

**COMUNE DI RICCIONE
PROVINCIA DI RIMINI**

**INDAGINE GEOLOGICA-TECNICA ED IDROLOGICA PER
LA REALIZZAZIONE DI UN PARCHEGGIO A RASO CON
INSTALLAZIONE DI PENSILINE FOTOVOLTAICHE DA
REALIZZARSI IN LOCALITA' RICCIONE, VIA
PORTOVENERE**

Committente: SOC. AMBIO S.R.L.

**Dott. Geol. Eugenio Fiorini
(Firmata Digitalmente)**

LUGLIO 2025

INDICE:

- 1 -	PREMESSE -----	PAG. 2
- 2 -	METODOLOGIA DI INDAGINE -----	PAG. 5
- 3 -	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO (MODELLO GEOLOGICO)	PAG. 6
- 4 -	CONDIZIONI STRATIGRAFICHE LOCALI -----	PAG. 16
- 5 -	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE E IDROGRAFICHE LOCALI E RISCHIO IDRAULICO -----	PAG. 18
- 6 -	VALUTAZIONE SULLA CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO (VS30) -----	PAG. 22
- 7 -	CLASSIFICAZIONE SISMICA -----	PAG. 25
- 8 -	VALUTAZIONE SULL'AZIONE SISMICA LOCALE -----	PAG. 27
- 9 -	INDICAZIONI SUI PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI -----	PAG. 30
- 10 -	INDICAZIONI SULLE OPERE DI FONDAZIONE DELLE PENSILINE -----	PAG. 35
- 11 -	INDICAZIONI SUI COEFFICIENTI DI SOTTOFONDO "K" (TERRENO ALLA WINKLER) -----	PAG. 38
- 12 -	CONCLUSIONI -----	PAG. 41
-	APPENDICE A - PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (C.P.T.M.) E SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	
-	APPENDICE B - METODOLOGIA DI INDAGINE E CARATTERISTICHE DELLA PROVA MASW.	

COMUNE DI RICCIONE
PROVINCIA DI RIMINI

INDAGINE GEOLOGICA-TECNICA ED IDROLOGICA PER LA REALIZZAZIONE DI UN
PARCHEGGIO A RASO CON INSTALLAZIONE DI PENSILINE FOTOVOLTAICHE DA
REALIZZARSI IN LOCALITA' RICCIONE, VIA PORTOVENERE

- 1 - PREMESSE:

Su incarico della Società Piano Terra s.r.l. e come prevedono le Norme Tecniche delle Costruzioni (N.T.C. 2018), approvate con D.M. 17-01-2018, è stato eseguito uno studio geologico - tecnico sui terreni di interesse.

L'area oggetto di studio ricade nell'elemento n. 256162 (Riccione Marina) delle Carta Tecnica della Regione Emilia Romagna (C.T.R. - scala 1:5.000), ed è posizionata ad una quota altimetrica compresa tra 2.50 m e 3.00 m circa s. l. m. m..

Si tratta di un'area sita nella zona Nord del centro abitato di Riccione, posizionata subito a monte della Linea Ferroviaria Bologna-Ancona, che dista, in linea d'aria, 500,0 m circa dall'attuale battigia.

In particolare, l'area di interesse è interclusa tra Via Portofino a Ovest e la linea ferroviaria Bologna-Ancona a Est.

I dati raccolti sulla natura ed assetto del sottosuolo hanno permesso di:

- verificare le caratteristiche geologiche e morfologiche dell'area di interesse e delle aree limitrofe (Modello Geologico);
- verificare le caratteristiche stratigrafiche locali;

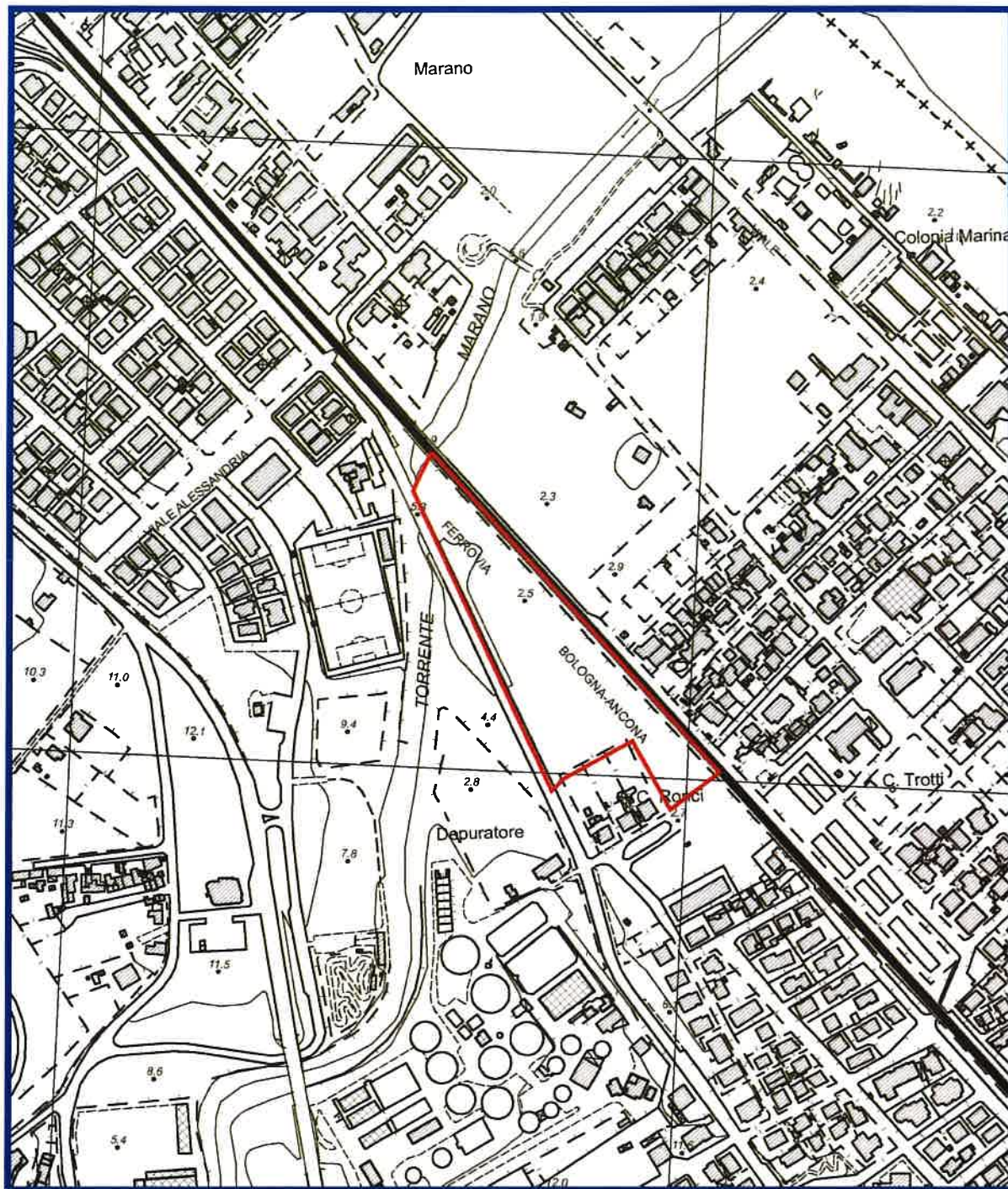
- valutare le condizioni idrogeologiche e idrografiche locali;
- valutare la velocità delle onde di taglio (V_{s30}) e classificare il terreno presente nei primi 30 m di spessore, come prevede la normativa vigente;
- valutare l'azione sismica locale;
- dare delle indicazioni sui parametri geotecnici dei terreni rinvenuti: angolo di attrito interno, coesione, peso di volume;
- dare delle indicazioni sulla tipologia fondale da adottare e indicare il carico limite o resistenza di progetto;
- dare delle indicazioni sui moduli di sottofondo "K" (terreni alla Winkler).

Si riporta, qui di seguito in Fig.1, lo stralcio della Carta Tecnica Regionale (C.T.R. - Scala 1:5.000) con l'ubicazione dell'area di interesse.

COROGRAFIA SCALA 1:5.000

FIG.1

ELEMENTO N. 256162 RICCIONE MARINA



AREA DI INTERESSE

- 2 - METODOLOGIA DI INDAGINE:

Nell'area di interesse, nel periodo Luglio 2025, è stata eseguita una campagna geognostica costituita da:

- n.5 prove penetrometriche statiche meccaniche (C.P.T.M.) (1), spinte a profondità significative in considerazione delle opere in progetto;
- n. 1 prova sismica Masw per la valutazione della velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità (Vs30).

In Fig. 2 (Planimetria scala 1:1.000) sono riportate: l'ubicazione delle prove penetrometriche, le tracce delle sezioni litostratigrafiche A - B - C - D e E - F, la linea dello stendimento geofonico relativo alla prova sismica Masw.

In **Appendice A** sono riportati gli elaborati grafici delle prove penetrometriche statiche con i relativi risultati e il sondaggio a carotaggio continuo n. 267040P501.

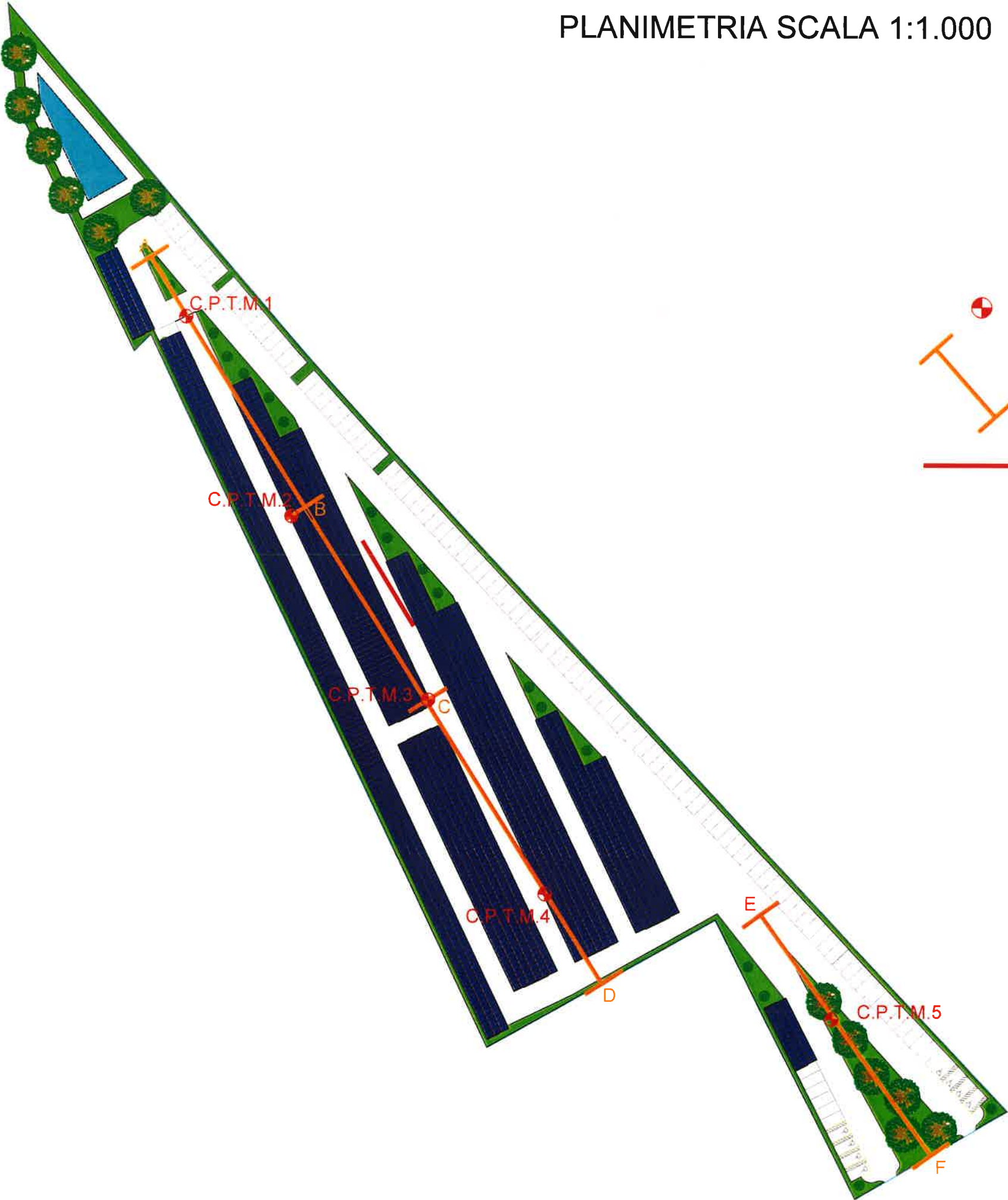
In **Appendice B** è riportata la metodologia di indagine e le caratteristiche della prova Masw.

