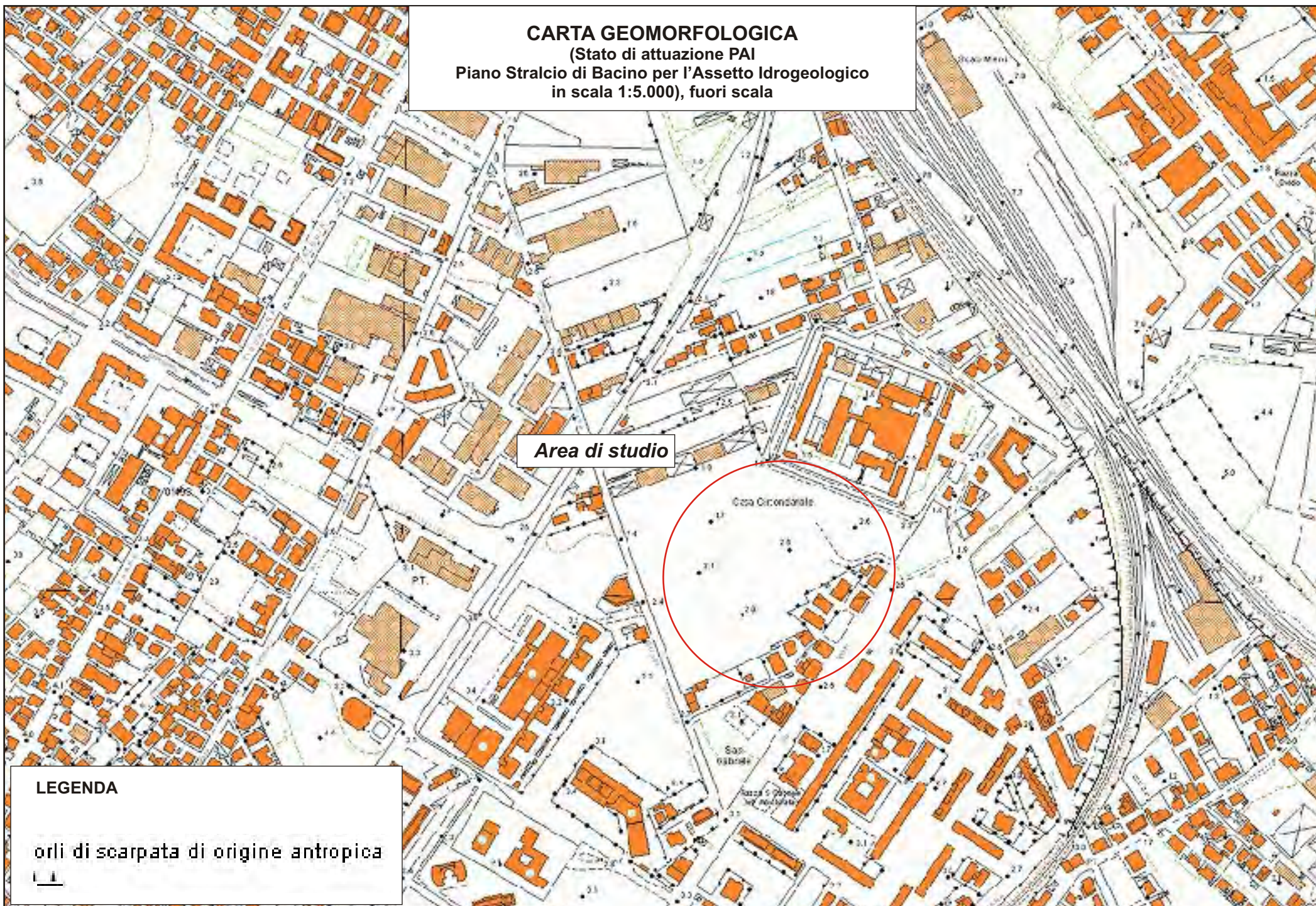
CARTA GEOMORFOLOGICA
STATO DI ATTUAZIONE PIANO PAI
(PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)
(SCALA 1:5.000)

CARTA GEOMORFOLOGICA
(Stato di attuazione PAI
Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico
in scala 1:5.000), fuori scala

Area di studio

LEGENDA

orli di scarpata di origine antropica



CARTA DELLA PERICOLOSITÀ
STATO DI ATTUAZIONE PIANO PAI
(PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)
(SCALA 1:5.000)

CARTA DELLA PERICOLOSITA'
(Stato di attuazione PAI
Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico
in scala 1:5.000), fuori scala

LEGENDA

Livelli cartografici:

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta della Pericolosità - p_scar_flu

■ Pscarpate

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta della Pericolosità - p_scar_str

■ Pscarpate

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta della Pericolosità - p_scar_mar

■ Pscarpate

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta della Pericolosità - p_orli_gl

■ Pscarpate

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta della Pericolosità - p_frane_l

■ Pscarpate

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta della Pericolosità - p_frane

■ P3

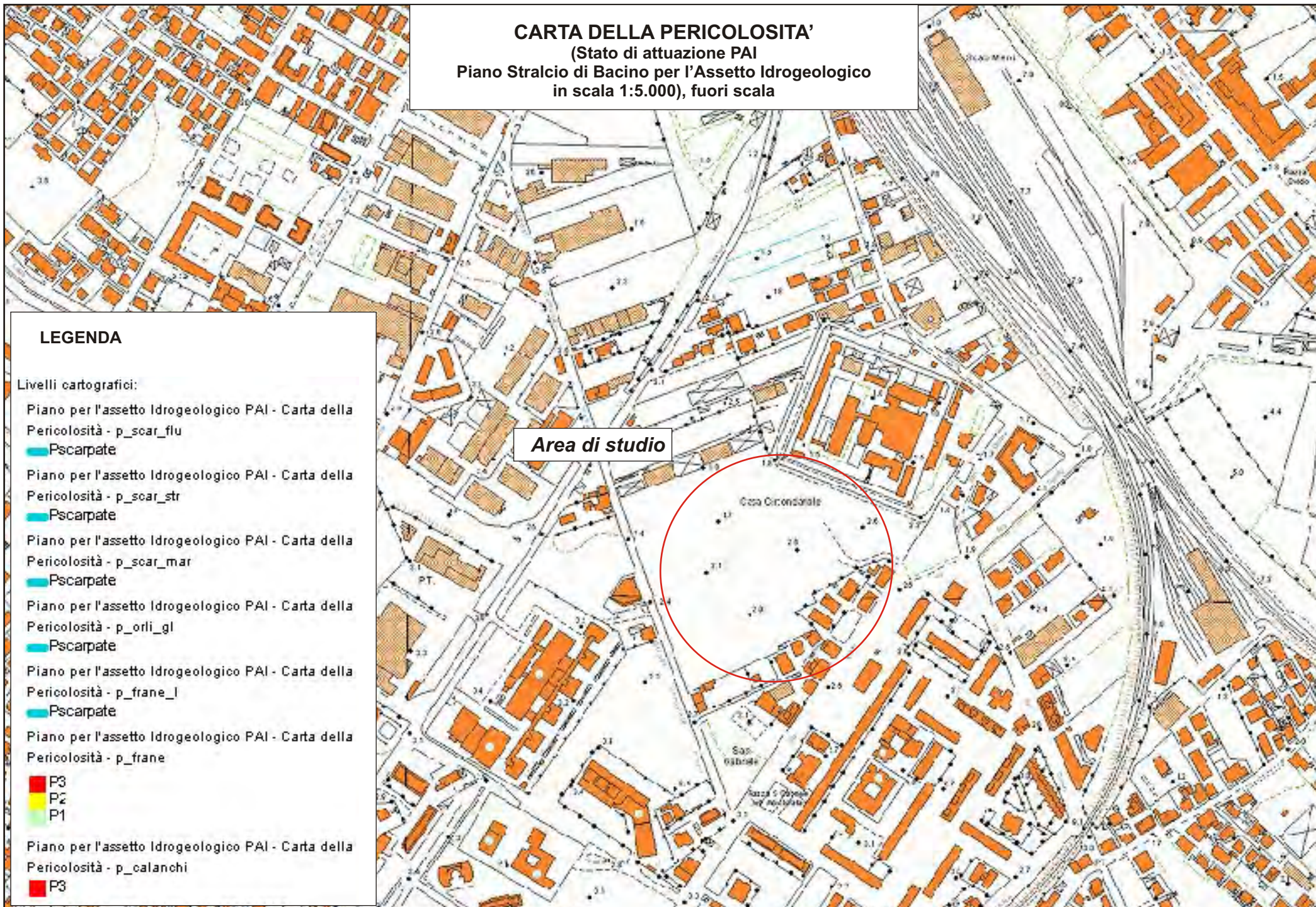
■ P2

■ P1

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta della Pericolosità - p_calanchi

■ P3

Area di studio



CARTA DEL RISCHIO
STATO DI ATTUAZIONE PIANO PAI
(PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)
(SCALA 1:5.000)

CARTA DELLA PERICOLOSITA'
(Stato di attuazione PAI
Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico
in scala 1:5.000), fuori scala

Area di studio

LEGENDA

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta del Rischio - Elevato R3

R3

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta del Rischio - Medio R2

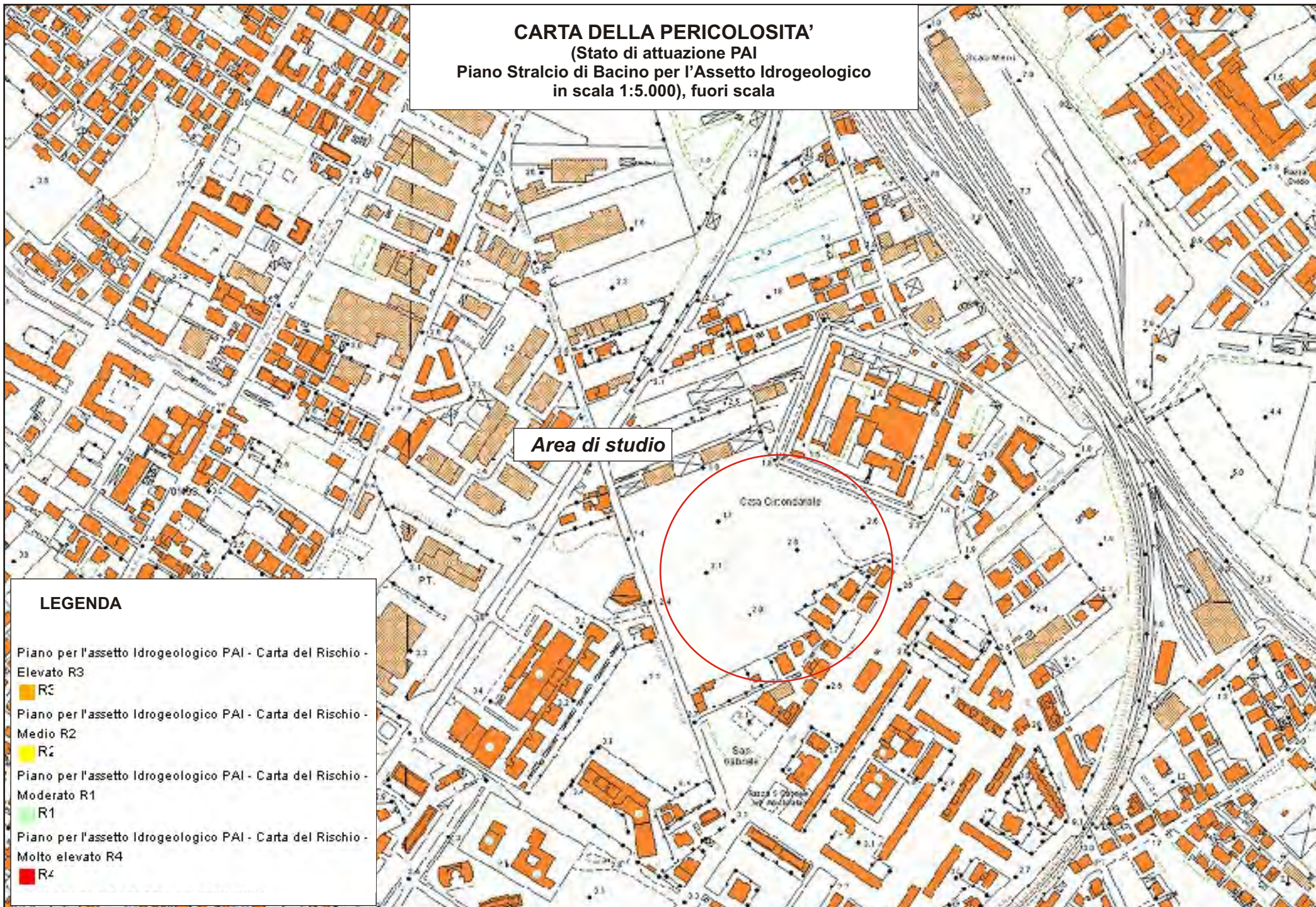
R2

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta del Rischio - Moderato R1