1) Caratteristiche dello strumento:

Penetrometro statico semovente - 200 Kn spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale con superficie 150 cmq.

PLANIMETRIA SCALA 1:1.000

FIG.2



LEGENDA:
UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE MECCANICHE (C.P.T.M.)

TRACCE DELLE SEZIONI

UBICAZIONE STENDIMENTO GEOFONICO

Le caratteristiche della prova Masw sono:

Nome	Stendimento Geofonico (m)	Energizzazione	Geofoni
M1	22	4	12

- 3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO (MODELLO GEOLOGICO):

Dal punto di vista geologico, sulla base della Carta Geologica d'Italia (Foglio 101 - Rimini), l'area di indagine ricade nel territorio di affioramento della formazione del Pleistocene superiore - Olocene denominata "a4s" (sabbie del litorale).

La Carta Geologica della Regione Emilia Romagna inquadra l'area nel Subsistema di Ravenna (AES8; Pleistocene superiore-Olocene) appartenente al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore della Successione del Margine Appenninico Neogenico Padano, unità composta da depositi alluvionali, marini e litorali.

In particolare si tratta di una unità di rango gerarchico inferiore (Unità di Modena "AES8a" Olocene) composta da depositi deltizi, litorali e marini organizzati in successioni cicliche di vario ordine gerarchico.

La serie marina che ricopre in contatto discordante (trasgressione Flandriana) quella alluvionale è costituita generalmente da sabbie medie o medio-fini, generalmente ben classate, con laminazione a basso angolo cuneiforme o concavo - convessa, talora evidenziata da allineamenti di livelli di frustoli vegetali.

Nell'area in studio nelle sabbie vi sono intercalazioni di litotipi granulometricamente eterogene (limi sabbiosi e argillosi) dotati di caratteristiche geomeccaniche inferiori dal punto di vista della consistenza e della compressibilità.

Tali livelli con caratteristiche di scarso spessore e continuità laterale rappresentano la testimonianza di un ambiente deposizionale di transizione dove risulta incompleto il processo di rielaborazione dei sedimenti fluviali da parte sia del moto ondoso che delle correnti lungo

costa litorali.

I terreni limosi argillosi e argillo - limosi sottostanti, originati dal trasporto e accumulo alluvionale, si presentano come massivi o possiedono deboli laminazioni, talora sono alternati a sottili livelli limo-sabbiosi e quindi possiedono caratteri tipici di ambienti di piana innondabile del Rio Marano.

Più in profondità tali terreni si alternano a sabbie con bioclasti e ghiaie a ciottoli arrotondati, organizzate in un orizzonte spesso alcuni metri di depositi alluvionali o litorali di barra di foce/delta al limite settentrionale dell'antico conoide del Torrente Conca con rielaborazione parziale o totale da parte del moto ondoso.

La carta geologica della Regione Emilia Romagna descrive la successione stratigrafica del primo sottosuolo come segue.

- SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE (AES) :

Comprende depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini.

Nel sottosuolo della pianura è costituito da una successione di cicli trasgressivo - regressivi formati da argille, limi e sabbie e ghiaie in ambiente alluvionale e, limitatamente al settore costiero, da sabbie litorali.

In affioramento e nel sottosuolo prossimale alla catena appenninica il limite inferiore è erosivo e discordante su depositi marini.

Sintema parzialmente suddiviso in subsintemi (AES8, AES7 e AES6) limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino - marginali e palustri su depositi di conoide

e di pianura alluvionale.

I depositi fini di tracimazione fluviale dei terrazzi del margine appenninico non sono differenziati in subsintemi.

Nel sottosuolo della pianura alluvionale sono presenti 2 cicli deposizionali inferiori che non hanno corrispettivi in affioramento e perciò non sono stati formalizzati.

Spessore massimo circa 200 m (sottosuolo della pianura).
(Età: Pleistocene medio - Olocene).

- Subsistema di Ravenna (AES8):

Depositi fluviali intravallivi di pianura alluvionale, di piana di sabbia litorale e, nel settore a mare, di prodelta e transizione alla piattaforma.

Nella valle del Fiume Marecchia i depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzo con inclinazione media di 5 - 6 per mille.

Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato su suoli variabili da non calcarei a calcarei.

I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro (10YR, 2,5Y), spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano.

I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a.

Il limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.

Susintema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico.

Spessore massimo di 20 - 25 metri.

Pleistocene superiore - Olocene.

- Unità di Modena (AES8a):

Ghiaie, sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e piana inondabile; sabbie e ghiaie di cordone litorale e di barra di foce; argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma.

Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro (2,5y) al tetto, privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (es. argini e bacini interfluviali).

Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura.

Include, concettualmente, i depositi fluviali in evoluzione b1 che però, in accordo con la tradizione della cartografia geologica preesistente, sono stati cartografati separatamente.

Spessore massimo 3 - 4 metri.

Età post-romana (IV - V sec. d.C. - Attuale, datazione archeologica).

Olocene Unità presente come depositi litorali nella fascia costiera nel cui territorio di affioramento rientra l'area in studio.

Una ricostruzione del modello geologico è possibile attraverso la consultazione della Carta delle Sezioni Geologiche e Prove Geognostiche della Pianura Emiliano Romagnola.

In particolare, i dati disponibili a breve distanza dal sito di intervento sono una sezione lungo costa (n°97"), la cui traccia corre a 100 metri circa a Est dall'area in studio ed il profilo di un sondaggio stratigrafico ("267040P591") eseguito nelle vicinanze del casello autostradale A.14 di Riccione Sud (Vedi ubicazione in Figura 3), spinto alla profondità di 43.0 mt, ubicato ad una distanza di 1.200,00 m circa a Sud Ovest dell'area di interesse.

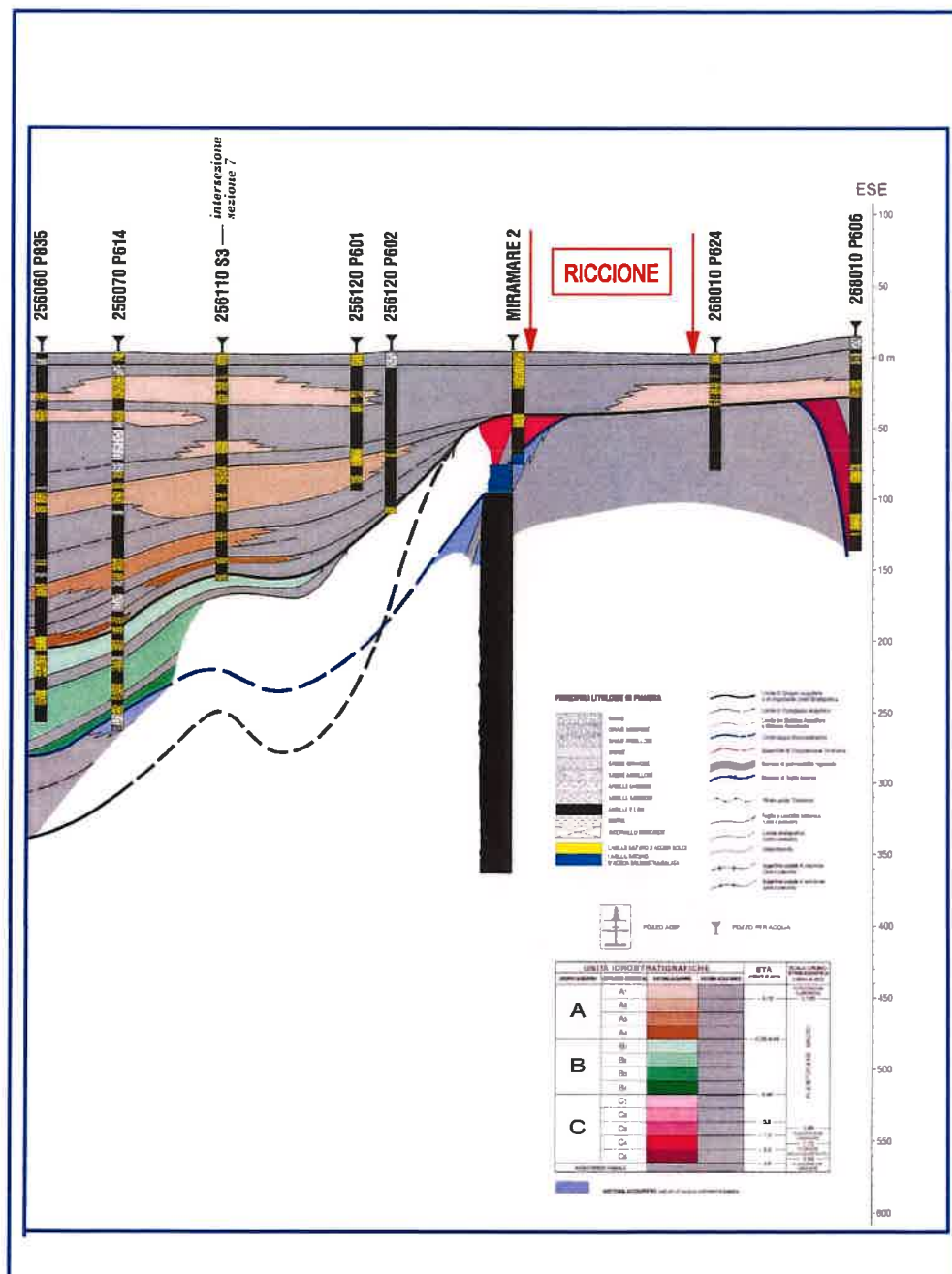
Dalla sezione geologica è osservabile come il sottosuolo, all'altezza dell'area oggetto di studio, abbia uno spessore di poche decine di metri di depositi litorrali e continentali alluvionali appartenenti alle Unità idrostratigrafiche "A" e "B" (Pleistocene medio - superiore; Regione Emilia Romagna, ENI - AGIP, 1998 Riserve idriche della Regione Emilia Romagna a cura di G. di Dio).