R1

Piano per l'assetto Idrogeologico PAI - Carta del Rischio - Molto elevato R4

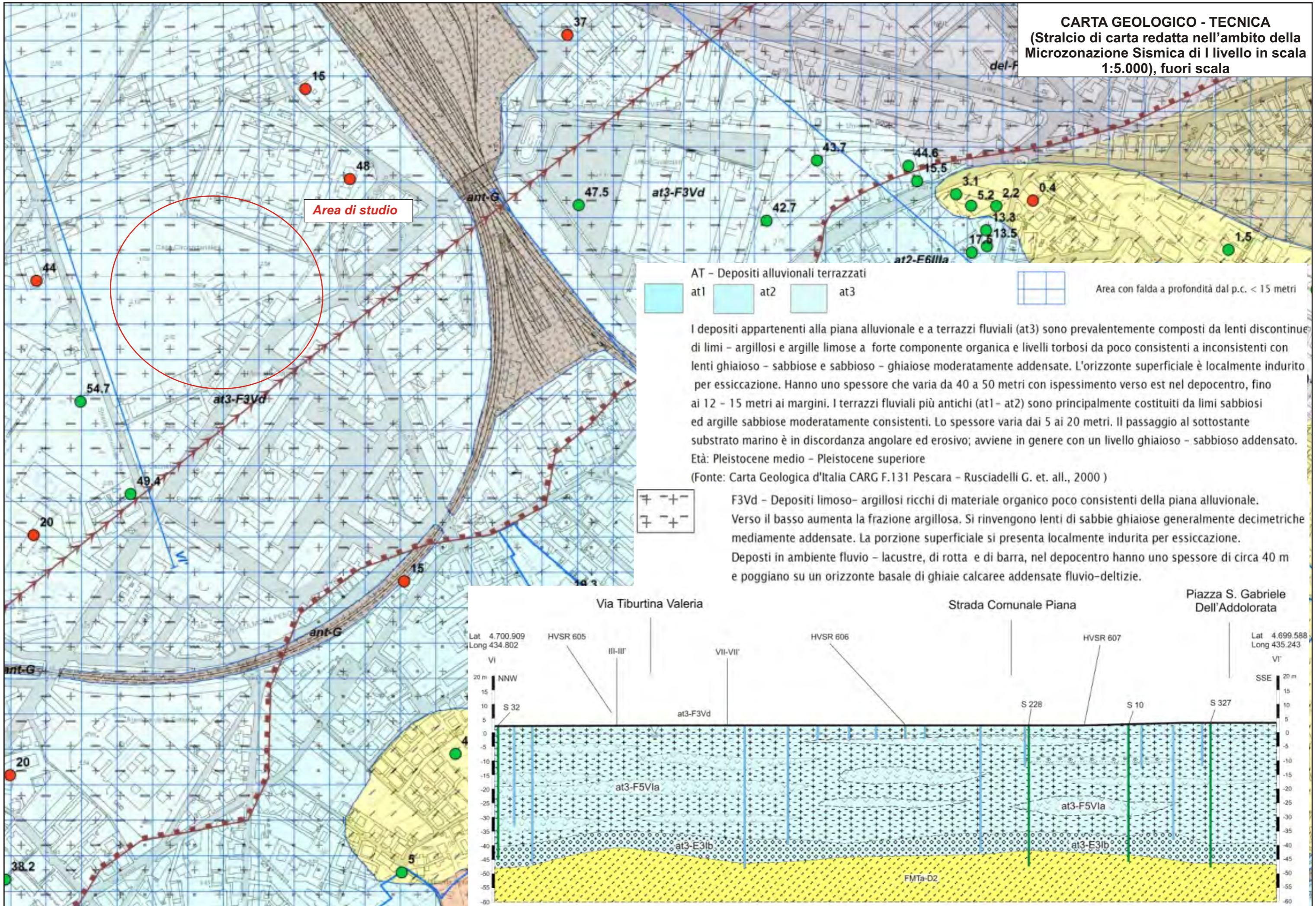
R4



STRALCIO DI CARTA GEOLOGICO – TECNICA

(M.Z.S. I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

CARTA GEOLOGICO - TECNICA
 (Stralcio di carta redatta nell'ambito della
 Microzonazione Sismica di I livello in scala
 1:5.000), fuori scala



Area di studio

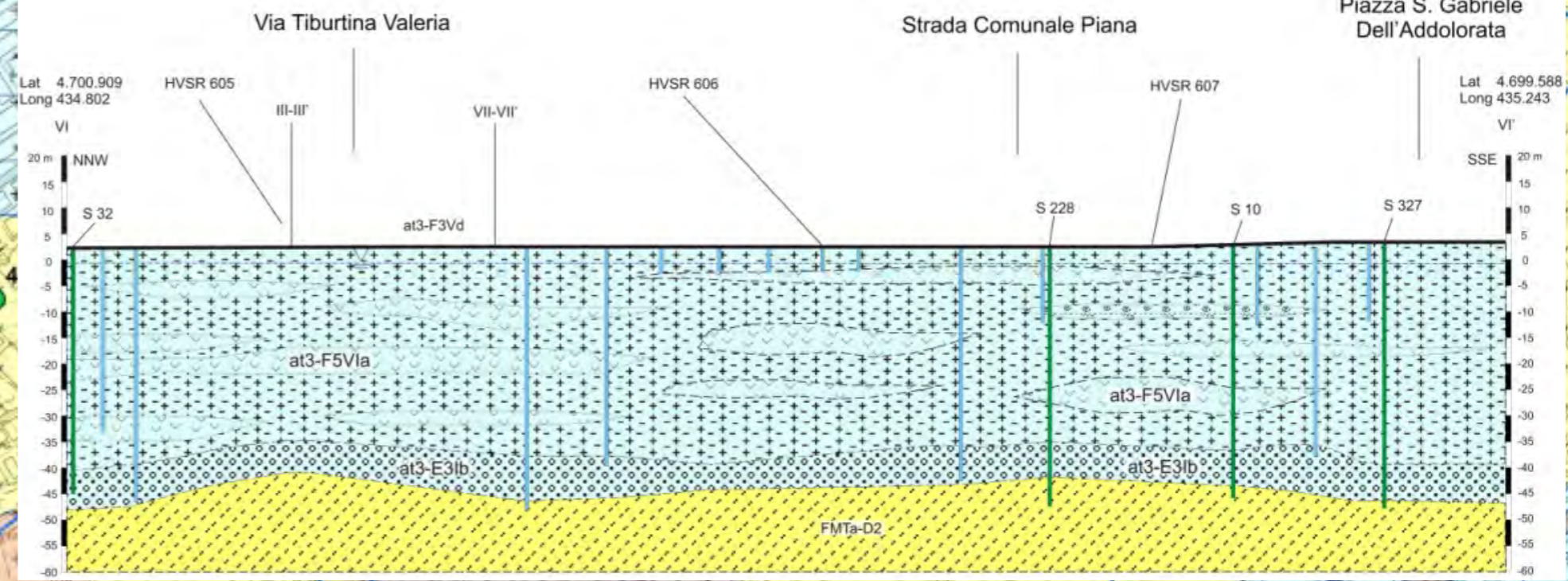
AT - Depositi alluvionali terrazzati
 at1 at2 at3

Area con falda a profondità dal p.c. < 15 metri

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

(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Rusciadelli G. et. all., 2000)

F3Vd - Depositi limoso- argillosi ricchi di materiale organico poco consistenti della piana alluvionale. Verso il basso aumenta la frazione argillosa. Si rinvencono lenti di sabbie ghiaiose generalmente decimetriche mediamente addensate. La porzione superficiale si presenta localmente indurita per essiccazione. Depositi in ambiente fluvio - lacustre, di rotta e di barra, nel depocentro hanno uno spessore di circa 40 m e poggiano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltizie.



STRALCIO DI CARTA MOPS
(CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE
IN PROSPETTIVA SISMICA, MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

RAPPORTO INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE

REGIONE
ABRUZZO

COMUNE
PESCARA

PROVINCIA
PESCARA

COMMITTENTE

Unità Sanitaria Locale di Pescara
Azienda Pubblica
Via R. Paolini n. 45 - 65124 Pescara

OGGETTO

**Lavori di completamento per la realizzazione
del DSB "Pescara Sud" con annesso UCCP**

ELABORATO

N Titolo

Scala

**Rapporto delle indagini geotecniche e
geofisiche**



CONSULENZE E INDAGINI



GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino 82 65129 PESCARA - fax 08567589 - mob. 3395462037
geolandsas@libero.it - geo-land@pec.it

RIFERIMENTO ELABORATO

RS	Archivio			Documento	Revisione	Redatto	Controllato	Emesso
	File							
064	2017	FA	064	01	0	VD	DP	Giugno, 2017



SOMMARIO

1.0 PREMESSA

2.0 INDAGINI ESEGUITE

3.0 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

4.0 INDAGINI GEOTECNICHE

4.1 Prove penetrometriche statiche

5.0 INDAGINI GEOFISICHE

5.1 Sismica Masw attiva

6.0 CATEGORIA DI SUOLO

ALLEGATI

- Ubicazione delle indagini
- Prove penetrometriche statiche
 - Tabulati
 - Diagrammi
- Prospezione sismica Masw
 - Acquisizioni
 - Profilo sismico



1.0 PREMESSA

Il rapporto di indagine illustra le modalità e metodologia di esecuzione di una indagine geotecnica e geofisica eseguita nel comune di Pescara, nell'ambito del progetto Lavori di completamento per la realizzazione del DSB "Pescara Sud" con annesso UCCP. Nell'indagine sono state effettuate prove penetrometriche statiche, prove geofisiche masw. La presente relazione rappresenta un rapporto tecnico sulle indagini effettuate e costituisce un elaborato specialistico di descrizione delle indagini.

2.0 INDAGINI ESEGUITE

In relazione al programma d'indagine sono state eseguite le seguenti tipologie di prove:

INDAGINI GEOTECNICHE

Prove penetrometriche statiche

Codice prova	Profondità m
CPT1	30.00

INDAGINE GEOFISICA

Sismica a rifrazione

Codice prova	Energizzazione	Lunghezza m
SR 1	Onde P	41.50

3.0 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per le prove penetrometriche dinamiche è stato utilizzato un penetrometro super pesante della società PAGANI di Caledasco (PC), modello TG 63-200 EML.C., con le seguenti caratteristiche:

Penetrometro statico
Modello Pagani TG 63-200
Autoancorante
Spinta 20 t
Diametro esterno aste 36 mm
Lunghezza 1000
Punta meccanica Begemann

Postazione prova
CPT1





Per l'esecuzione delle misure sismiche sperimentali sono state utilizzate le seguenti strumentazione ed attrezzature:

Strumentazione sismica

Sismografo MAE MODELLO X610-S

Supporto di memorizzazione: Hard-Disk da 40 Gb

Risoluzione di acquisizione: 24 bit con sovra campionamento e post-processing

Formato dati acquisiti: SEG-2

- 24 Geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz
- 2 Cavo di collegamento per geofoni
- 1 Energizzatore costituito da massa battente 10 Kg piastra



Strumentazione utilizzata per la registrazione dei dati e l'energizzazione

**Approntamento linea sismica
M1**



4.0 INDAGINI GEOTECNICHE

4.1 Prove penetrometriche statiche

Metodologia di prova

Le prove CPT sono state eseguite con penetrometro statico munito di un apparato di spinta da 20 Tons, montato su autotelaio cingolato Pagani, opportunamente zavorrato e auto ancorante. Le prove penetrometriche statiche CPT (di tipo meccanico) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$). La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico. La punta conica (tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell' attrito laterale (punta/manicotto tipo 'Begemann').



Punta meccanica Begemann utilizzata nel corso della prova CPT



Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono $\varnothing = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superf.laterale manicotto $A_m = 150 \text{ cm}^2$.

I valori di resistenza alla punta e del manicotto laterale sono state lette in superficie mediante una centralina elettronica digitale.



Centralina elettronica digitale con cui sono state registrate le misure di resistenza

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento) :

- $q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \text{resistenza alla punta(conica)}$
- $f_s \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \text{resistenza laterale (manicotto)}$

La resistenza alla punta q_c e la resistenza laterale f_s sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm.

Le caratteristiche geometriche della punta meccanica utilizzata e le modalità di esecuzione della prova sono in accordo con le raccomandazioni AGI (1997) e con le normative europee di standardizzazione ed in particolare con le normative ISSMFE T.C.P.T. (1988) – Cone Penetration Test (CPT): International Reference Test Procedure e ASTM D 3441-94. Nei certificati di prova sono riportate le caratteristiche punta utilizzata (Begemann) ed i valori misurati in corso della prova.

Metodologia interpretativa

Dai dati emersi rilevati nel corso della prova vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati , in base al rapporto q_c/f_s fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro sulla base delle correlazioni Begemann 1665 - Raccomandazioni A.G.I. 1977, ovvero in base ai valori di q_c e del rapporto $FR = (f_s/q_c) \%$ (esperienze di Schmertmann – 1977).Mentre per i parametri geotecnica, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenato E_u e drenato E' , peso di volume γ , ecc.), utilizzando le correlazioni riportate di seguito.



- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr. coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - qc - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - qc - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

5.0 INDAGINE GEOFISICA

5.1 Sismica Masw attiva

Il metodo MASW (*Multichannel Acquisition Surf Wave*) ha come obiettivo quello di ricostruire il profilo sismostratigrafico di un sito, valutando in particolare la distribuzione della velocità delle onde "S" sia per la ricostruzione tomografica del profilo del sottosuolo che per la definizione *in situ* della V_{s30} . Il metodo MASW prevede, per ogni verticale di indagine, la costruzione di una curva di dispersione per le onde di superficie, attraverso l'elaborazione di un'immagine di dispersione derivata dall'analisi della propagazione delle onde di Rayleigh. La tecnica di prospezione MASW utilizza quindi un'immagine rappresentativa delle frequenze delle onde superficiali, espressa in funzione della velocità di fase delle stesse. Nell'immagine di dispersione (*Over Tone Image*) viene inoltre enfatizzata cromaticamente l'ampiezza delle vibrazioni evidenziando così le aree corrispondenti al miglior rapporto segnale/disturbo. Una volta individuata la sequenza di frequenze e velocità di fase corrispondenti alla più probabile distribuzione della dispersione nel sottosuolo esaminato (analisi della curva di dispersione) si procede alla ricostruzione delle stratigrafia rappresentativa della distribuzione delle velocità delle onde S tramite l'utilizzo di un algoritmo di inversione. La tecnica di prospezione MASW può essere così schematizzata:

1. acquisizione delle onde superficiali;
2. costruzione delle curve di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .



Metodologia del rilievo

Il rilievo sismico è consistito nell'acquisizione di un profilo sismico nell'area del progetto. Successivamente al tracciamento dell'allineamento sismico, sono stati ancorati i geofoni al terreno e sono state effettuati gli scoppi; considerate le distanze di energizzazione e la logistica dei luoghi, è stato utilizzato come generatore di onde di compressionali, un martello di 10 kg e una piastra. Nello specifico le principali dell'array di indagine sono state le seguenti:

Linea sismica	Geofoni		Shot geometria
	n.	spaziatura (m)	
M 1	24	1.50	2 esterni ad una distanza di 7.00 m dal 1° e 24° geofono

Gli impulsi sismici ricevuti dai geofoni posizionati sulla superficie topografica sono stati acquisiti utilizzando il sismografo con registrazione simultanea, tramite il quale, dopo amplificazione, conversione analogico-digitale e filtraggio, sono stati registrati nell'hard disk di cui il sismografo stesso è dotato. Eseguito il posizionamento dei geofoni sul terreno, collegati questi tramite morsetti bipolari ai cavi elettrici e questi ultimi al sismografo, sono stati realizzati alcuni *shots* di prova allo scopo di tarare i parametri di acquisizione del sismografo in termini di determinazione del livello del rumore di fondo ed impostazione delle amplificazioni dei canali di registrazione. Effettuata la taratura della strumentazione, si è proceduto all'acquisizione sismica effettuando l'energizzazione. L'istante di tempo zero, ovvero il segnale d'inizio registrazione, è inviato allo strumento da uno *shock-sensor (hammer switch)* posto direttamente sul martello (*trigger*).

6.0 CATEGORIA DI SUOLO

L'indagine sismica con metodologia MASW, individua la seguente sezione sismica di sintesi:

Sismostrato	Profondità m	Spessore m	Vs m/s
1	5.42	5.42	166.50
2	9.84	4.42	159.20
3	13.31	3.47	164.60
4	19.85	6.54	162.80
5	22.43	2.58	214.70
6	26.92	4.49	263.50
7	33.28	6.36	334.10



Categoria di suolo

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	187.56
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m

Pescara, giugno 2017

ALLEGATI

UBICAZIONE INDAGINI



CPT 

Prova penetrometrica statica

1 M1 24


Linea sismica Masw



GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA

STRUMENTO UTILIZZATO / LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

COMMITTENTE : **Unità Sanitaria Locale di Pescara**

CODICE PROVA

OPERA : **Lavori di completamento per la realizzazione del DSB "Pescara Sud" con annesso UCCP**

CPT 1

LOCALITA' : **Pescara**

Penetrometro : **PAGANI TG63/200**

Responsabile Sperimentazione : **dott. geol. D. Palucci**

Data di esecuzione : **01/06/2017**

Preforo : **assente**

Quota inizio : **p.c.**

Presenza di acqua :

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta $q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale $f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale $R_t \text{ (Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$

$q_c / f_s = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/m² = 1000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN



PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CODICE PROVA

CPT 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	17,0	—	17,0	1,80	9,0	10,20	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0
0,40	41,0	68,0	41,0	0,40	102,0	10,40	11,0	18,0	11,0	0,73	15,0
0,60	18,0	22,0	16,0	1,00	16,0	10,60	11,0	22,0	11,0	0,60	18,0
0,80	16,0	31,0	16,0	0,87	18,0	10,80	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0
1,00	10,0	23,0	10,0	0,67	15,0	11,00	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0
1,20	11,0	21,0	11,0	0,80	14,0	11,20	9,0	18,0	9,0	0,73	12,0
1,40	14,0	26,0	14,0	0,87	16,0	11,40	13,0	24,0	13,0	0,87	15,0
1,60	18,0	31,0	18,0	1,13	16,0	11,60	12,0	25,0	12,0	0,73	16,0
1,80	18,0	35,0	18,0	1,20	15,0	11,80	14,0	25,0	14,0	0,67	21,0
2,00	18,0	36,0	18,0	1,27	14,0	12,00	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0
2,20	18,0	37,0	18,0	1,13	16,0	12,20	10,0	21,0	10,0	0,47	21,0
2,40	14,0	31,0	14,0	0,93	15,0	12,40	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
2,60	16,0	30,0	16,0	1,07	15,0	12,60	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0
2,80	14,0	30,0	14,0	1,00	14,0	12,80	12,0	18,0	12,0	0,47	26,0
3,00	18,0	33,0	18,0	0,87	21,0	13,00	14,0	21,0	14,0	0,40	35,0
3,20	16,0	29,0	16,0	0,93	17,0	13,20	10,0	16,0	10,0	0,33	30,0
3,40	15,0	29,0	15,0	0,80	19,0	13,40	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
3,60	17,0	29,0	17,0	1,00	17,0	13,60	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
3,80	20,0	35,0	20,0	1,13	18,0	13,80	9,0	14,0	9,0	0,40	22,0
4,00	19,0	36,0	19,0	1,13	17,0	14,00	8,0	14,0	8,0	0,27	30,0
4,20	17,0	34,0	17,0	1,00	17,0	14,20	8,0	12,0	8,0	0,33	24,0
4,40	18,0	31,0	18,0	1,07	15,0	14,40	9,0	14,0	9,0	0,47	19,0
4,60	18,0	34,0	18,0	1,00	18,0	14,60	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
4,80	17,0	32,0	17,0	1,13	15,0	14,80	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
5,00	15,0	32,0	15,0	1,07	14,0	15,00	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
5,20	12,0	28,0	12,0	0,93	13,0	15,20	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0
5,40	11,0	25,0	11,0	0,80	14,0	15,40	8,0	15,0	8,0	0,53	15,0
5,60	12,0	24,0	12,0	0,80	15,0	15,60	14,0	22,0	14,0	0,60	23,0
5,80	12,0	24,0	12,0	0,53	22,0	15,80	14,0	23,0	14,0	0,53	26,0
6,00	9,0	17,0	9,0	0,47	19,0	16,00	13,0	21,0	13,0	0,60	16,0
6,20	11,0	18,0	11,0	0,60	18,0	16,20	11,0	23,0	11,0	0,67	16,0
6,40	11,0	20,0	11,0	0,60	18,0	16,40	10,0	20,0	10,0	0,47	21,0
6,60	11,0	20,0	11,0	0,60	18,0	16,60	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0
6,80	8,0	17,0	8,0	0,40	20,0	16,80	8,0	13,0	8,0	0,27	30,0
7,00	8,0	14,0	8,0	0,47	17,0	17,00	7,0	11,0	7,0	0,40	17,0
7,20	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0	17,20	3,0	9,0	3,0	0,20	15,0
7,40	6,0	13,0	6,0	0,33	18,0	17,40	7,0	10,0	7,0	0,33	21,0
7,60	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0	17,60	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0
7,80	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0	17,80	10,0	15,0	10,0	0,47	21,0
8,00	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0	18,00	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0
8,20	8,0	14,0	8,0	0,47	17,0	18,20	10,0	18,0	10,0	0,47	21,0
8,40	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	18,40	10,0	17,0	10,0	0,47	21,0
8,60	9,0	16,0	9,0	0,60	15,0	18,60	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0
8,80	8,0	17,0	8,0	0,47	17,0	18,80	10,0	16,0	10,0	0,47	21,0
9,00	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0	19,00	10,0	17,0	10,0	0,47	21,0
9,20	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	19,20	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0
9,40	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	19,40	10,0	18,0	10,0	0,60	17,0
9,60	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0	19,60	15,0	24,0	15,0	0,87	17,0
9,80	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0	19,80	15,0	28,0	15,0	0,47	32,0
10,00	6,0	13,0	6,0	0,40	15,0	20,00	19,0	26,0	19,0	0,07	285,0

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/201
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1= 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)



PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CODICE PROVA

CPT 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
20,20	24,0	25,0	24,0	0,73	33,0	25,20	18,0	31,0	18,0	1,00	18,0
20,40	15,0	26,0	15,0	0,73	20,0	25,40	17,0	32,0	17,0	0,80	21,0
20,60	13,0	24,0	13,0	0,73	18,0	25,60	16,0	28,0	16,0	0,80	20,0
20,80	15,0	26,0	15,0	0,87	17,0	25,80	15,0	27,0	15,0	0,87	17,0
21,00	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0	26,00	18,0	31,0	18,0	0,80	22,0
21,20	13,0	26,0	13,0	0,80	16,0	26,20	18,0	30,0	18,0	1,07	17,0
21,40	15,0	27,0	15,0	0,93	16,0	26,40	18,0	34,0	18,0	1,20	15,0
21,60	14,0	28,0	14,0	0,80	17,0	26,60	22,0	40,0	22,0	1,47	15,0
21,80	13,0	25,0	13,0	0,80	16,0	26,80	22,0	44,0	22,0	1,80	14,0
22,00	11,0	23,0	11,0	0,73	15,0	27,00	23,0	47,0	23,0	1,27	18,0
22,20	11,0	22,0	11,0	0,73	15,0	27,20	22,0	41,0	22,0	1,40	16,0
22,40	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0	27,40	22,0	43,0	22,0	1,20	18,0
22,60	12,0	23,0	12,0	0,80	15,0	27,60	24,0	42,0	24,0	1,20	20,0
22,80	11,0	23,0	11,0	0,87	13,0	27,80	22,0	40,0	22,0	0,80	27,0
23,00	13,0	26,0	13,0	0,73	18,0	28,00	32,0	44,0	32,0	1,13	28,0
23,20	12,0	23,0	12,0	0,80	15,0	28,20	22,0	39,0	22,0	1,20	18,0
23,40	13,0	25,0	13,0	0,80	16,0	28,40	22,0	40,0	22,0	1,13	19,0
23,60	14,0	26,0	14,0	0,87	16,0	28,60	19,0	36,0	19,0	1,20	16,0
23,80	16,0	29,0	16,0	0,93	17,0	28,80	20,0	38,0	20,0	1,20	17,0
24,00	17,0	31,0	17,0	1,60	11,0	29,00	22,0	40,0	22,0	1,40	16,0
24,20	11,0	35,0	11,0	0,93	12,0	29,20	23,0	44,0	23,0	1,20	19,0
24,40	19,0	33,0	19,0	0,73	26,0	29,40	24,0	42,0	24,0	1,27	19,0
24,60	14,0	25,0	14,0	0,80	23,0	29,60	23,0	42,0	23,0	1,33	17,0
24,80	17,0	26,0	17,0	0,80	21,0	29,80	24,0	44,0	24,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/201
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct= 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60 °)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

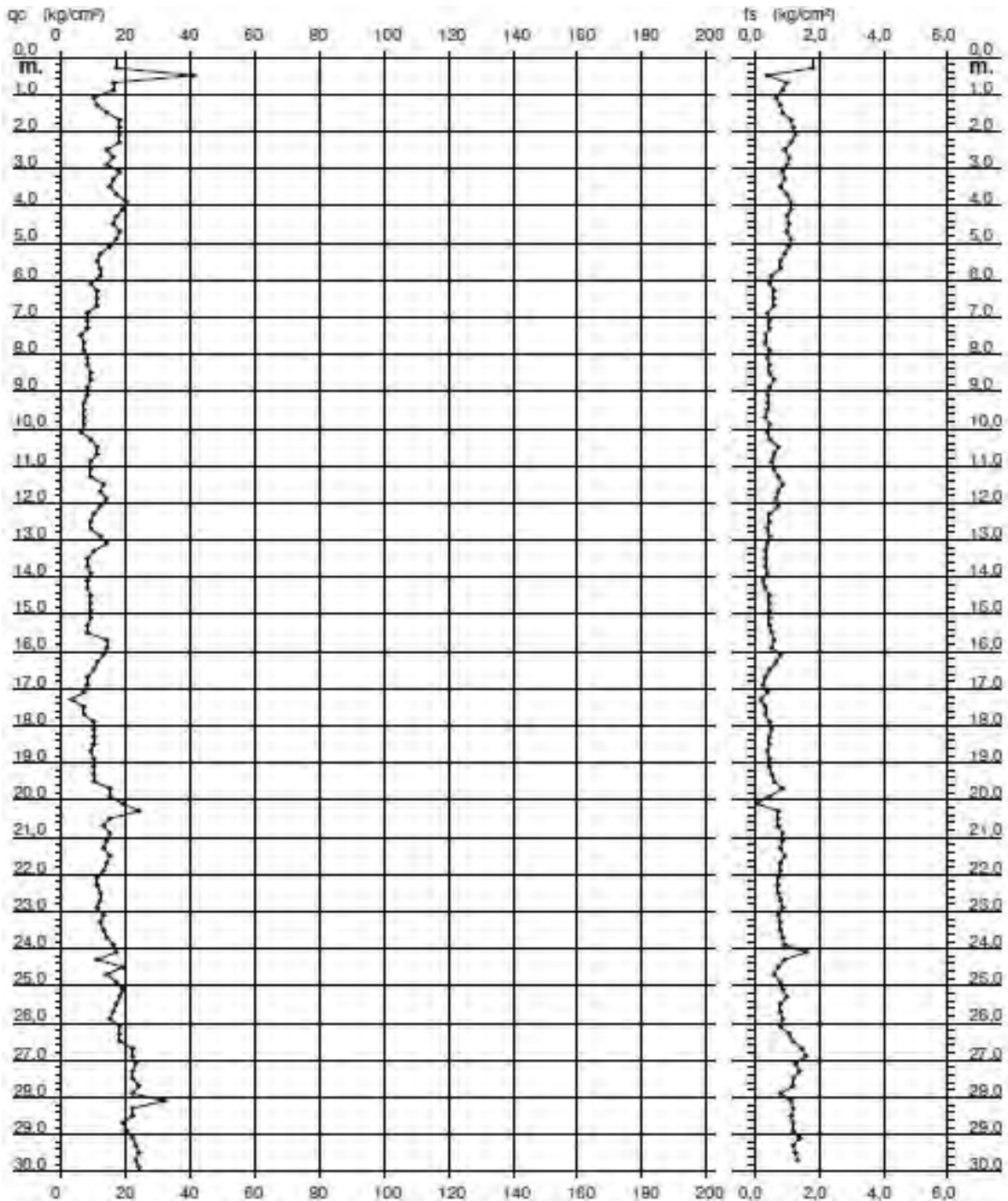


PROVA PENETROMETRICA STATICA

DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CODICE PROVA

CPT 1





PROVA PENETROMETRICA STATICA**LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CODICE PROVA

CPT 1

Valutazioni in base al rapporto: **F = (qc / fs)**

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = qc / fs	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di qc e di FR = (fs / qc) % :