Tali depositi giacciono con assetto stratigrafico suborizzontale sui terreni di origine marina del substrato plio - pleistocenico (Unità idrostratigrafica "C" rappresentate in loco dalle Sabbie Gialle di Imola e dalla Formazione delle Argille Grigio - Azzurre), coinvolto negli accavallamenti che rappresentano le strutture tettoniche sepolte in netta discontinuità stratigrafica rispetto ai terreni sovrastanti.

La presenza di terreni marini del substrato (bed rock) alla profondità di poche decine di metri al di sotto dei depositi continentali alluvionali è ben individuabile nel sondaggio preso come riferimento, riportato in Appendice A.

Pertanto questi dati ci forniscono il quadro geologico generale omogeneo almeno per una fascia di territorio esteso dalla linea di costa fino ai primi rilevamenti collinari.

Il modello geologico è quello di uno spessore di 30 - 40 m di sedimenti deposti in dominio continentale in giacitura suborizzontale al di sopra dei terreni di origine marina che rappresentano il substrato e costituiscono le strutture tettoniche sepolte legate all'orogenesi appenninica.



L'aspetto morfologico generale è quello pianeggiante, tipico delle fasce costiere basse, originato dall'interazione tra ambiente continentale (alluvionale) e marino (litorale) e interrotto solamente da un esteso gradino morfologico (paleofalesia) di alcuni metri, posto tra 50m/100m circa verso l'entroterra dal sito di intervento, che rappresenta una paleolinea di costa con andamento parallelo alla attuale.

Tale salto di pendenza determina un terrazzamento costiero linearmente esteso dal Comune di Cattolica (a S.E.) fino a quello di Igea Marina (a N.O.) se si eccettua l'interruzione centrale da parte del cono alluvionale del Fiume Marecchia.

La falesia costituisce il limite tra la pianura alluvionale a S.O. e il prisma sedimentario sabbioso litorale a N.E. riferibile alla trasgressione Flandriana (Olocene) successiva all'ultima glaciazione (Wurm).

La scarpata rappresenta il prodotto dell'azione erosiva del mare durante la fase di massima ingressione verificatosi circa 5.000 anni fa (Veggiani, " La linea di spiaggia ").

La estensione lineare del tratto costiero attuale consente una azione piuttosto regolare da parte delle correnti litorali e la formazione di una fascia sabbiosa estesa anche a distanza dalle foci fluviali che costituiscono le fonti di alimentazione per lo sviluppo del sistema deposizionale litorale.

La larghezza dell'arenile dipende dalla migrazione delle foci nel tempo e dalla presenza di manufatti trasversali quali porti, moli e barriere che modificano e condizionano il regolare sviluppo delle correnti.

In merito alle cartografie sovraordinate al P.S.C. del Comune di

Riccione, e in particolare nella Tav. D_{1/3} - Rischi Ambientali del P.T.C.P. della Provincia di Rimini e nella Tav. 4.3 del P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Ex. Autorità di Bacino Conca e Marecchia ora confluito nell'Autorità di Bacino del Fiume Po), queste non segnalano l'esistenza di Vincoli geologici e ambientali ostativi alla realizzazione delle opere in progetto.

Si riportano, qui di seguito, gli stralci delle cartografie sopra citate, che sono:

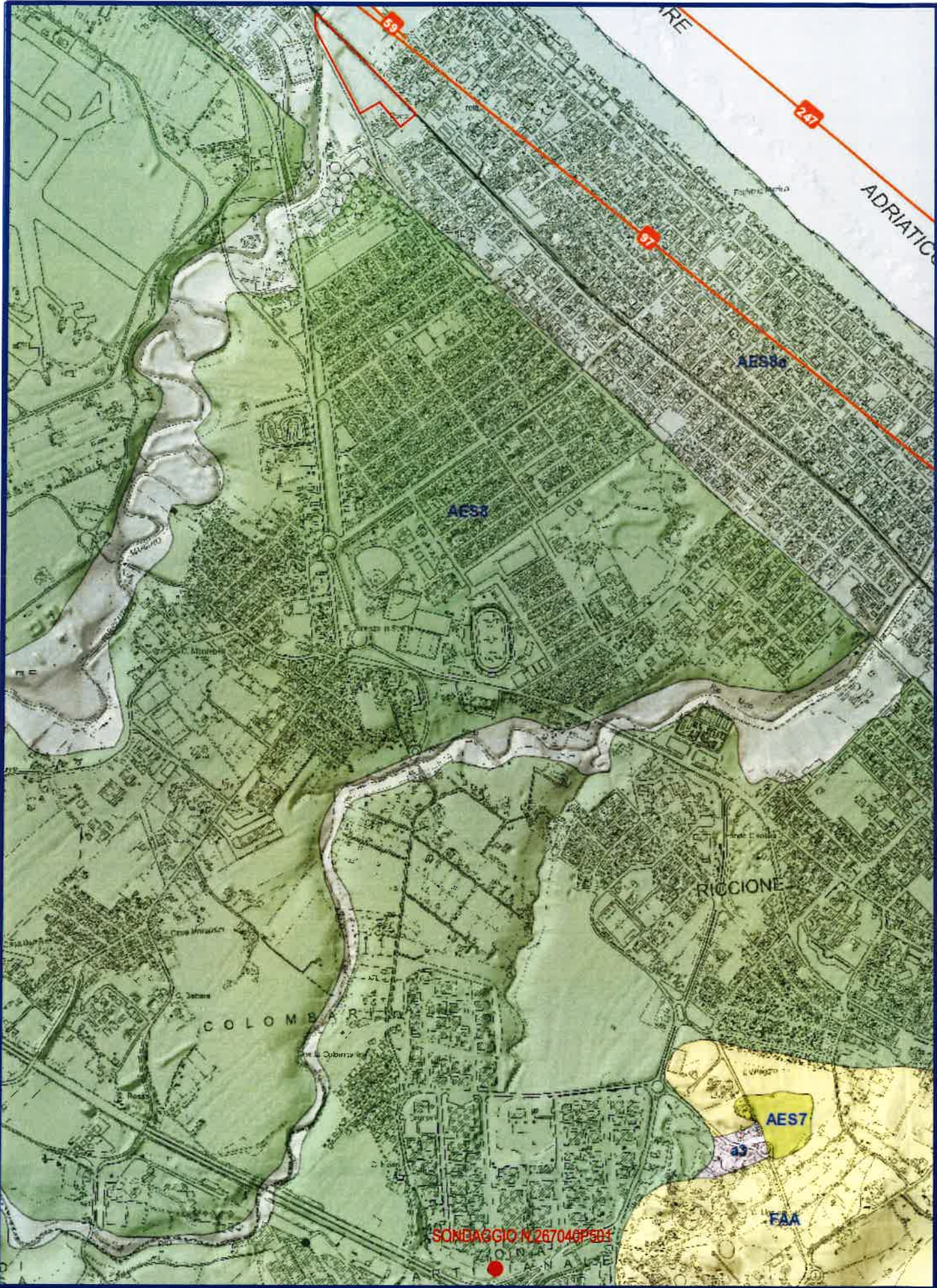
In Fig. 3 è riportato uno stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia Romagna con indicati i terreni affioranti nell'area di indagine e nelle aree limitrofe (scala 1:15.000) e la traccia della Sezione n. 97.

In Fig.4 è riportato lo stralcio del P.T.C.P. riguardante la zona in cui ricade l'edificio in oggetto e le aree limitrofe (Tav. D_{1/3} - Rischi Ambientali scala 1:25.000).

In Fig.5 è riportato lo stralcio del P.A.I. riguardante la zona in cui ricade l'edificio in oggetto e le aree limitrofe (TAV. 4-3 - scala 1:25.000)

CARTA GEOLOGICA DELLA R.E.R. IN SCALA 1:15.000

FIG.3



LEGENDA:

AES8a - Unità di Modena

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive.
(Olocene)

AES8 - Subsistema di Ravenna

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonato da 0.3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.
(Pleistocene sup. - Olocene)

FAA - Argille Azzurre

Argille di colore grigio-azzurro con rare intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e silteose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata. Sono talora diffusi slumps con olistoliti di gesso derivati da unità evaporitiche. Limite inferiore netto, probabilmente discontinuo, su FAA2; paraconcordante su FCO. Limite superiore graduale, per aumento della frazione sabbiosa, con SVG. Depositi di scarpata e base scarpata. Potenza complessiva affiorante di circa 700 m.
(Piacenziano - Gelasiano (biozone MNN16a-MNN18))

97

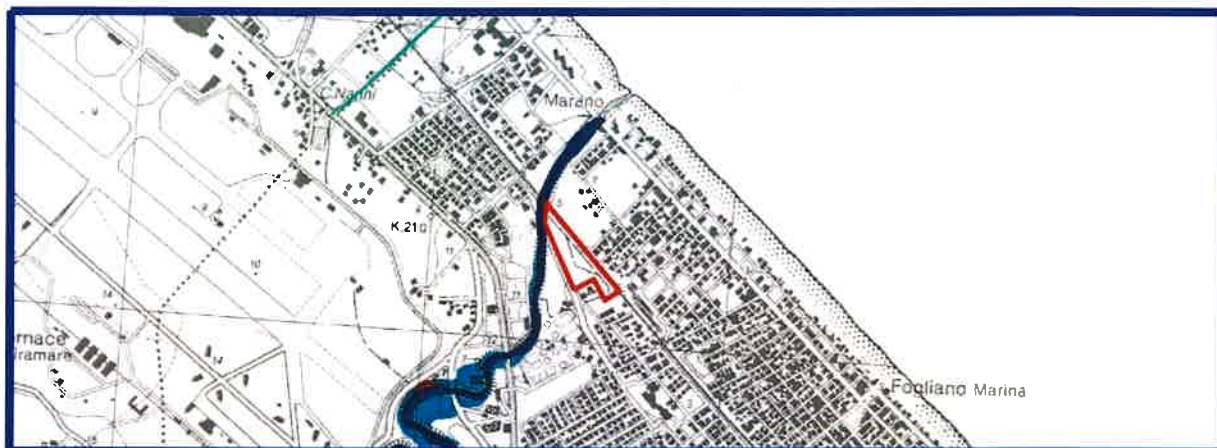
TRACCIA DELLA SEZIONE GEOLOGICA n. 97

SONDAGGIO N.267040P501

 AREA DI INTERESSE

PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE P.T.C.P. - SCALA 1:25.000 -

FIG.4



Legenda

AMBITI A PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico principale (art. 2.2)
-  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico minore (art. 2.2)
-  Aree esondabili (art. 2.3)

AMBITI A VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

-  Bacino Marnecchia e Conca (art. 3.6)
-  Aree di ricarica della falda idrogeologicamente connesse all'alveo - ARA (art. 3.3)
-  Aree di ricarica diretta della falda - ARD (art. 3.4)
-  Aree di ricarica indiretta della falda - ARI (art. 3.5)
-  Bacini imbriferi - BI (art. 3.5)

AMBITI A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

-  Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi verificati (art. 4.1 commi 3 e 7)
-  Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti verificati (art. 4.1 commi 6 e 7)
-  Aree di possibile influenza di frane di crollo (art. 4.1 commi 3 e 7)
-  Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi da verificare (art. 4.1 commi 3 e 7)
-  Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti da verificare (art. 4.1 commi 5 e 7)
-  Depositi di versante da verificare (art. 4.1 comma 10)
-  Depositi di versante verificati (art. 4.1 comma 11)
-  Depositi eluvio-colluviali e antropici (art. 4.1 comma 12)
-  Abitanti da consolidare (art. 4.2)
-  Calanchi (art. 4.1 commi 3, 4 e 7)
-  Aree potenzialmente instabili (art. 4.1 comma 9)
-  Scarpate (art. 4.1 comma 13)
-  Aziende a rischio di incidente rilevante (art. 8.6)



AREA DI INTERESSE

TAV. D1/3 Rischi Ambientali

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) DEI BACINI MARECCHIA E CONCA - SCALA 1:25.000 -

FIG.5



Legenda

Ambito di competenza PAI Marecchia-Conca

FASCE FLUVIALI

Alveo (art.8)

Fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione pre-interventi (art. 9)

AVI - Fasce ad alta vulnerabilità idrologica

Delimitazione della fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni (art. 10)

AREE DI VERSANTE IN CONDIZIONI DI DISSESTO

Calanchi (art.14)

Aree in dissesto per fenomeni in atto (art. 14)

Aree di possibile influenza del dissesto nelle frane di crollo (art. 15)

Aree di possibile evoluzione del dissesto e frane quiescenti (art. 16)

Abitati dichiarati da consolidare ex L.445/1908 nel territorio della Regione Emilia-Romagna (Art. 14, comma 3 lett. e; Art. 15, comma 3 lett. e; Art. 16, comma 3 lett. d)

Aree verificate (art. 17)

AREE IN DISSESTO DA ASSOGGETTARE A VERIFICA (ART. 17)

Attiva

Quiescente

Area non cartografabile attiva

Area non cartografabile quiescente

Codice identificativo di area a rischio elevato o molto elevato (Perimetrazione di cui all'Allegato 2A)

Codice identificativo di area a pericolosità elevata o molto elevata (Perimetrazione di cui all'Allegato 2B)



AREA DI INTERESSE

VARIANTE 2016 - TAV. 4 - 3

- 4 - CONDIZIONI STRATIGRAFICHE LOCALI:

Sulla base delle prove penetrometriche statiche (C.P.T.M.) è stato possibile schematizzare le seguenti successioni litostratigrafiche locali:

- SEZIONE A - B - C - D (Prove C.P.T.M. 1, 2, 3 e 4):

- dal p.c. a - 0.60 m ÷ - 1.40 m circa:

terreni di riporto costituiti da ghiaie eterometriche e frammenti di laterizi in forte matrice limosa sabbiosa, addensati (Strato - R -);

- da - 0.60 m ÷ - 1.40 m circa a - 5.40 m ÷ - 6.60 m circa:

alternanze di sabbie medio fini fortemente limose argillose e limi sabbiosi argillosi, con frequenti interlivelli limo argillosi e/o argillosi limosi, da compatte a dense (Strato - A -);

- da - 5.40 m ÷ - 6.60 m circa a - 15.00 m ÷ - 20.00 m circa (fondo foro):

alternanze di argille limose e limi argillosi con locali interlivelli di interstrati dilimi sabbiosi e/o sabbie limose di modesto spessore e continuità laterale incerta, da molli a mediamente compatte (Strato - B -).

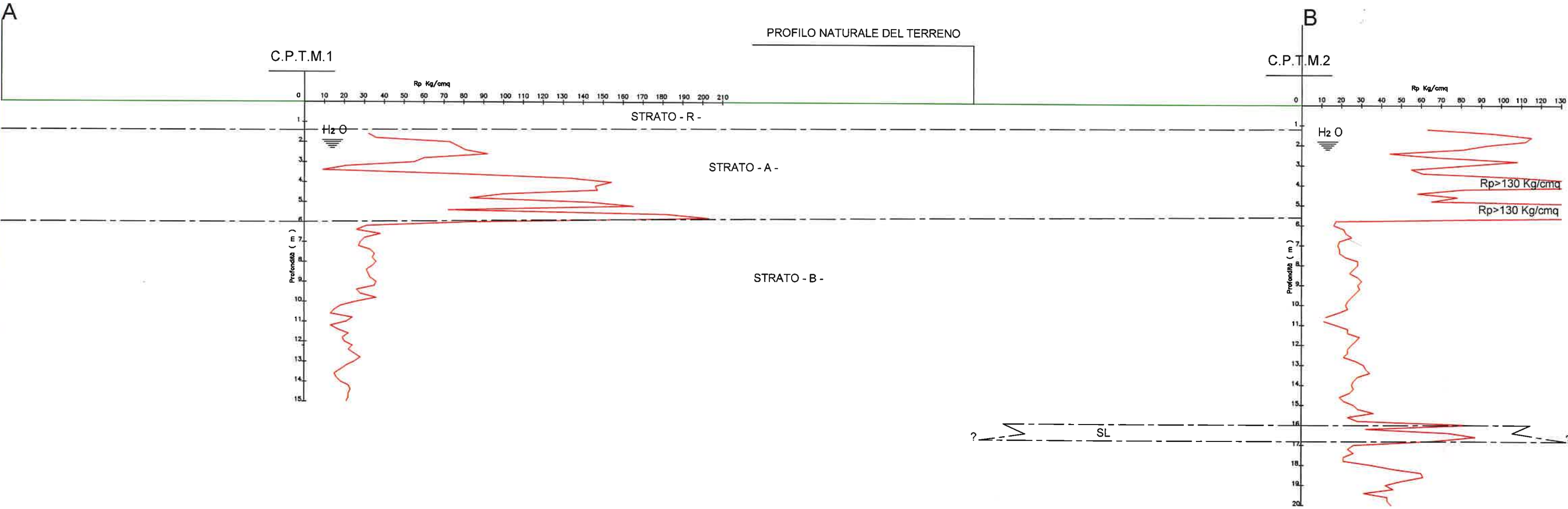
N.B. Interdigitati eterogeneamente nello Strato B sono stati rinvenuti dei livelli sabbiosi limosi di modesto spessore, da ritenersi ininfluenti ai fini geotecnici in considerazione delle opere in progetto.

Nelle Figure 6, 7 e 8 (Correlazione litostratigrafica scala 1:200) sono schematizzati gli spessori verticali dei terreni incontrati.

CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SCALA 1:200

SEZ. A - B

FIG.6

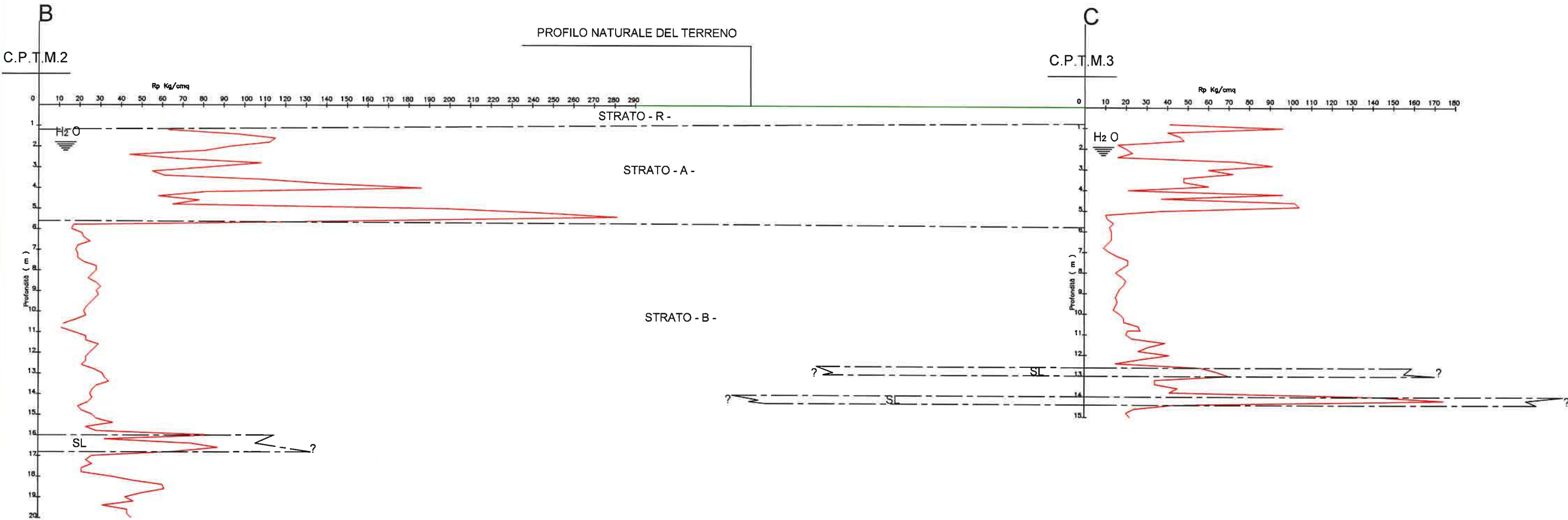


LEGENDA:
C.P.T.M. = PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (C.P.T.M.)
STRATO - R - : TERRENI DI RIPORTO COSTITUITI DA GHIAIE ETEROMETRICHE E FRAMMENTI DI LATERIZI IN FORTE MATRICE LIMOSA SABBIOSA, ADDENSATI;
STRATO - A - : ALTERNANZE DI SABBIE MEDIO FINI FORTEMENTE LIMOSE ARGILLOSE E LIMI SABBIOSI ARGILLOSI, CON FREQUENTI INTERLIVELLI LIMO ARGILLOSI E/O ARGILLOSI LIMOSI, DA COMPATTE A DENSE;
STRATO - B - : ALTERNANZE DI ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI CON LOCALI INTERLIVELLI O INTERSTRATI DI LIMI SABBIOSI E/O SABBIE LIMOSE DI MODESTO SPESSORE E CONTINUITA' LATERALE INCERTA, DA MOLLI A MEDIAMENTE COMPATTE.
SL: LIVELLI SABBIOSI LIMOSI A CONTINUITA' LATERALE INCERTA

CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SCALA 1:200

SEZ. B - C

FIG.7

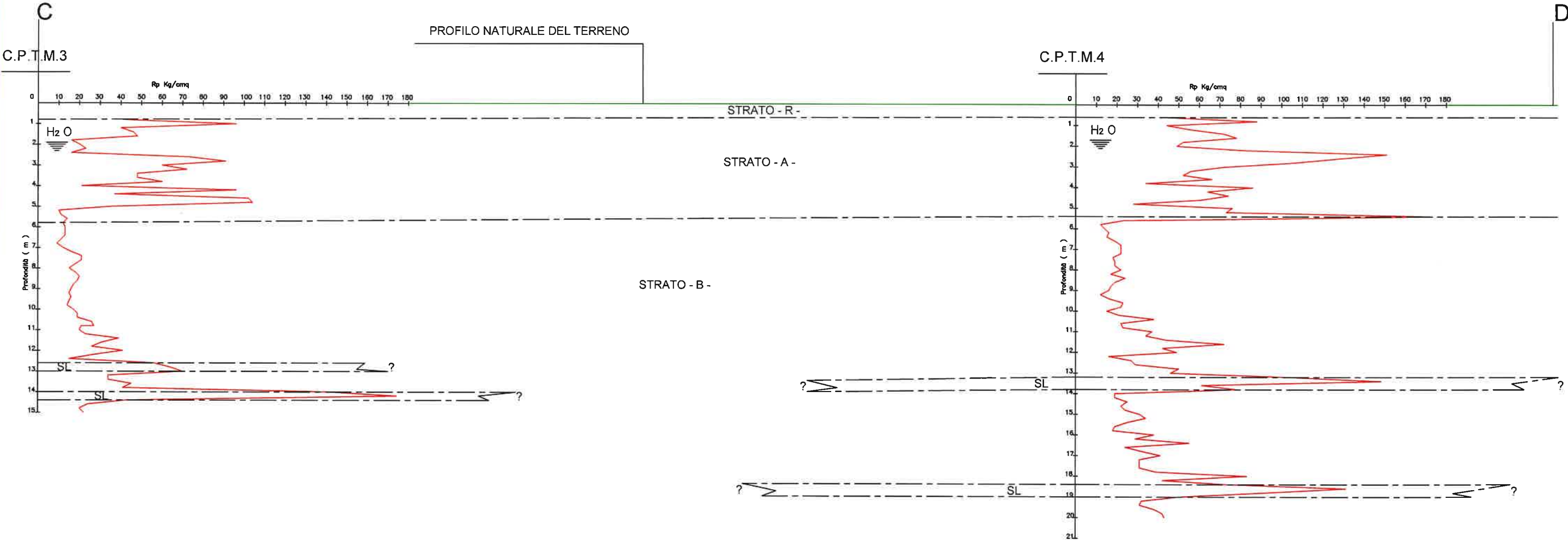


LEGENDA:
C.P.T.M. = PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (C.P.T.M.)
STRATO - R - : TERRENI DI RIPORTO COSTITUITI DA GHIAIE ETEROMETRICHE E FRAMMENTI DI LATERIZI IN FORTE MATRICE LIMOSA SABBIOSA, ADDENSATI;
STRATO - A - : ALTERNANZE DI SABBIE MEDIO FINI FORTEMENTE LIMOSE ARGILLOSE E LIMI SABBIOSI ARGILLOSI, CON FREQUENTI INTERLIVELLI LIMO ARGILLOSI E/O ARGILLOSI LIMOSI, DA COMPATTE A DENSE;
STRATO - B - : ALTERNANZE DI ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI CON LOCALI INTERLIVELLI O INTERSTRATI DI LIMI SABBIOSI E/O SABBIE LIMOSE DI MODESTO SPESSORE E CONTINUITA' LATERALE INCERTA, DA MOLLI A MEDIAMENTE COMPATTE.
SL: LIVELLI SABBIOSI LIMOSI A CONTINUITA' LATERALE INCERTA

CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SCALA 1:200

SEZ. C - D

FIG.8



LEGENDA:
C.P.T.M. = PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (C.P.T.M.)
STRATO - R - : TERRENI DI RIPIRTO COSTITUITI DA GHIAIE ETEROMETRICHE E FRAMMENTI DI LATERIZI IN FORTE MATRICE LIMOSA SABBIOSA, ADDENSATI;
STRATO - A - : ALTERNANZE DI SABBIE MEDIO FINI FORTEMENTE LIMOSE ARGILLOSE E LIMI SABBIOSI ARGILLOSI, CON FREQUENTI INTERLIVELLI LIMO ARGILLOSI E/O ARGILLOSI LIMOSI, DA COMPATTE A DENSE;
STRATO - B - : ALTERNANZE DI ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI CON LOCALI INTERLIVELLI O INTERSTRATI DI LIMI SABBIOSI E/O SABBIE LIMOSE DI MODESTO SPESSORE E CONTINUITA' LATERALE INCERTA, DA MOLLI A MEDIAMENTE COMPATTE.
SL: LIVELLI SABBIOSI LIMOSI A CONTINUITA' LATERALE INCERTA

- SEZIONE E - F (Prova C.P.T.M. 5):

- dal p.c. a - 1.00 m circa:

terreni di riporto costituiti da ghiaie eterometriche e frammenti di laterizi in forte matrice limosa sabbiosa, addensati (Strato - R -);

- da - 1.00 m circa a - 5.60 m circa:

alternanze di sabbie medio fini fortemente limose argillose e limi sabbiosi argillosi, con frequenti interlivelli limo argillosi e/o argillosi limosi, da compatte a dense (Strato - A -);

- da - 6.60 m circa a - 15.00 m circa (fondo foro):

alternanze di argille limose e limi argillosi con locali interlivelli di interstrati dilimi sabbiosi e/o sabbie limose di modesto spessore e continuità laterale incerta, da molli a mediamente compatte (Strato - B -).

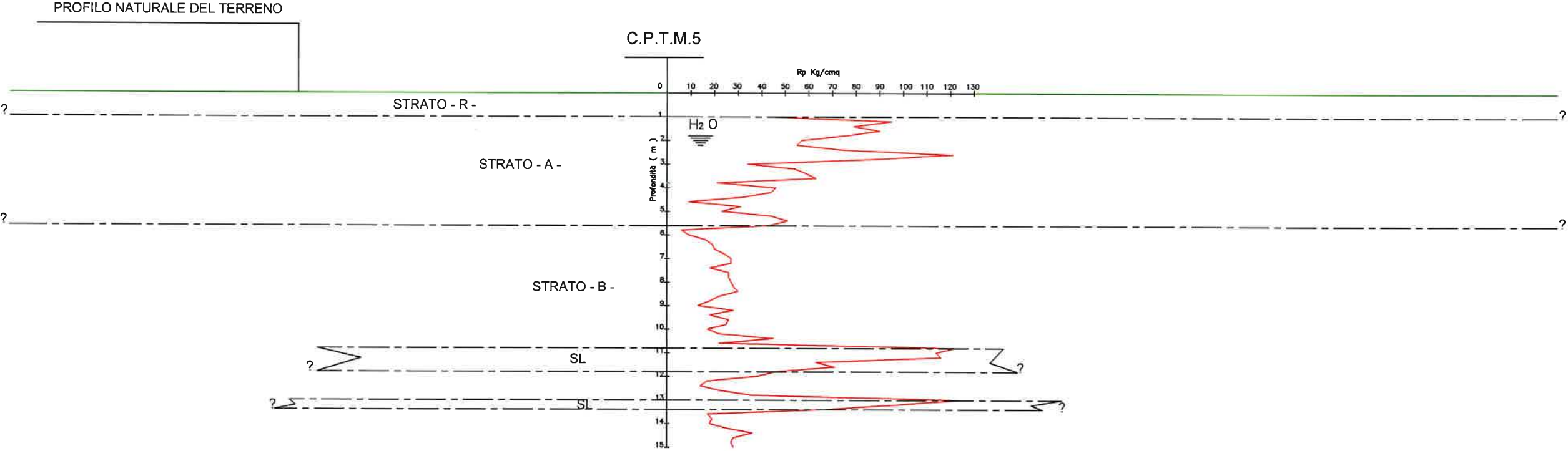
N.B. Interdigitati eterogeneamente nello Strato B sono stati rinvenuti dei livelli sabbiosi limosi di modesto spessore, da ritenersi ininfluenti ai fini geotecnici in considerazione delle opere in progetto.

Nella Figura 9 (Correlazione litostratigrafica scala 1:200) sono schematizzati gli spessori verticali dei terreni incontrati.

SEZ. E - F

CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SCALA 1:200

FIG.9



LEGENDA:
C.P.T.M. = PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (C.P.T.M.)
STRATO - R - : TERRENI DI RIPORTO COSTITUITI DA GHIAIE ETEROMETRICHE E FRAMMENTI DI LATERIZI IN FORTE MATRICE LIMOSA SABBIOSA, ADDENSATI;
STRATO - A - : ALTERNANZE DI SABBIE MEDIO FINI FORTEMENTE LIMOSE ARGILLOSE E LIMI SABBIOSI ARGILLOSI, CON FREQUENTI INTERLIVELLI LIMO ARGILLOSI E/O ARGILLOSI LIMOSI, DA COMPATTE A DENSE;
STRATO - B - : ALTERNANZE DI ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI CON LOCALI INTERLIVELLI O INTERSTRATI DI LIMI SABBIOSI E/O SABBIE LIMOSE DI MODESTO SPESSORE E CONTINUITA' LATERALE INCERTA, DA MOLLI A MEDIAMENTE COMPATTE.
SL: LIVELLI SABBIOSI LIMOSI A CONTINUITA' LATERALE INCERTA

- 5 - CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE E IDROGRAFICHE LOCALI E RISCHIO IDRAULICO:

Dal punto di vista idrogeologico l'area è contraddistinta, come si evince dalla stratigrafia dei terreni rinvenuti, da un primo modesto spessore di terreni di riporto (Strato R - dal p.c. a - 0.60 m ÷ - 1.40 m circa) e da un successivo spessore di terreno sabbioso limoso e/o limoso sabbioso (Strato B - da - 0.60 m ÷ - 1.40 m circa a - 5.40 m ÷ - 6.60 m circa).

Questi terreni (Strati R e A) sono da ritenersi entrambi dotati di buona capacità drenante.

Al di sotto di questi strati "superficiali" drenanti sono presenti principalmente terreni da poco permeabili ad impermeabili, costituiti da alternanze di argille limose e limi argillosi con locali livelli sabbiosi limosi e/o limosi argillosi (Strato B) fino alle profondità di - 20.0 m circa (massima profondità investigata).

Come ben noto, i terreni argillosi limosi e/o limosi argillosi (terreni fini) possiedono un discreto potere di ritenzione e limitate capacità drenanti, ovvero modeste permeabilità e porosità efficace.

Al contrario i terreni sabbiosi limosi o limosi sabbiosi hanno una buona capacità drenante e sono sedi di falde idriche.

Pertanto, i terreni granulari prevalenti degli Strati R e A hanno delle permeabilità alte e molto alte, mentre i terreni fini prevalenti dello Strato B hanno delle permeabilità medio basse.