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

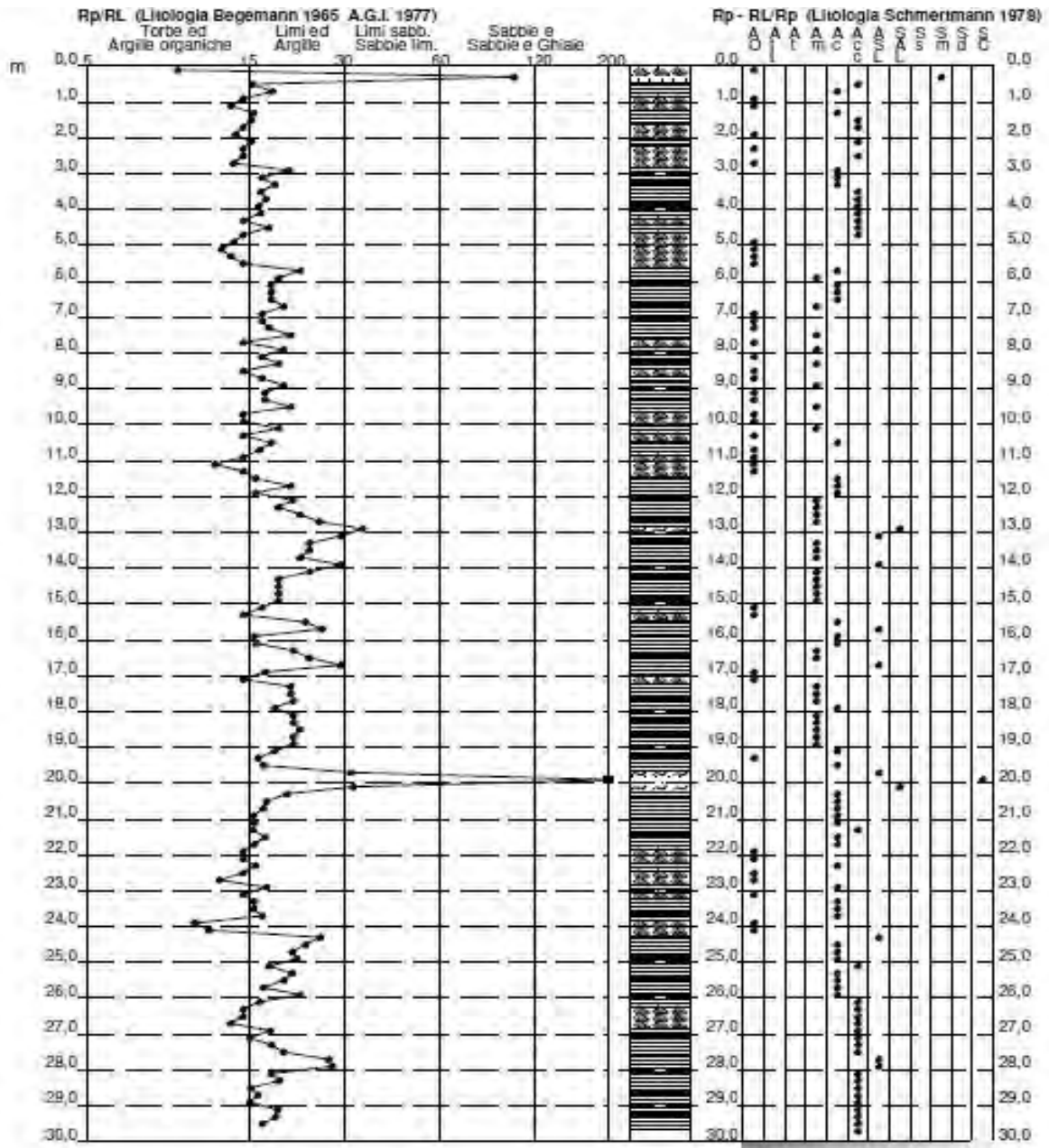


PROVA PENETROMETRICA STATICA

VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CODICE PROVA

CPT 1





PROVA PENETROMETRICA STATICA

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

CODICE PROVA

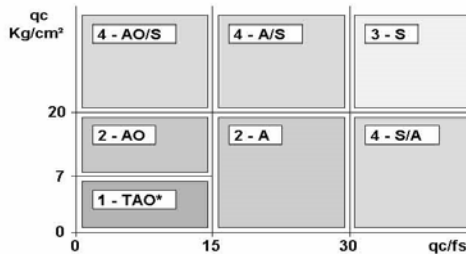
CPT 1

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(q_c / f_s) > 30$

$q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(q_c / f_s) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura] (Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}] (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr. coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p ($I_p = \text{ind.plast.}$)]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente) (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - q_c - natura] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati) [correlazioni : Dr - q_c - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - q_c - σ'_{vo}] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
Ø1s - (Schmertmann) sabbia fine uniforme Ø2s - sabbia media unif./ fine ben gradata
Ø3s - sabbia grossa unif./ media ben gradata Ø4s - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
Ødm - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. Ømy - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari) ($g = \text{acc.gravità}$) (Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CODICE PROVA

CPT 1

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/sf (-)	Natura Litol.	γ s/m ³	d ₅₀ kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	E ₅₀ kg/cm ²	E ₂₅ kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				E ₅₀ kg/cm ²	E ₂₅ kg/cm ²	Mo kg/cm ²		
												a1a (°)	a2a (°)	a3a (°)	a4a (°)	adm (°)	amy (°)	Amcs/g (-)	a1a (°)				a2a (°)	a3a (°)
20.20	24	33	2-3	1.85	3.74	—	—	—	—	—	—	20	31	35	30	25	20	—	—	—	—	40	60	72
20.40	15	20	2-3	1.85	3.77	0.07	0.7	400	600	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.60	13	18	2-3	1.85	3.81	0.03	0.6	363	544	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.80	14	17	2-3	1.85	3.85	0.07	0.7	400	600	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.00	14	16	2-3	1.85	3.88	0.04	0.7	382	573	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.20	13	16	2-3	1.85	3.92	0.03	0.6	363	544	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.40	15	16	2-3	1.85	3.96	0.07	0.7	400	600	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.60	14	17	2-3	1.85	4.00	0.04	0.6	382	573	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.80	13	16	2-3	1.85	4.03	0.03	0.6	363	544	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.00	11	15	2-3	1.85	4.07	0.04	0.5	322	483	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.20	11	15	2-3	1.85	4.11	0.04	0.5	322	483	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.40	12	16	2-3	1.85	4.14	0.07	0.5	343	514	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.60	12	15	2-3	1.85	4.18	0.07	0.5	343	514	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.80	11	13	2-3	1.85	4.22	0.04	0.5	322	483	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23.00	13	18	2-3	1.85	4.25	0.03	0.5	363	544	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23.20	12	15	2-3	1.85	4.29	0.07	0.5	343	514	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23.40	13	16	2-3	1.85	4.33	0.03	0.5	363	544	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23.60	14	16	2-3	1.85	4.37	0.04	0.6	382	573	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23.80	16	17	2-3	1.85	4.40	0.03	0.6	417	626	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.00	17	11	2-3	1.85	4.44	0.02	0.6	434	651	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.20	11	12	2-3	1.85	4.48	0.04	0.4	322	483	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.40	15	20	2-3	1.85	4.51	0.03	0.7	465	698	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.60	14	23	2-3	1.85	4.55	0.04	0.5	382	573	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.80	17	21	2-3	1.85	4.59	0.02	0.6	434	651	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25.00	13	22	2-3	1.85	4.62	0.03	0.7	465	698	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25.20	18	18	2-3	1.85	4.66	0.05	0.6	490	720	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25.40	17	21	2-3	1.85	4.70	0.02	0.6	434	651	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25.60	16	20	2-3	1.85	4.74	0.03	0.6	417	626	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25.80	15	17	2-3	1.85	4.77	0.07	0.5	400	600	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.00	16	22	2-3	1.85	4.81	0.05	0.6	450	675	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.20	18	17	2-3	1.85	4.85	0.05	0.6	490	720	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.40	18	15	2-3	1.85	4.89	0.05	0.6	450	675	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.60	22	15	4-5	1.85	4.92	0.05	0.7	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.80	22	14	4-5	1.85	4.96	0.05	0.7	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27.00	23	18	4-5	1.85	4.99	0.07	0.7	521	781	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27.20	22	16	4-5	1.85	5.03	0.05	0.7	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27.40	22	16	4-5	1.85	5.07	0.05	0.7	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27.60	24	20	4-5	1.85	5.11	0.09	0.7	533	800	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27.80	22	20	4-5	1.85	5.14	0.05	0.7	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28.00	32	28	4-5	1.85	5.18	0.07	0.9	640	960	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28.20	22	18	4-5	1.85	5.22	0.05	0.6	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28.40	32	19	4-5	1.85	5.25	0.05	0.6	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28.60	19	16	2-3	1.85	5.29	0.03	0.6	465	698	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28.80	20	17	4-5	1.85	5.33	0.03	0.6	490	720	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29.00	22	16	4-5	1.85	5.36	0.05	0.6	508	762	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29.20	23	19	4-5	1.85	5.40	0.07	0.6	521	781	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29.40	24	19	4-5	1.85	5.44	0.09	0.7	533	800	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29.60	23	17	4-5	1.85	5.48	0.07	0.6	521	781	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29.80	24	—	4-5	1.85	5.51	0.09	0.6	533	800	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30.00	—	—	???	1.85	5.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

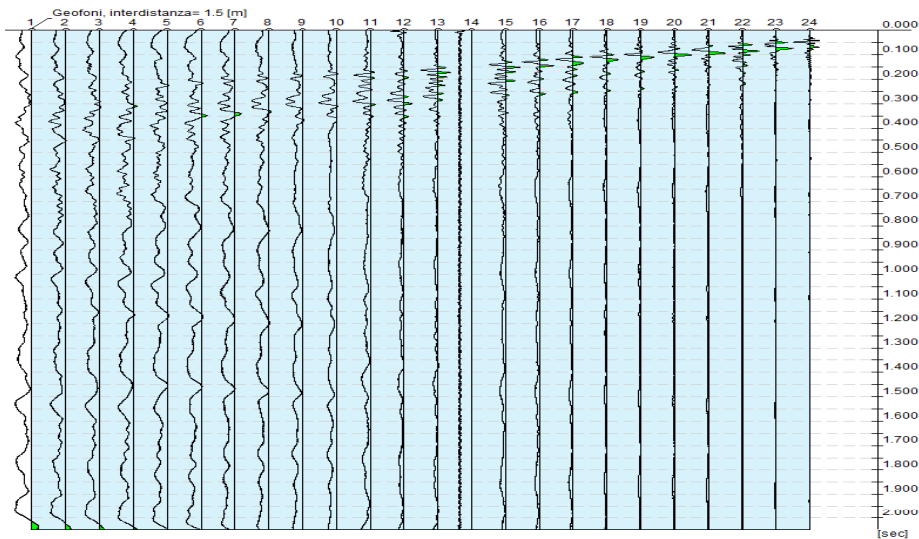
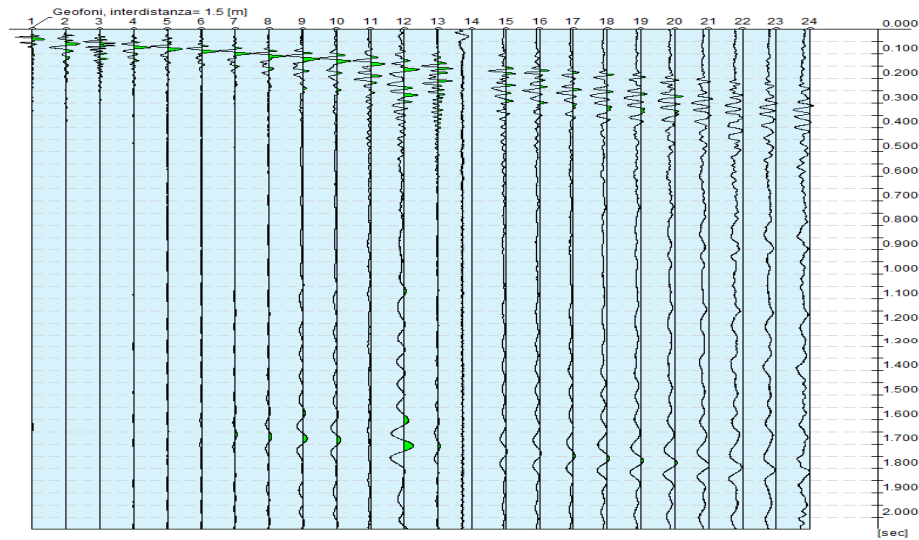


PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

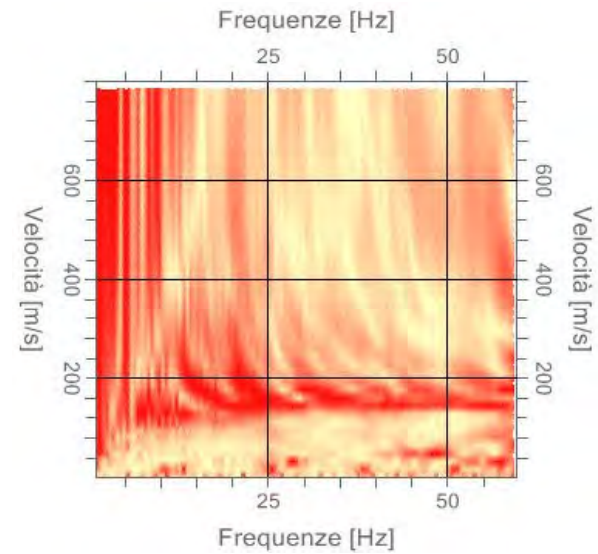
ACQUISIZIONI

Codice Prova **M 1**

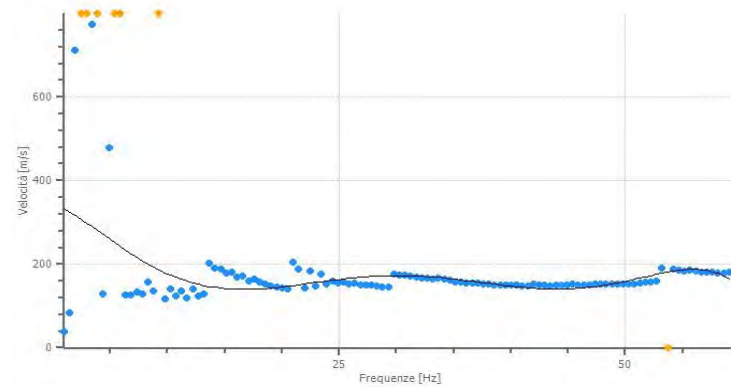
SISMOGRAMMI



SPETTRO VELOCITA' DI FASE - FREQUENZE



CURVA DI DISPERSIONE



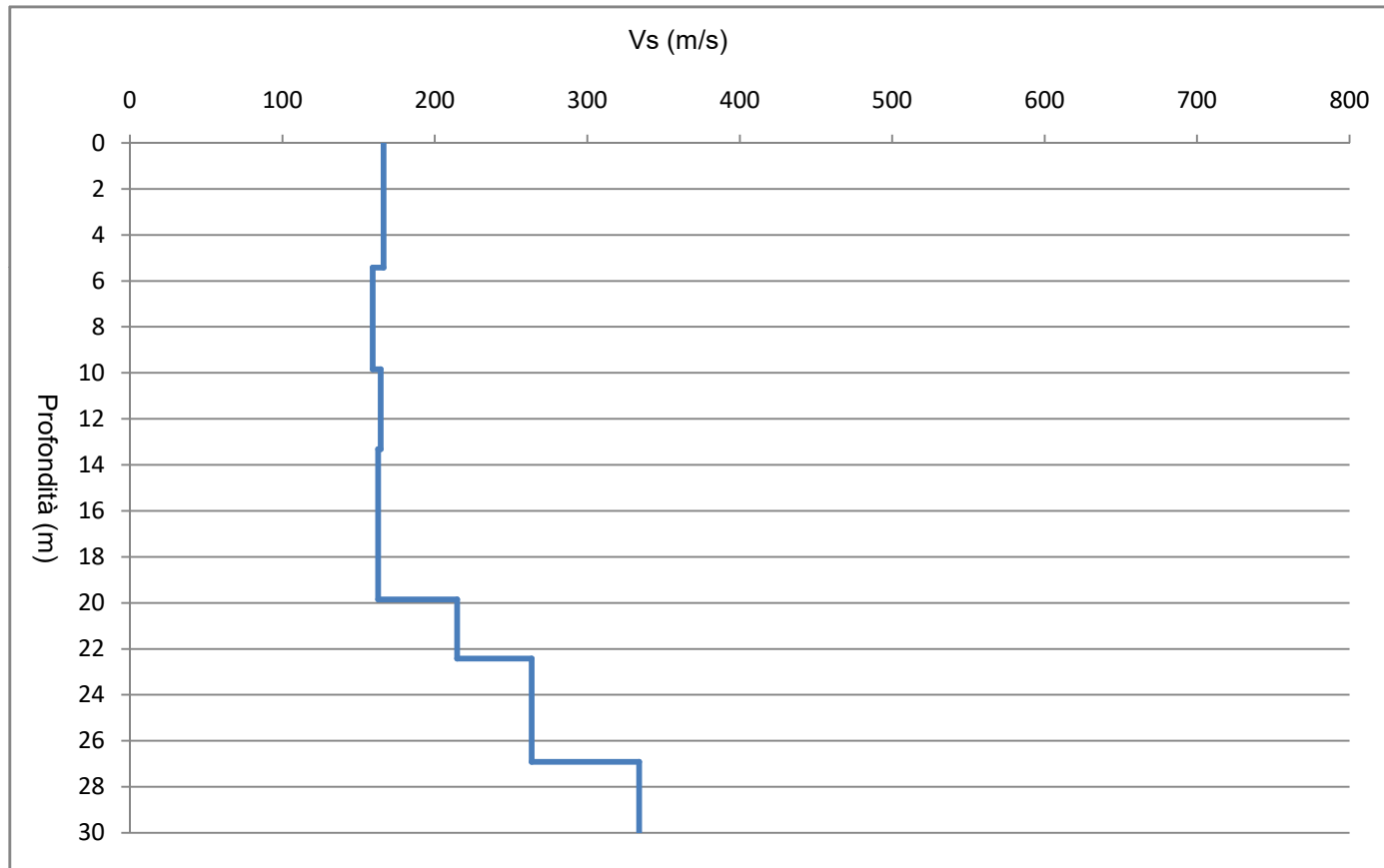


PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

Codice Prova **M 1**

PROFILO VELOCITA' (Vs)

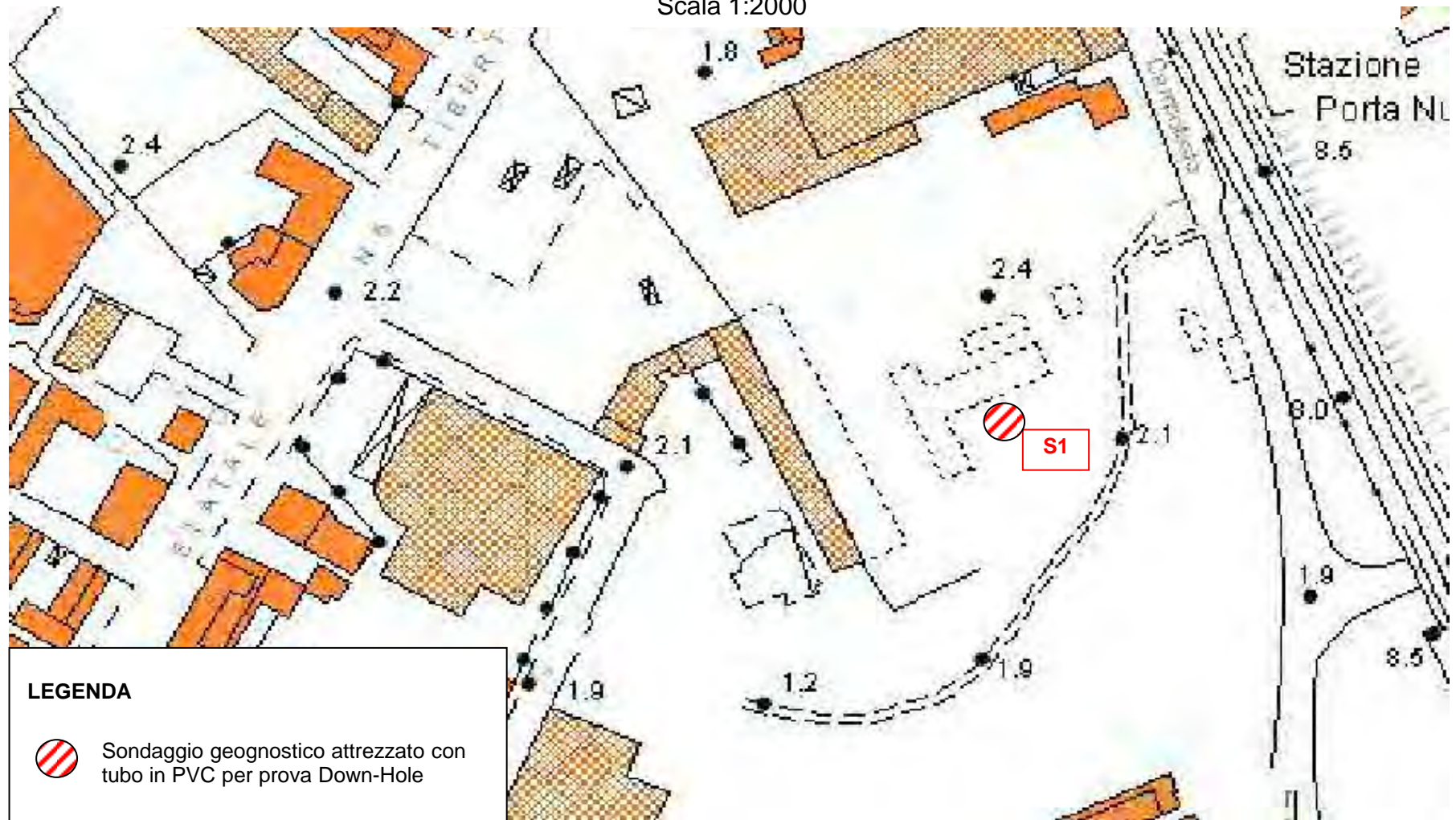


Sismostrato	Profondità	Velocità sismica Vs
n	m	m/s
1	5,42	166,50
2	9,84	159,20
3	13,31	164,60
4	19,85	162,80
5	22,43	214,70
6	26,92	263,50
7	33,28	334,10

INDAGINI DI RIFERIMENTO

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Scala 1:2000



LEGENDA



Sondaggio geognostico attrezzato con tubo in PVC per prova Down-Hole



INDAGINI E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. & C.
Via Fontevicchia, 4 - 65010 SPOLTORE (PE)
tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil@inwind.it

Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per
prove geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.8,
comma 6 del D.P.R. 246

Verbale di accettazione n° 0017 del 20/04/2010

Rif. Int. Sc075

CERTIFICATO

N° 0095

foglio 1 di 3

data di emissione 14/07/2010

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Normativa di riferimento: **Raccomandazioni A.G.I., 1977**

COMMITTENTE :

INIZIATIVE IMMOBILIARI

CODICE SONDAGGIO

S 1

OPERA :

DATA

Inizio **05/07/2010**

Fine **05/07/2010**

LOCALITA' :

PESCARA

OPERATORI : Sondatore **Marinucci**

Aiuto Sondatore: De Acetiis

SCALA :
1 : 100

TIPO SONDA :

CMV 420

DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale

127/101 mm

METODO PERFORAZIONE : **Carotaggio continuo**

CAMPIONATORE :

GEOLOGO :

Cavallucci S.

CAROTTIERE	PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)				POCKET PENETROMETER (kPa)	TORE VANE (kPa)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDISTURBATI	PROVE PRESSIOMETRICHE	PROVE SPT	DOWN-HOLE	TUBI DI RIVESTIMENTO
					20	40	60	80								
carotiere semplice Φ 101	2,0	2,0		Riporto costituito da clasti e frammenti di laterizi in matrice sabbiosa.												
	4,8			Alternanza di limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio e avana-olivastro, da consistente a mediamente consistente. Presenti alcune intercalazioni sabbioso-limose dello stesso colore. Presenti diffusi pigmenti carboniosi.										2,5 m 1 2 4		
	6,8			Limo argilloso sabbioso di colore grigio talora nerastro, poco consistente con diffusi inclusi di torba. Da circa 15,0 m aumenta la frazione sabbiosa e si rilevano orizzonti metrici di limi sabbiosi argillosi e sabbie con limo. Da 16,4 a 21,0 m e da 26,0-27,0 m; da 30,0-31,0 m e da 32,5-33,6 sabbie medio fini debolmente limose. e Da circa 37,0,3 m aumenta il grado di consistenza.										5,0 m 3 4 4		
	34,1													9,0 m 3 3 5		
														16,0 m 2 3 3		

note :

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Responsabile del Settore
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)



INDAGINI E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. & C.
Via Fontevicchia, 4 - 65010 SPOLTORE (PE)
tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil @inwind.it

Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per
prove geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.8,
comma 6 del D.P.R. 246

CERTIFICATO

N° **0095**

foglio **2** di **3**

data di emissione **14/07/2010**

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Normativa di riferimento: **Raccomandazioni A.G.I., 1977**

COMMITTENTE :

INIZIATIVE IMMOBILIARI

CODICE SONDAGGIO

S1

OPERA :

**REALIZZAZIONE PROGRAMMA INTEGRATO -
EDIFICIO "5-6"**

DATA

Inizio **05/07/2010** Fine **05/07/2010**

LOCALITA' :

PESCARA

OPERATORI : Sondatore Marinucci

Aiuto Sondatore: De Acetiis

SCALA :

1 : 100

TIPO SONDA :

CMV 420

DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale

127/101 mm

METODO PERFORAZIONE : **Carotaggio continuo**

CAMPIONATORE :

GEOLOGO :

Cavallucci S.

CAROTIERE	PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTTAGGIO (%)			POCKET PENETROMETER (kPa)	TORE VANE (kPa)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDISTURBATI	PROVE PRESSIOMETRICHE	PROVE SPT	DOWN-HOLE	TUBI DI RIVESTIMENTO
					20	40	60								
carotiere semplice	34,1			Limo argilloso sabbioso di colore grigio talora nerastro, poco consistente con diffusi inclusi di torba. Da circa 15,0 m aumenta la frazione sabbiosa e si rilevano orizzonti metrici di limi sabbiosi argillosi e sabbie con limo. Da 16,4 a 21,0 m e da 26,0-27,0 m; da 30,0-31,0 m e da 32,5 -33,6 sabbie medio fini debolmente limose. e Da circa 37,0,3 m aumenta il grado di consistenza.											
															35,00

note :

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Responsabile del Settore
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)



INDAGINI E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. & C.
Via Fontevicchia, 4 - 65010 SPOLTORE (PE)
tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil @inwind.it

Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per
prove geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.8,
comma 6 del D.P.R. 246

CERTIFICATO

N°

0095

foglio

3

di

3

data di emissione

14/07/2010

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Normativa di riferimento: **Raccomandazioni A.G.I., 1977**

COMMITTENTE :

INIZIATIVE IMMOBILIARI

CODICE SONDAGGIO

S1

OPERA :

REALIZZAZIONE PROGRAMMA INTEGRATO -
EDIFICIO "5-6"

DATA

Inizio **05/07/2010**

Fine **05/07/2010**

LOCALITA' :

PESCARA

OPERATORI : Sondatore Marinucci

Aiuto Sondatore: De Acetiis

SCALA :

1 : 100

TIPO SONDA :

CMV 420

DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale

127/101 mm

METODO PERFORAZIONE : **Carotaggio continuo**

CAMPIONATORE :

GEOLOGO :

Cavallucci S.

CAROTIERE	PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)				POCKET PENETROMETER (kPa)	TORE VANE (kPa)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDISTURBATI	PROVE PRESSIOMETRICHE	PROVE SPT	DOWN-HOLE	TUBI DI RIVESTIMENTO
					20	40	60	80								
carotiere semplice	40,9	34,1		Limo argilloso sabbioso di colore grigio talora nerastro, poco consistente con diffusi inclusi di torba. Da circa 15,0 m aumenta la frazione sabbiosa e si rilevano orizzonti metrici di limi sabbiosi argillosi e sabbie con limo.												
	43,0	2,1		Da 16,4 a 21,0 m e da 26,0-27,0 m; da 30,0-31,0 m e da 32,5 -33,6 sabbie medio fini debolmente limose. e Da circa 37,0,3 m aumenta il grado di consistenza.												
				Ghiaie eterometriche sabbiose ben addensate di colore biancastro. I Clasti calcarei hanno forma sub-arrotondata con $\phi_{max}=7cm$.												

note :

Il Responsabile della Sperimentazione
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Responsabile del Settore
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)



INDAGINI E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. & C.
Via Fontevicchia, 4 - 65010 SPOLTORE (PE)
tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil @inwind.it

Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per prove
geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.8, comma 6 del
D.P.R. 246

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

COMMITTENTE:	INIZIATIVE IMMOBILIARI s.r.l.	CODICE SONDAGGIO
OPERA :	REALIZZAZIONE PROGRAMMA INTEGRATO EDIFICIO 5-6	<i>SI</i>
LOCALITA' :	PESCARA	

TIPO SONDA	CMV 900	PROFONDITA' FORO:	45,00 m		
OPERATORI	Marinucci - De Acetiis	DATA inizio :	05/07/2010	DATA fine :	05/07/2010

Postazione di sondaggio



CASSA N 1 da 0,00 a 5,00 mt



CASSA N 2 da 5,00 a 10,00 mt



CASSA N 3 da 10,00 a 15,00 mt



CASSA N 4 da 15,00 a 20,00 mt



CASSA N 5 da 20,00 a 25,00 mt



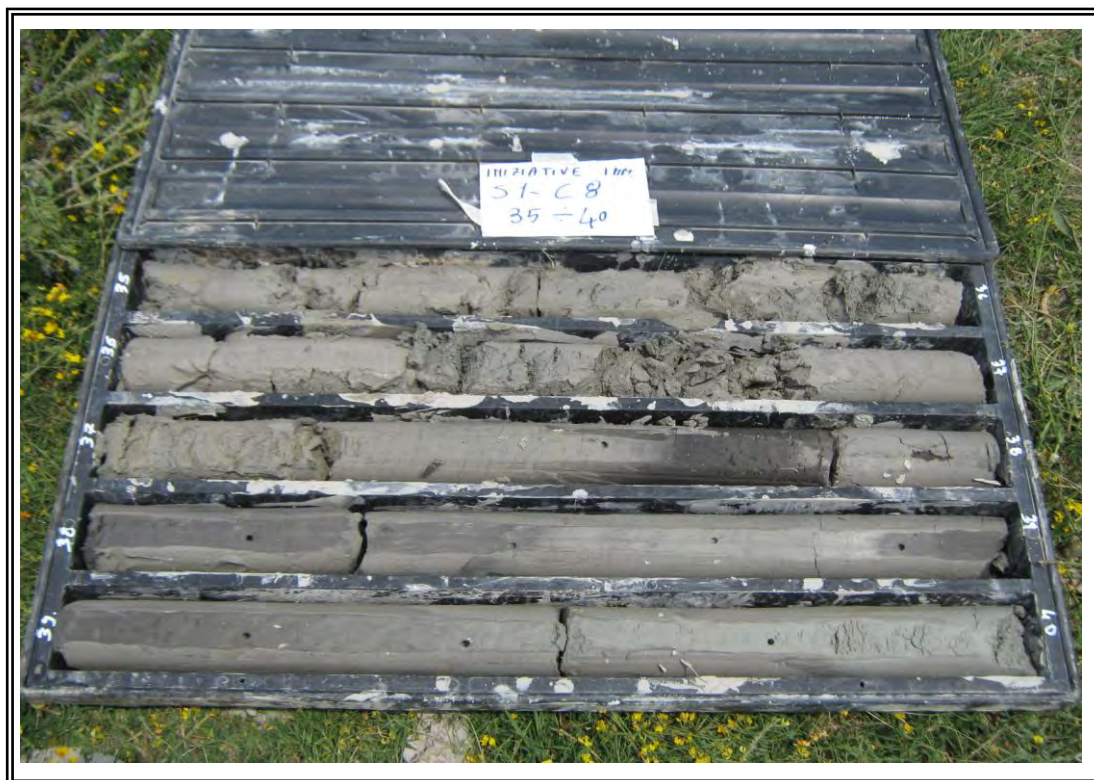
CASSA N 6 da 25,00 a 30,00 mt



CASSA N 7 da 30,00 a 35,00 mt



CASSA N 6 da 35,00 a 40,00 mt



CASSA N 7 da 40,00 a 43,00 mt





INDAGINI E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. & C.
Via Fontevecchia, 4 - 65010 SPOLTRE (PE)
tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil @inwind.it

PROVA DOWN-HOLE - TABULATI -

Foglio 1 di 7

COMMITTENTE
OPERA

Iniziative Immobiliari S.r.l.
Realizzazione programma integrato

CODICE PROVA

S1-DH 1

LOCALITA'

Pescara

CODICE SONDAGGIO :	S1	PROFONDITA' FORO :	35,00 m
DATA ESECUZIONE PROVA :	14/07/2010	ENERGIZZAZIONE :	Onde P e S
NUMERO REGISTRAZIONI :	35	PASSO :	1,00 m
POSIZIONE PRIMO GEOFONO :	1,00 m	OFFSET SCOPPIO :	2,0 m

Reg. Nr	Z m	Tp m s	Ts m s	SR m	Tpcorr m s	Tscorr m s	Vp m/s	Vs m/s
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	6,90	30,90	2,2361	3,0858	13,8189	324,07	72,36
2	2	8,20	33,50	2,8284	5,7983	23,6881	368,66	101,33
3	3	9,20	36,90	3,6056	7,6549	30,7027	538,62	142,56
4	4	10,50	41,10	4,4721	9,3915	36,761	575,84	165,06
5	5	11,80	45,20	5,3852	10,956	41,9672	639,18	192,08
6	6	12,70	49,30	6,3246	12,0483	46,7701	915,5	208,21
7	7	14,30	52,90	7,2801	13,7498	50,8646	587,72	244,23
8	8	15,50	56,90	8,2462	15,0372	55,2011	776,76	230,6
9	9	16,60	60,50	9,2195	16,2047	59,0593	856,53	259,19
10	10	18,20	64,60	10,198	17,8466	63,3455	609,05	233,31
11	11	19,20	69,10	11,1803	18,8903	67,9854	958,13	215,52
12	12	21,00	74,80	12,1655	20,7143	73,7823	548,25	172,51
13	13	23,70	80,80	13,153	23,4244	79,8604	368,99	164,53
14	14	24,90	84,10	14,1421	24,6497	83,2548	816,13	294,6
15	15	26,80	87,30	15,1328	26,5649	86,5342	522,14	304,93
16	16	28,60	91,40	16,1245	28,3792	90,6942	551,18	240,38
17	17	29,90	95,50	17,1172	29,6952	94,8459	759,88	240,87
18	18	32,90	100,30	18,1108	32,6988	99,6865	332,93	206,59
19	19	35,60	105,00	19,105	35,4044	104,4231	369,6	211,12
20	20	38,10	108,70	20,0998	37,9109	108,1605	398,96	267,57
21	21	39,60	112,00	21,095	39,4216	111,4955	661,94	299,85
22	22	41,50	116,20	22,0907	41,3296	115,7228	524,11	236,56
23	23	44,40	121,00	23,0868	44,2331	120,5451	344,41	207,37
24	24	46,50	125,20	24,0832	46,3394	124,7675	474,77	236,83
25	25	49,80	130,20	25,0799	49,6414	129,7854	302,85	199,29
26	26	51,90	134,00	26,0768	51,7471	133,6053	474,9	261,79
27	27	54,30	137,50	27,074	54,1516	137,1243	415,89	284,17
28	28	56,40	141,10	28,0713	56,2567	140,7414	475,04	276,46
29	29	58,80	145,50	29,0689	58,6607	145,1552	415,97	226,56
30	30	61,10	149,10	30,0666	60,9647	148,7698	434,03	276,66
31	31	63,10	152,90	31,0645	62,9691	152,58	498,9	262,26
32	32	65,60	156,40	32,0624	65,4722	156,10	399,51	284,69
33	33	68,10	160,00	33,0606	67,9753	159,71	399,5	276,89
34	34	70,00	163,90	34,0588	69,8792	163,62	525,24	255,74
35	35	72,30	167,70	35,0571	72,1823	167,43	434,2	262,49



INDAGINE E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. & C.
Via Fontevicchia, 4 - 65010 SPOLTORE (PE)
tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil @inwind.it

PROVA DOWN-HOLE - TABULATI MODULI DINAMICI-

Foglio 2 di 7

COMMITTENTE
OPERA

Iniziative Immobiliari S.r.l.

CODICE PROVA

LOCALITA'

Realizzazione programma integrato

S1-DH 1

Pescara

CODICE SONDAGGIO :	S1	PROFONDITA' FORO :	30,00 m
DATA ESECUZIONE PROVA :	14/07/2010	ENERGIZZAZIONE :	Onde P e S
NUMERO REGISTRAZIONI :	30	PASSO :	1,00 m
POSIZIONE PRIMO GEOFONO :	1,00 m	OFFSET SCOPPIO :	2,0 m

Z m	Vp m/s	Vs m/s	Densità geofisica (g) KN/mc	Coefficiente di Poisson (ni)	Modulo di deformazione al taglio (G) MPa	Modulo di compressibilità edometrica (Ed) MPa	Modulo di Young (E) MPa	Modulo compressibilità volumetrica (Ev) MPa
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	324,07	72,36	17,6	0,4738	9,4	188,48	27,71	175,95
2	368,66	101,33	17,07	0,4591	17,87	236,57	52,15	212,74
3	538,62	142,56	17,79	0,4623	36,87	526,28	107,83	477,13
4	575,84	165,06	18	0,4552	50,01	608,63	145,55	541,96
5	639,18	192,08	18,35	0,4504	69,04	764,47	200,27	672,42
6	915,5	208,21	18,47	0,4727	81,65	1578,57	240,49	1469,7
7	587,72	244,23	18,95	0,3956	115,26	667,47	321,71	513,78
8	776,76	230,6	18,6	0,4517	100,86	1144,37	292,84	1009,89
9	856,53	259,19	18,95	0,4496	129,82	1417,67	376,37	1244,58
10	609,05	233,31	18,44	0,414	102,35	697,5	289,45	561,03
11	958,13	215,52	18,04	0,4734	85,45	1688,75	251,8	1574,82
12	548,25	172,51	17,08	0,4451	51,83	523,51	149,8	454,4
13	368,99	164,53	16,83	0,3759	46,46	233,66	127,85	171,72
14	816,13	294,6	19,08	0,4251	168,86	1295,92	481,28	1070,77
15	522,14	304,93	19,16	0,2412	181,67	532,66	450,98	290,44
16	551,18	240,38	18,17	0,3826	107,06	562,89	296,04	420,14
17	759,88	240,87	18,13	0,4441	107,26	1067,5	309,79	924,48
18	332,93	206,59	17,48	0,1869	76,07	197,57	180,58	96,14
19	369,6	211,12	17,52	0,2578	79,63	244,05	200,32	137,88
20	398,96	267,57	18,43	0,0912	134,55	299,13	293,64	119,73
21	661,94	299,85	18,84	0,3709	172,73	841,78	473,59	611,47
22	524,11	236,56	17,87	0,3721	101,97	500,55	279,83	364,59
23	344,41	207,37	17,31	0,2157	75,9	209,38	184,54	108,17
24	474,77	236,83	17,81	0,3344	101,86	409,36	271,84	273,55
25	302,85	199,29	17,09	0,1181	69,21	159,84	154,77	67,55
26	474,9	261,79	18,15	0,2817	126,84	417,41	325,14	248,29
27	415,89	284,17	18,45	0,0621	151,93	325,41	322,73	122,84
28	475,04	276,46	18,32	0,2439	142,78	421,57	355,21	231,19
29	415,97	226,56	17,5	0,2891	91,6	308,77	236,16	186,64
30	434,03	276,66	18,27	0,1578	142,6	350,96	330,2	160,83
31	498,9	262,26	18,04	0,3091	126,53	457,87	331,28	289,17
32	399,51	284,69	18,34	0,104	151,57	298,49	303,14	96,39
33	399,5	276,89	18,21	0,0378	142,37	296,36	295,5	106,54
34	525,24	255,74	17,88	0,3446	119,25	502,99	320,69	344
35	434,2	262,49	17,96	0,212	126,19	345,28	305,88	177,03