In data Luglio 2025 (periodo siccitoso), durante l'esecuzione delle prove penetrometriche è stata rilevata la falda alle seguenti profondità:

PROVA PENETROMETRICA (N.)	LIVELLO DELLA FALDA (m dal p.c.)
C.P.T.M.1	- 1.90
C.P.T.M.2	- 1.80
C.P.T.M.3	- 1.90
C.P.T.M.4	- 1.70
C.P.T.M.5	- 1.80

Nei periodi particolarmente piovosi e/o nevosi, di massima ricarica della falda, non si esclude di rinvenirla a quote prossime al p.c. esistente.

Il territorio del Comune di Riccione è attraversato da alcuni corsi d'acqua tra i quali, i più importanti sono il Torrente Marano e il Rio Melo.

La zona in oggetto di studio è collocata in adiacenza al Torrente Marano, in sponda destra ed è posta ad una distanza di circa due chilometri dal Rio Melo.

Il Torrente Marano e il Rio Melo hanno uno sviluppo parallelo anche se con caratteristiche idrografiche differenti; mentre il primo possiede un carattere marcatamente meandriforme, il secondo alterna tratti rettilinei ad altri di moderata sinuosità.

La loro caratteristica principale è quella di avere bacini idrologici limitati e quindi un regime di deflusso piuttosto variabile: portata quasi assente nella stagione secca, massima durante e successivamente a periodi di intensa piovosità.

L'idrografia superficiale dell'area urbanizzata risulta assente in quanto ha lasciato gradualmente il posto alla regimazione antropica delle acque con il tombinamento dei corsi d'acqua secondari.

Pertanto l'originario reticolo idrografico riveste una importanza ormai trascurabile rispetto alla rete fognaria sotterranea che coinvoglia le acque meteoriche fino al mare.

Per quanto riguarda il Rischio Idraulico, derivante dal Reticolo Idrografico Principale e Secondario e da alluvionamento, con Deliberazione n.1 del 27 Aprile 2016 il Comitato Istituzionale dell' Ex. Autorità Interregionale del Bacino Conca-Marecchia, ora confluito nell'Autorità di Bacino del Fiume Po, ha adottato il Progetto di Variante del " Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino dei Fiumi Marecchia e Conca (PAI)", ha inserito sia le " Mappe di pericolosità del reticolo principale e secondario di pianura " che le " Mappe di pericolosità degli ambiti costieri marini (Alluvioni Marine).

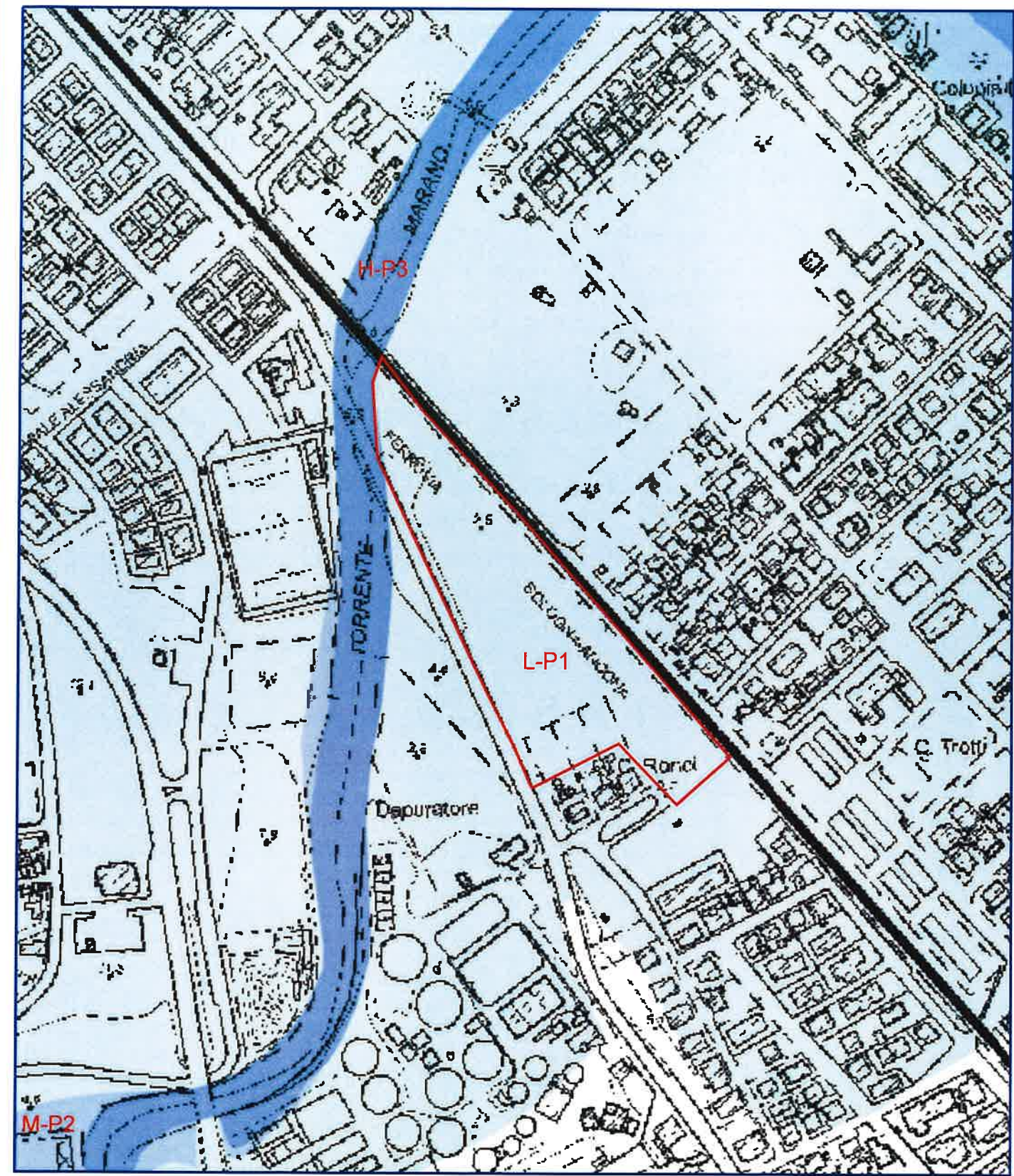
A riguardo, qui di seguito, si riportano gli stralci delle cartografie più recenti (P.G.R.A. 2022), dalle quali si evince:

- Nella " Mappa delle aree alluvionabili degli ambiti del reticolo Principale di pianura ", del Piano di Gestione del Rischio di alluvioni (P.G.R.A. - Ambito RP), l'area di interesse ricade in uno scenario di **bassa probabilità (L-P1) - Alluvioni rare di estrema intensità con tempi di ritorno fino a 500 anni.**

In Fig. 10 è riportato lo stralcio della mappa sopra citata.

PLANIMETRIA AREE ALLAGABILI - PERICOLOSITA' 2022 (P.G.R.A.) DEL SECONDO CICLO IN SCALA 1:5.000 DEGLI AMBITI DEL RETICOLO PRINCIPALE (Ambito RP)

FIG.10



AREA DI INTERESSE

Legenda

- Aree a Potenziale Rischio Significativo APSFR*
- Distretto idrografico fiume Po

ELEMENTI POTENZIALMENTE ESPOSTI*

- B Beni culturali
- D Dighe
- I Impianti RIR; impianti individuati nell'allegato I del D.L. 59/2005; impianti potenzialmente pericolosi ai fini di protezione civile
- H Insediamenti ospedalieri
- S Scuole
- Reti ferroviarie e stradali primarie e spazi accessori
- Reti per la distribuzione di servizi
- Reti stradali secondarie e spazi accessori
- Infrastrutture strategiche
- Insediamenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale
- Zone urbanizzate
- Attività produttive
- Strutture strategiche e sedi di attività collettive
- Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse

SCENARI DI PERICOLOSITÀ NELLE AREE ALLAGABILI

Ambiti RP, RSP e RSCM

- H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento - bassa probabilità)

Ambito ACM

- H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno 10 anni - elevata probabilità)
- M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno 100 anni - media probabilità)
- L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno ultracentennale - bassa probabilità)

SCENARI DI RISCHIO*

Associati ad elementi esposti di tipo:

- | puntuale | lineare | areale | |
|----------|---------|--------|-----------------------|
| ● | — | ■ | R1 (moderato o nullo) |
| ● | — | ■ | R2 (medio) |
| ● | — | ■ | R3 (elevato) |
| ● | — | ■ | R4 (molto elevato) |

*ultimo aggiornamento 2019

- Nella " Mappa delle aree alluvionabili degli ambiti del reticolo Secondario di pianura ", del Piano di Gestione del Rischio di alluvioni (P.G.R.A. - Ambito RSP), l'area di interesse non ricade nelle aree allagabili.

In Fig. 11 è riportato lo stralcio della mappa sopra citata.

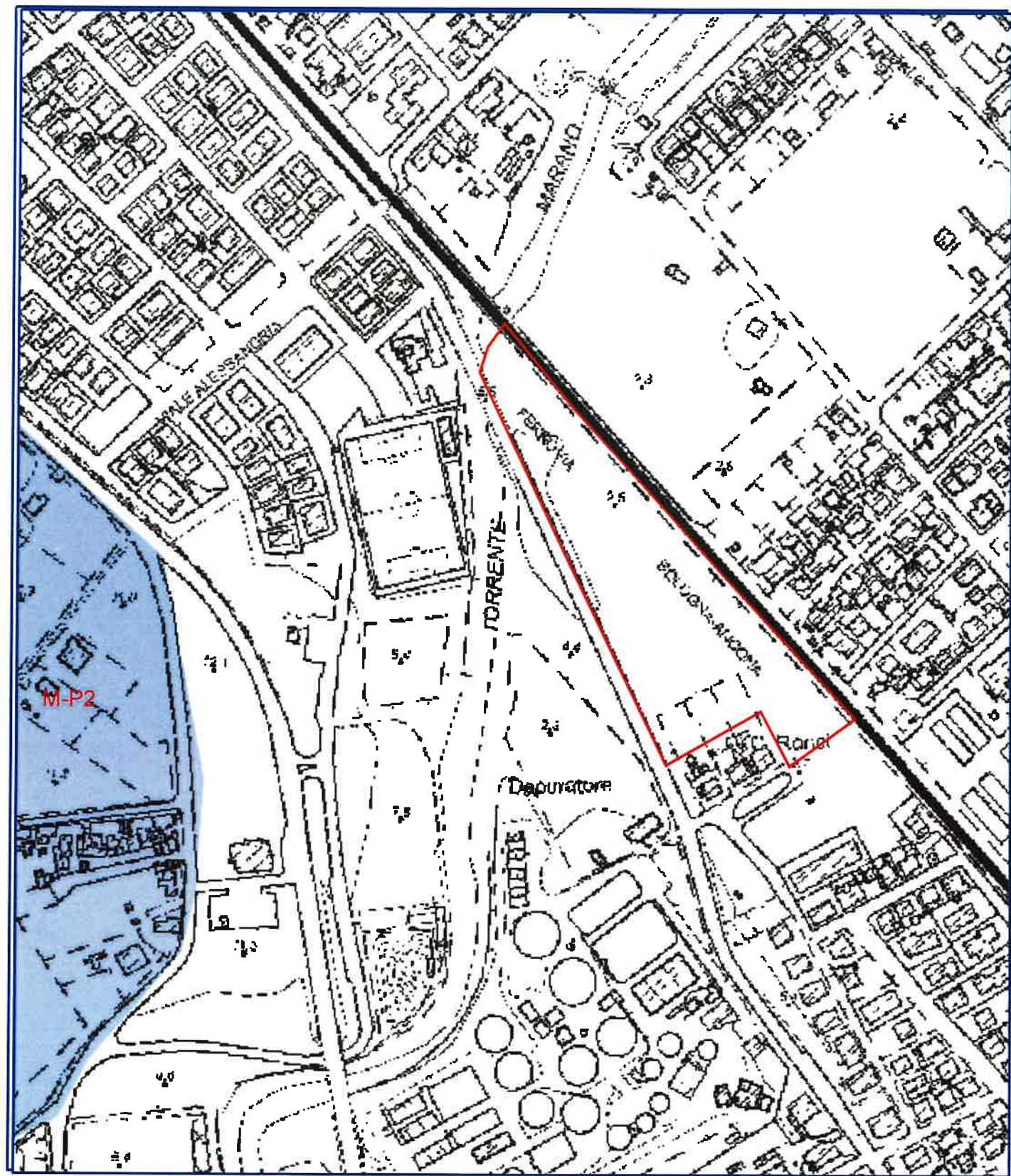
- Nella " Mappa delle aree allagabili degli Ambiti Costieri Marini ", del Piano di Gestione del Rischio di alluvioni (P.G.R.A. - Ambito ACM), l'area di interesse non ricade nelle aree allagabili.

In Fig. 12 è riportato lo stralcio della mappa sopra citata.

Gli articoli 20 e 21 delle Norme del Piano coordinano il Piano Stralcio con le Mappe del Rischio di alluvione del P.G.R.A..

PLANIMETRA AREE ALLAGABILI - PERICOLOSITA' 2022 (P.G.R.A.) DEL SECONDO CICLO IN SCALA 1:5.000 DEGLI
AMBITI DEL RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA (Ambito RSP)

FIG. 11



AREA DI INTERESSE

Legenda

- Aree a Potenziale Rischio Significativo APSFR*
- Distretto idrografico fiume Po

ELEMENTI POTENZIALMENTE ESPOSTI*

- B Beni culturali
- D Dighe
- I Impianti RIR; impianti individuati nell'allegato I del D.L. 59/2005; impianti potenzialmente pericolosi ai fini di protezione civile
- H Insediamenti ospedalieri
- S Scuole
- Reti ferroviarie e stradali primarie e spazi accessori
- Reti per la distribuzione di servizi
- Reti stradali secondarie e spazi accessori
- Infrastrutture strategiche
- Insediamenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale
- Zone urbanizzate
- Attività produttive
- Strutture strategiche e sedi di attività collettive
- Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse

SCENARI DI PERICOLOSITÀ NELLE AREE ALLAGABILI

Ambiti RP, RSP e RSCM

- H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento - bassa probabilità)

Ambito ACM

- H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno 10 anni - elevata probabilità)
- M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno 100 anni - media probabilità)
- L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno ultracentennale - bassa probabilità)

SCENARI DI RISCHIO*

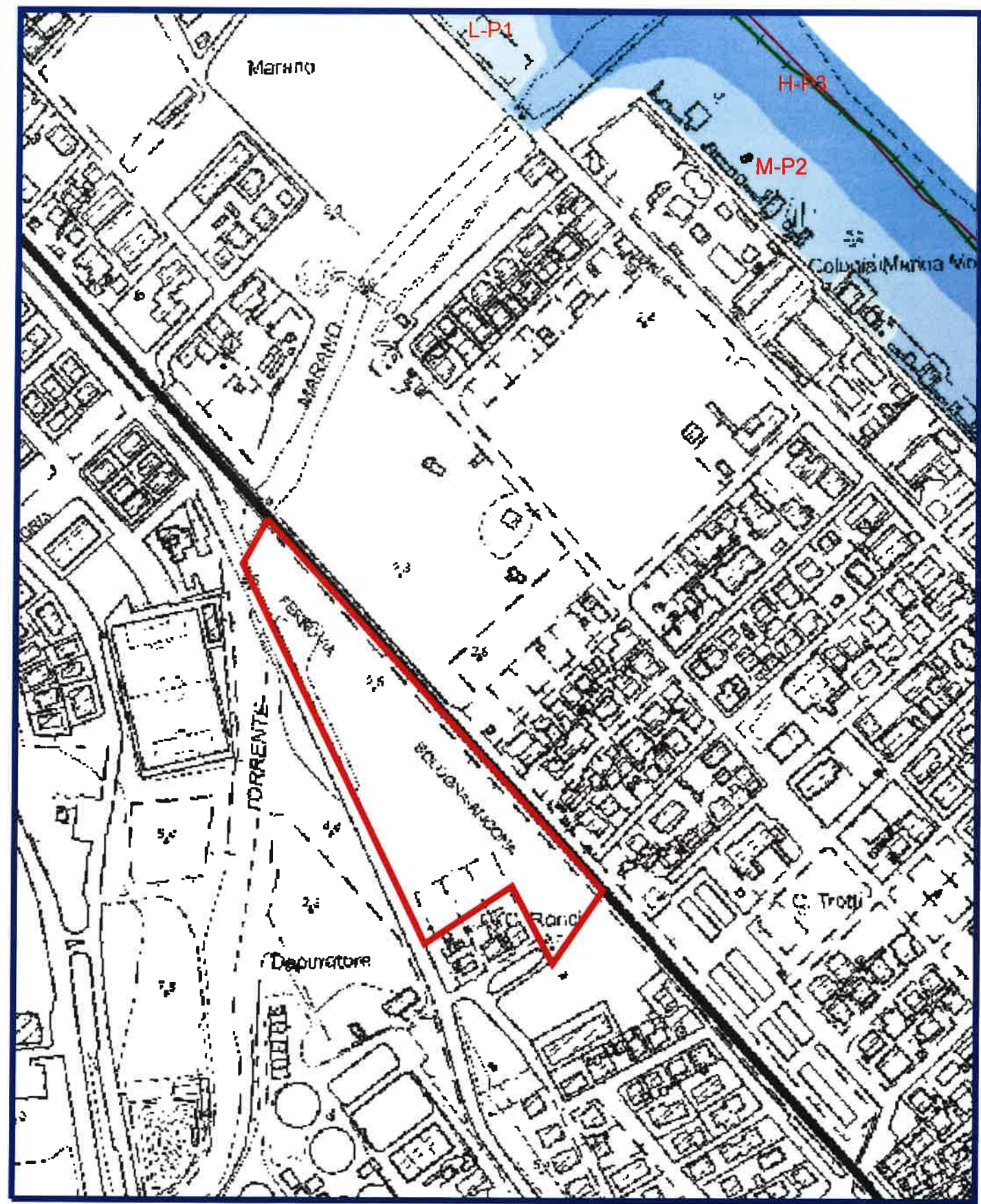
Associati ad elementi esposti di tipo:

- | puntuale | lineare | areale | |
|----------|---------|--------|-----------------------|
| ● | — | ■ | R1 (moderato o nullo) |
| ● | — | ■ | R2 (medio) |
| ● | — | ■ | R3 (elevato) |
| ● | — | ■ | R4 (molto elevato) |

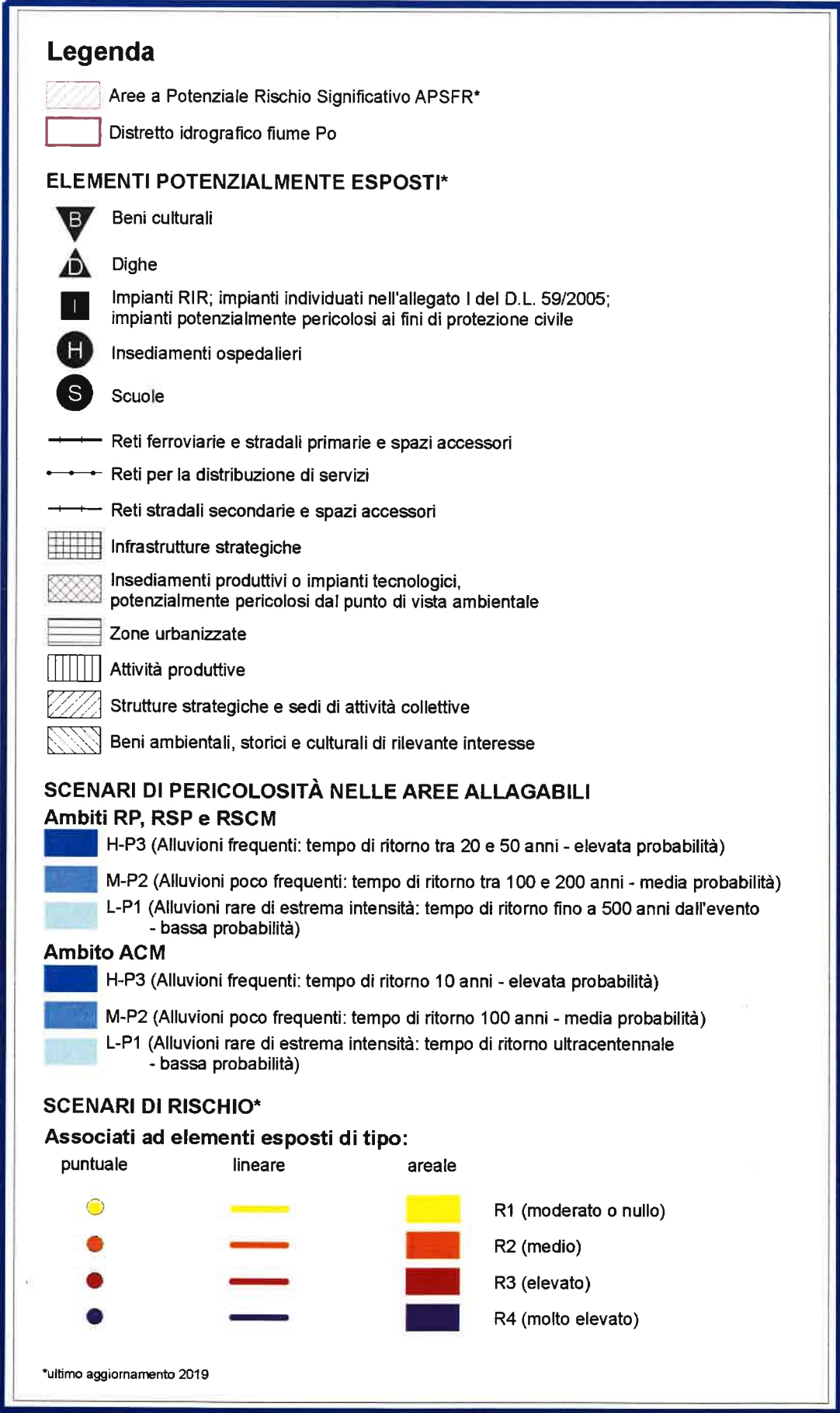
*ultimo aggiornamento 2019

PLANIMETRIA AREE ALLAGABILI - PERICOLOSITA' 2022 (P.G.R.A.) DEL SECONDO CICLO IN SCALA 1:5.000 DEGLI
AMBITI COSTIERI MARINI (Ambito ACM)

FIG.12



AREA DI INTERESSE



- 6 - VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO (Vs30):

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale o mediante specifiche analisi in sito o facendo riferimento ad un approccio semplificativo, che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, classificate in normativa.