INDAGINI E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

PROVA DOWN-HOLE

- GRAFICI DROMOCRONE E VELOCITA' -

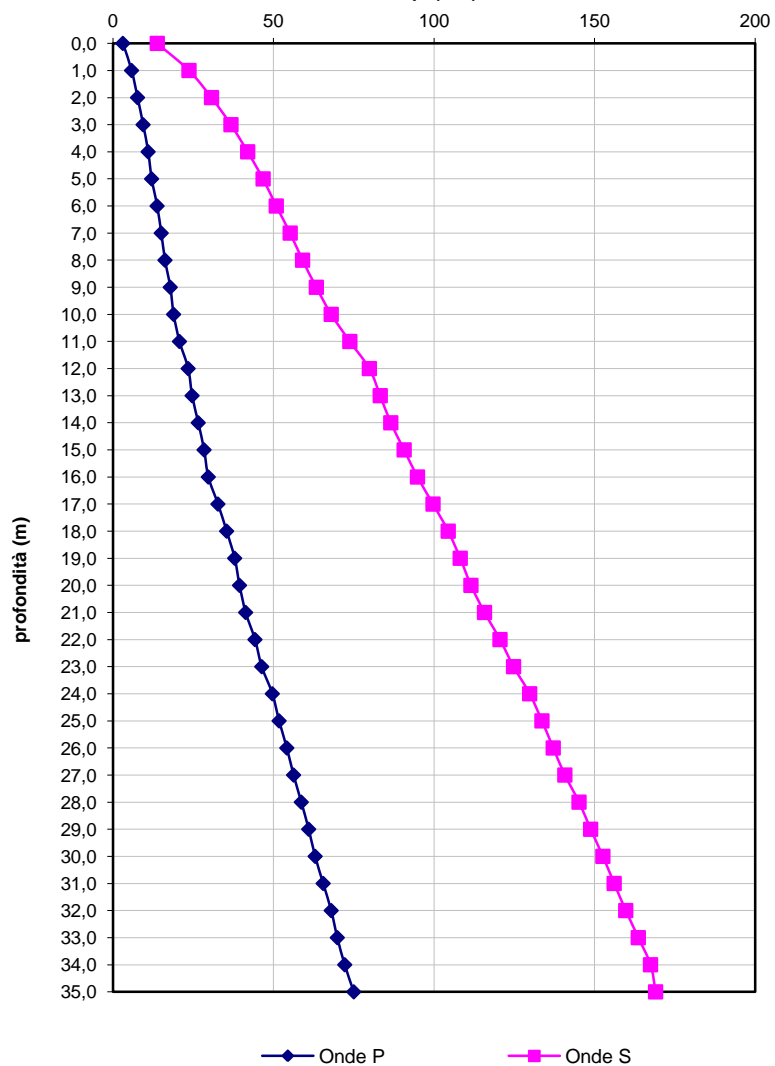
Foglio 4 di 7

COMMITTENTE **Iniziative Immobiliari S.r.l.**
OPERA **Realizzazione programma integrato**
LOCALITA' **Pescara**

PROVA **S1-DH 1**

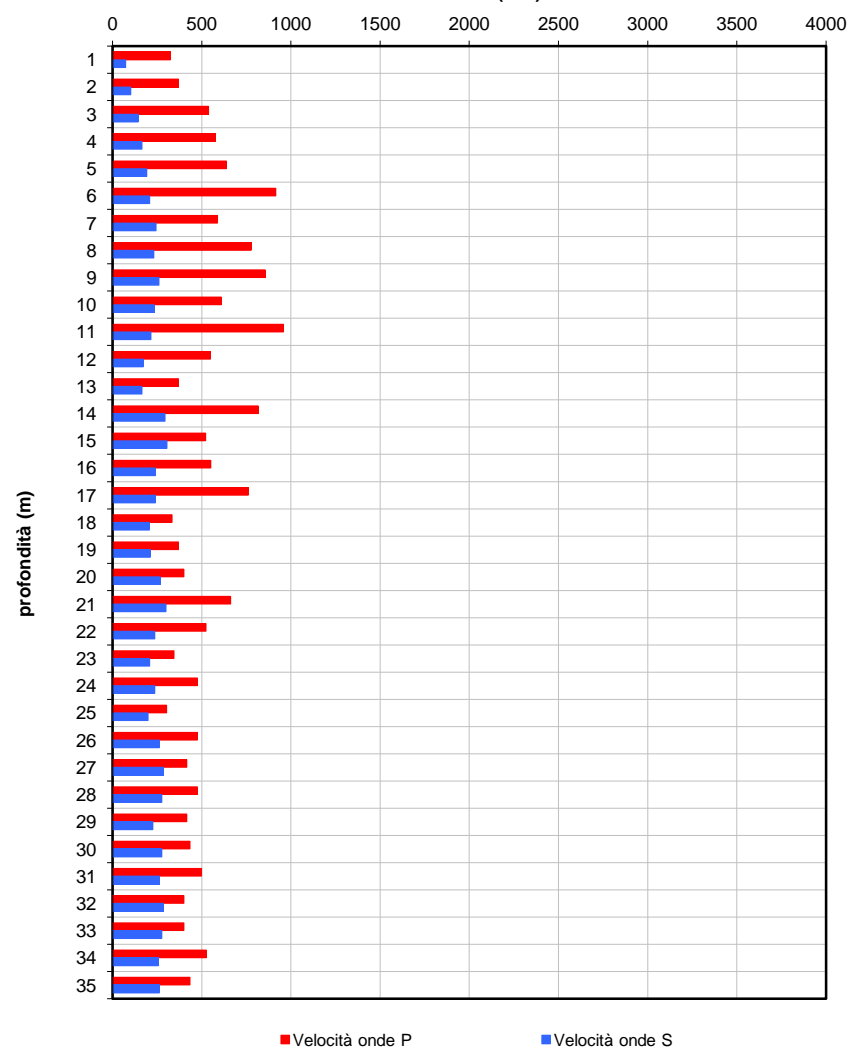
DROMOCRONE

tempi (m s)



VELOCITA' SISMICHE

velocità (m/s)



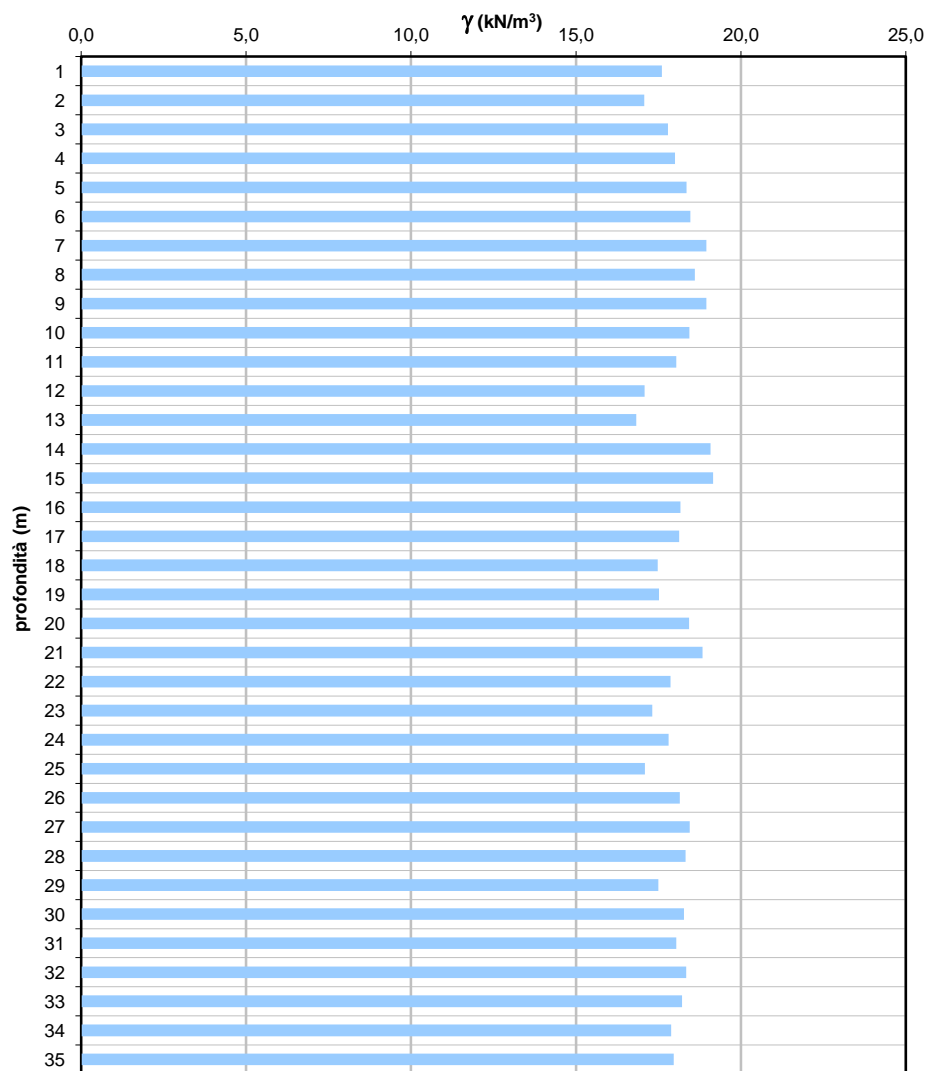


PROVA DOWN-HOLE
- GRAFICI DENSITA' GEOFISICA E COEFFICIENTE DI POISSON -
Foglio 5 di 7

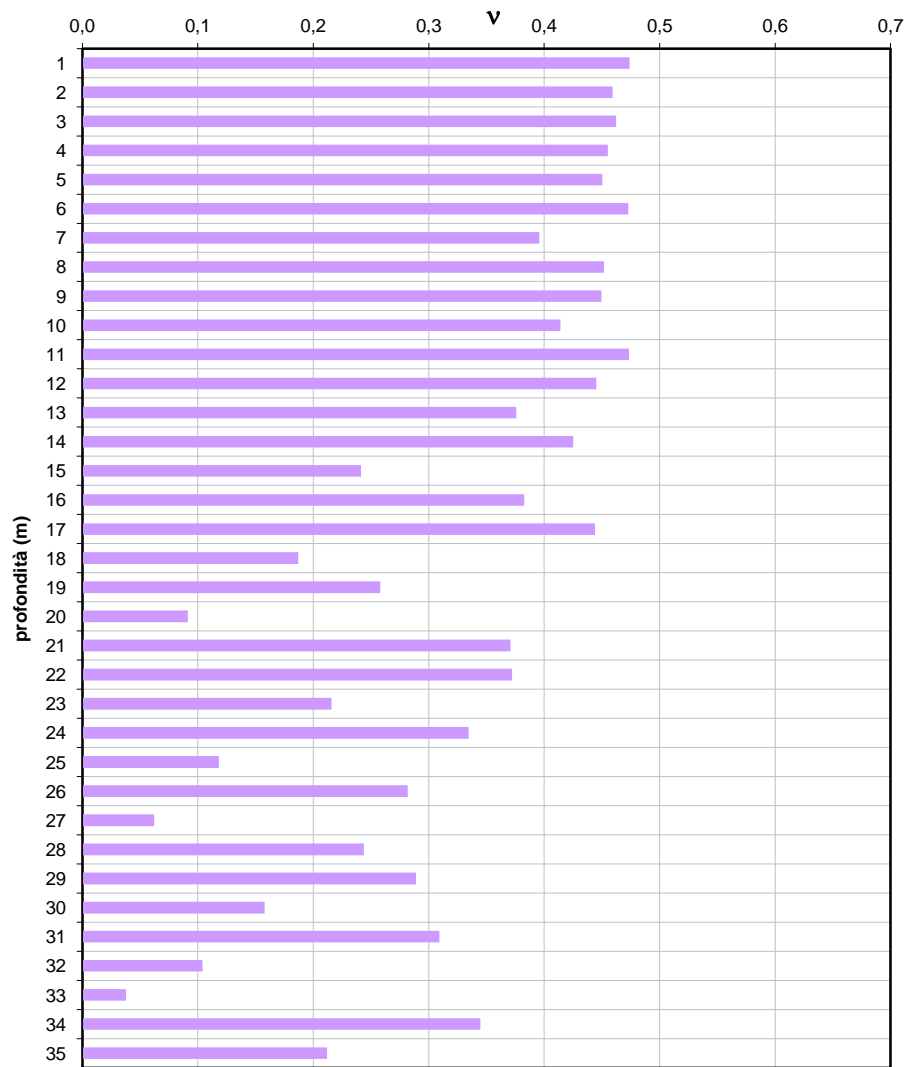
COMMITTENTE **Iniziative Immobiliari S.r.l.**
OPERA **Realizzazione programma integrato**
LOCALITA' **Pescara**

PROVA **S1-DH 1**

DENSITA' GEOFISICA



COEFFICIENTE DI POISSON



PROVA DOWN-HOLE

- GRAFICI MODULI DI DEFORMAZIONE A TAGLIO E COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA -

Foglio 6 di 7



INDAGINI E RICERCHE
DI INGEGNERIA GEOTECNICA

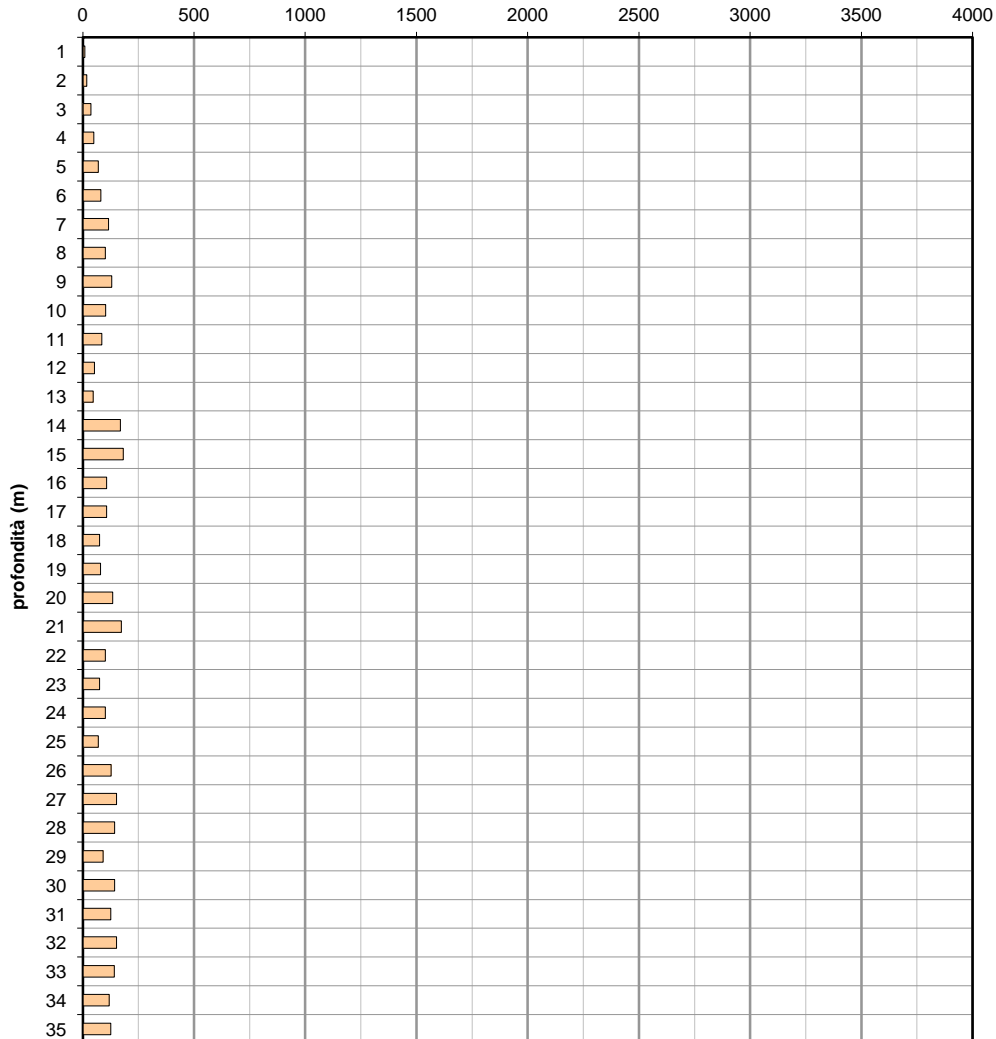
COMMITTENTE
OPERA
LOCALITA'

Iniziative Immobiliari S.r.l.
Realizzazione programma integrato
Pescara

S1-DH 1

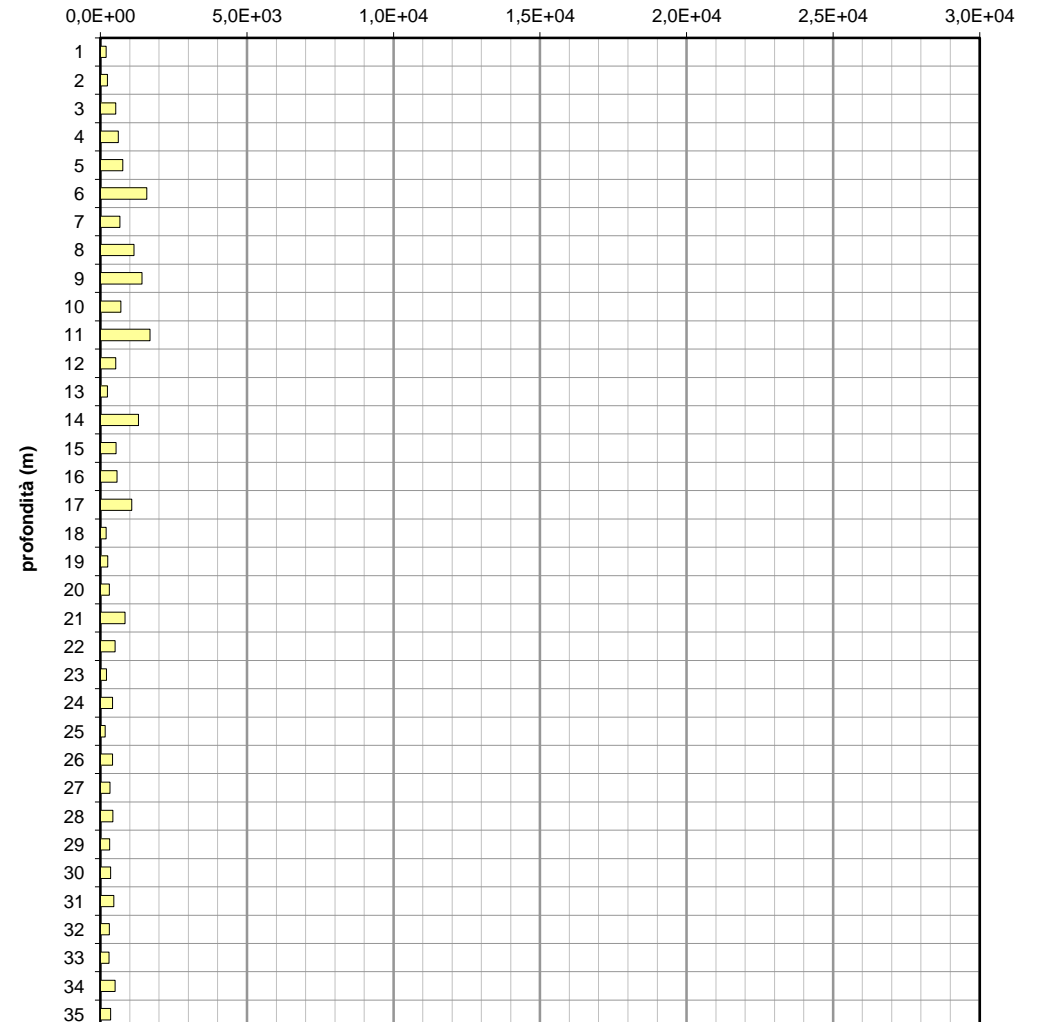
MODULO DEFORMAZIONE A TAGLIO

G (MPa)



MODULO COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

Ed (MPa)





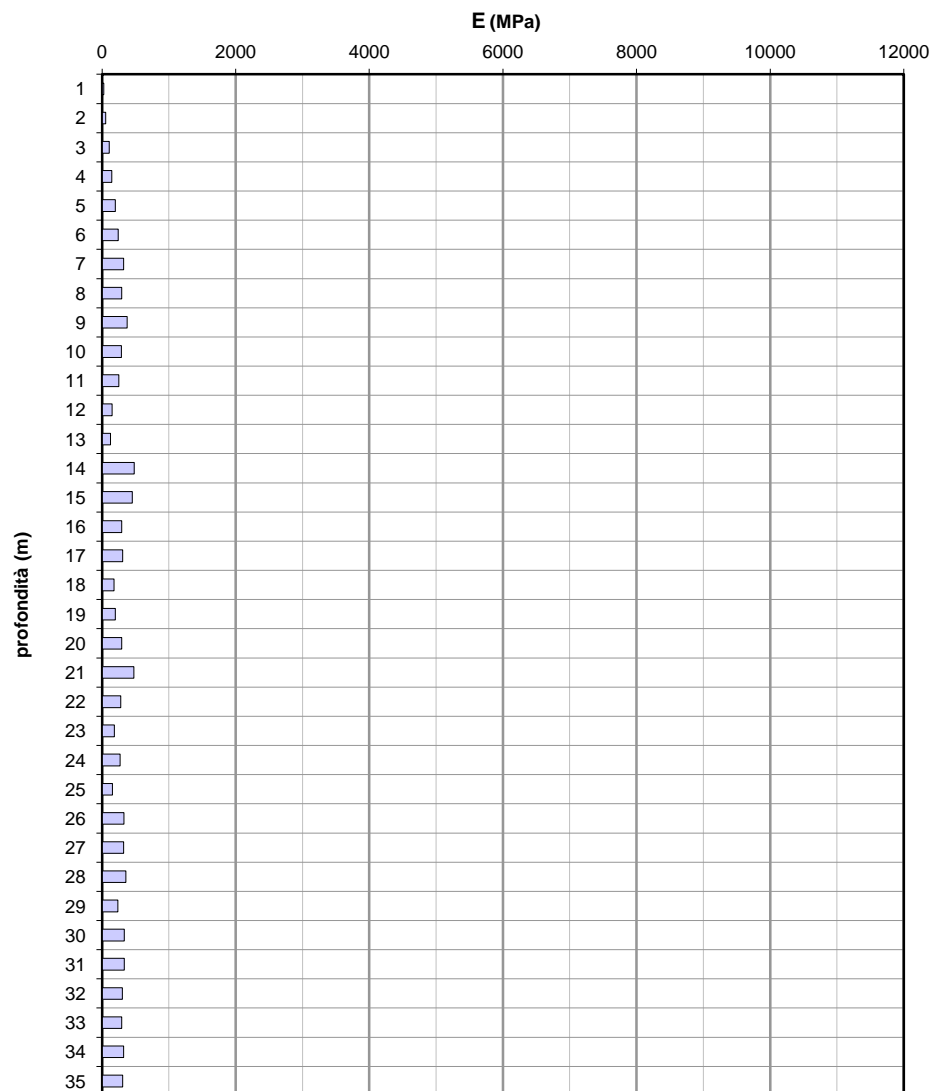
PROVA GEOFISICA IN FORO - DOWN-HOLE
- GRAFICI MODULI DI YOUNG E COMPRESSIBILITA' VOLUMETRICA -
Foglio 7 di 7

COMMITTENTE
OPERA
LOCALITA'

Iniziative Immobiliari S.r.l.
Realizzazione programma integrato
Pescara

S1-DH 1

MODULO DI YOUNG



MODULO COMPRESSIBILITA' VOLUMETRICA



CURVE GRANULOMETRICHE DI RIFERIMENTO

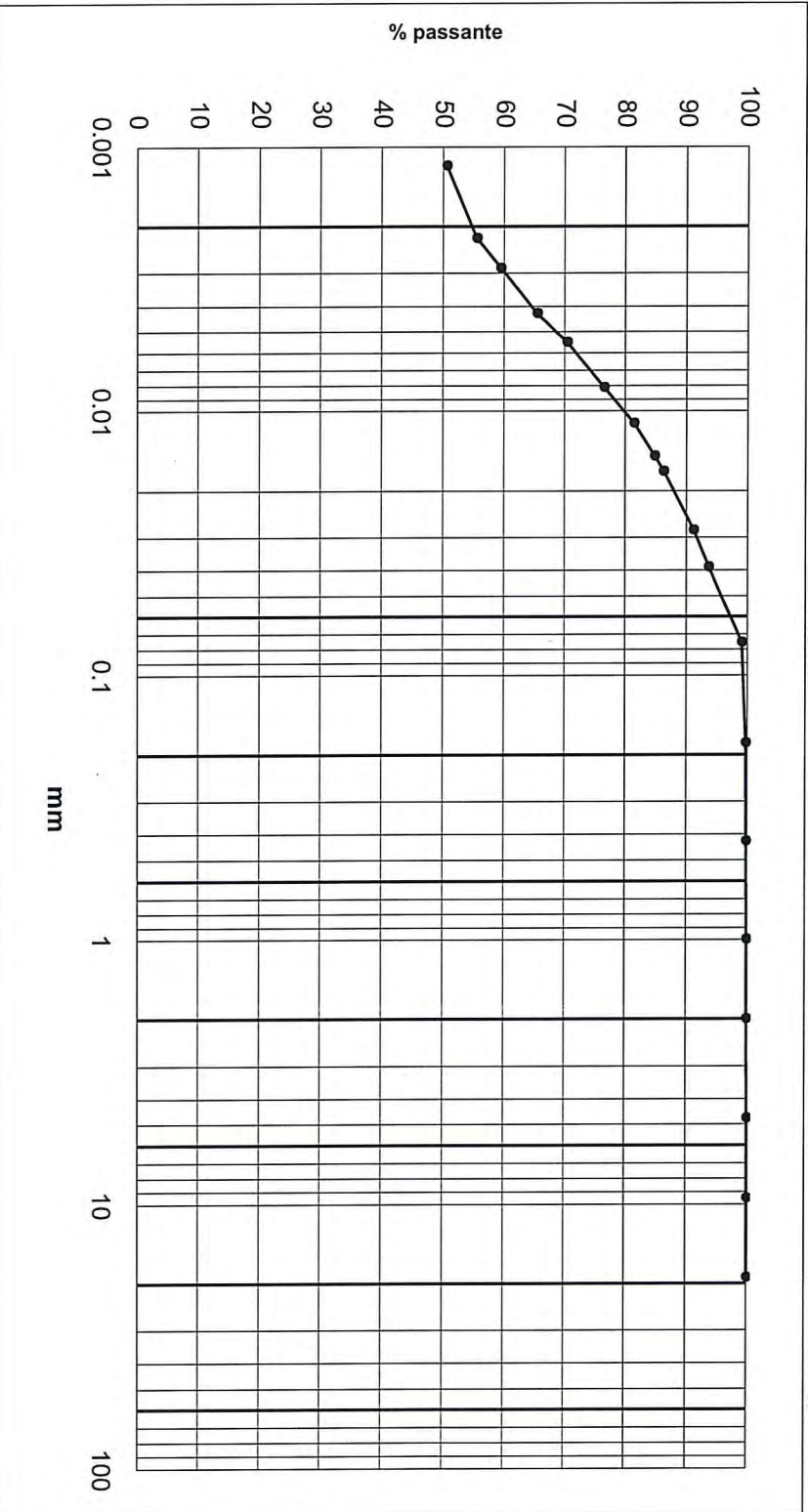
Cantiere Comprensorio 9.16 - Loc. Tiburtina (PE)

ANALISI GRANULOMETRICA - (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
Diagramma



Sondaggio BH 1 Campione 1 Profondità 5.4-6.0 m

argilla	limo	F	sabbia	M	G	F	M	G	ciottoli
0.002			0.060	0.2	0.6	2	6	20	60



Cantiere Compensorio 9.16 - Loc. Tiburtina (PE)



ANALISI GRANULOMETRICA - (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
Diagramma

Sondaggio BH 1 Campione 3 Profondità 26.0-26.5 m

argilla	limo		sabbia			ghiaia			ciottoli
	F	M	G	M	G	F	M	G	
	0.060	0.2	0.6	2	6	20	60		