La definizione della categoria di sottosuolo si effettua considerando i valori della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs30) ricavate entro i primi 30 metri di profondità a partire dalla base di imposta delle fondazioni superficiali o, nel caso di fondazioni profonde, dalla testa delle fondazioni, come prevedono le N.T.C. Vigenti.

A tale scopo è stata eseguita una indagine sismica Masw, ubicata come riportato in Fig. 1 (Planimetria scala 1:1.000).

Nell'allegato 1, sono riportati i risultati della prova Masw.

In particolare, sono riportati:

- . l'acquisizione delle onde;
- . le curve di dispersione misurate e calcolate;
- . il valore del parametro Vs30 calcolato utilizzando la stratigrafia

Vs e la formula:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum_{i=1}^N h_i/V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in (m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Con la determinazione delle onde di taglio Vs i terreni indagati

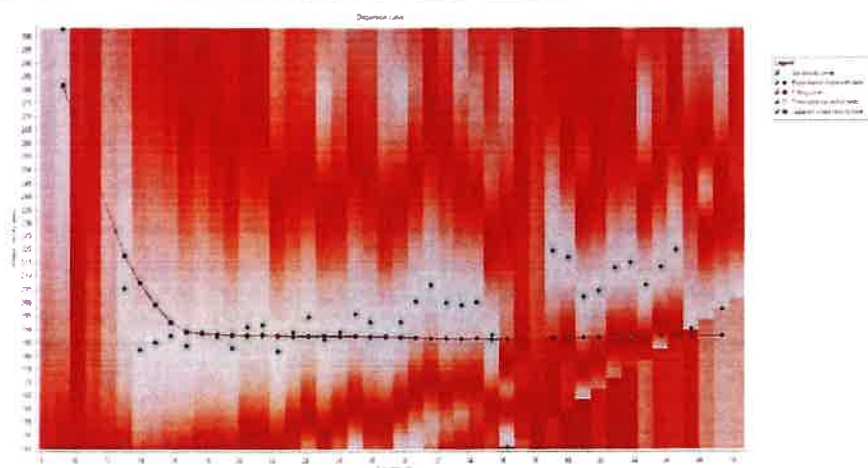
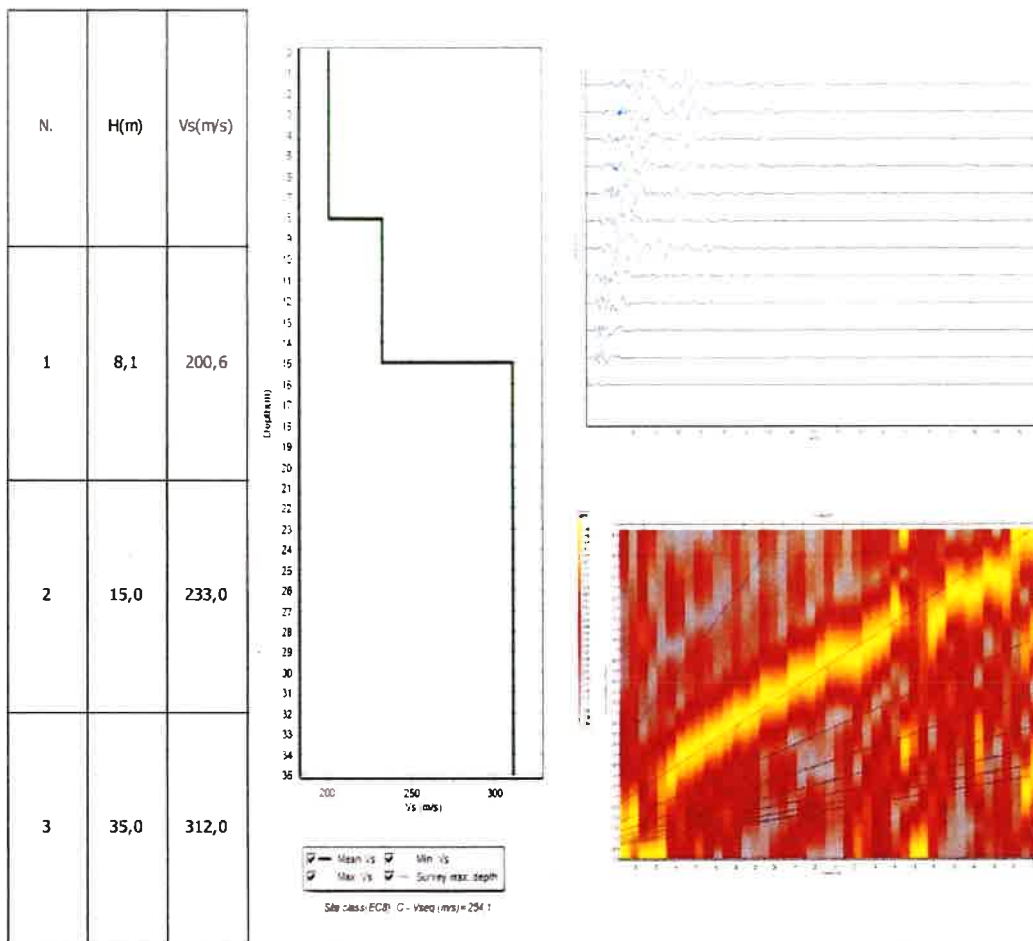
vengono classificati in una delle seguenti categorie:

- . **A** - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3.0 m.
- . **B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
- . **C** - **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**
- . **D** - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
- . **E** - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Dai risultati dell'indagine MASW, il sito risulta caratterizzato da una velocità delle onde di taglio (Vs30) di 254,10 m sec⁻¹, corrispondente ad un terreno di tipo C.

Multichannel Analysis of Surface Waves: M1

ALL.1



- 7 - CLASSIFICAZIONE SISMICA:

Sulla base della zonazione sismogenetica del territorio italiano e tenuto conto delle risposte dei differenti tipi di terreno alla propagazione delle onde sismiche è stata realizzata nel 1984 una prima classificazione sismica del territorio italiano basata su criteri scientifici (Tavola B, Decreto Ministero dei LL.PP. del 14/07/1984 e s.m.i.).

Questa prima classificazione ha individuato 3 classi di accelerazione del suolo, in base alle quali i comuni italiani furono ripartiti in 3 categorie: I, II e III categoria; oltre a queste fu introdotta una quarta categoria comprendente i comuni non classificati.

L'area del comune di Riccione, essendo zona sismica, era identificata appartenente alla II° categoria.

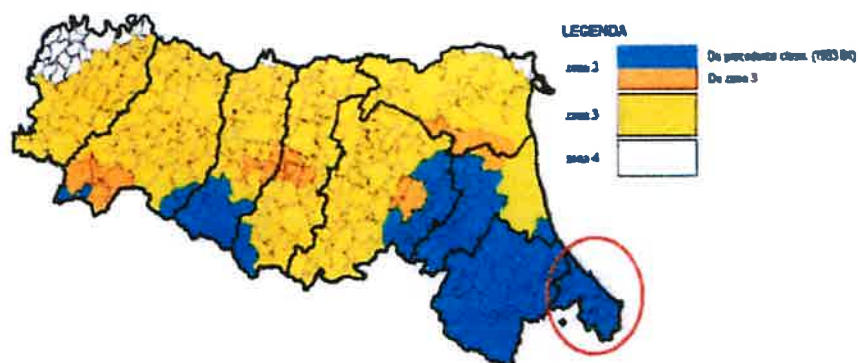
Gli studi e le conoscenze conseguite in merito alle caratteristiche di sismicità del territorio italiano negli ultimi anni hanno portato ad una rivisitazione della classificazione sismica, resa vigente con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i. (DPCM-Dipartimento Protezione Civile del 21/0/2003; O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/2005).

In base a tale classificazione l'area del comune di Riccione è stata classificata appartenente alla Zona sismica 2, classificazione confermata anche dagli ultimi aggiornamenti normativi (Ordinanza PCM 3519 del 28 Aprile 2006), definita a partire dalla mappe di pericolosità elaborata all'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, a livello nazionale e regionale.

Secondo la classificazione di cui sopra, alle ZONE 2 vanno

assegnati i seguenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (Ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari a 10% in 10 anni	Accelerazione orizzontale dello spettro di risposta elastico
0,15 ÷ 0,25	0,25



Classificazione sismica della Provincia di Rimini secondo la normativa
vigente

- 8 - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA LOCALE:

Al territorio della Provincia di Rimini, che secondo l'OPCM N. 3274 del 20-03-2003 è classificato come " ZONA 2 ", è associata una accelerazione di picco orizzontale al suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni pari a $0,15 \div 0,25 a_g/g$ con accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico di 0,25 g.

In merito al D.M. 17-01-2018 che prevede un approccio " sito dipendente " e non più " zona dipendente ", si definisce la stima della pericolosità sismica partendo dalla pericolosità di base del sito, elemento essenziale per la determinazione dell'azione sismica attraverso la quale valutare la sicurezza rispetto agli stati limite.

Sulla scorta dell'indagine sismica (MASW) eseguita in sito, e in base al modello geotecnico del sottosuolo assunto, è stata stimata la velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri (V_{s30}) per definire la categoria del sottosuolo di fondazione, (A riguardo si veda il paragrafo 6 e l'allegato 1).

I risultati dell'indagine hanno fornito un modello sismico dell'area corrispondente alla Categoria di sottosuolo C.

Per la classificazione del sito secondo normativa si è fatto ricorso al programma GeoStru - Parametri Sismici, il quale, attraverso l'immissione delle coordinate geografiche, la classe d'uso (costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti - classe II - $C_u = 1,0$), la vita nominale dell'opera ($V_n \geq 50$), la categoria di sottosuolo di riferimento (C in questo caso) e la categoria topografica ($T_1 = \text{area pianeggiante}$), fornisce i parametri e i coefficienti sismici relativi agli stati limite di esercizio (SLO e SLD) e ultimi (SLV e SLC) come di seguito riportato.

Tipo di elaborazione: Stabilità pendii e fondazioni
Muro rigido: 0

Sito in esame.

Latitudine: 44,017159 [°]
Longitudine: 12,636091 [°]
Classe: 2
Vita Nominale: 50
Tipo di interpolazione: Media Ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	18968	44,0314	12,5862	4294,527
Sito 2	18969	44,0320	12,6557	2271,678
Sito 3	19191	43,9820	12,6564	4239,010
Sito 4	19190	43,9814	12,5870	5587,059

Parametri Sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria Topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente CU: 1

	Prob superamento [%]	Tr [anni]	Ag [g]	Fo [-]	Tc* [S]
Operatività (SLO)	81	30	0,049	2,431	0,274
Danno (SLD)	63	50	0,064	2,535	0,277
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,184	2,485	0,296
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,238	2,522	0,311

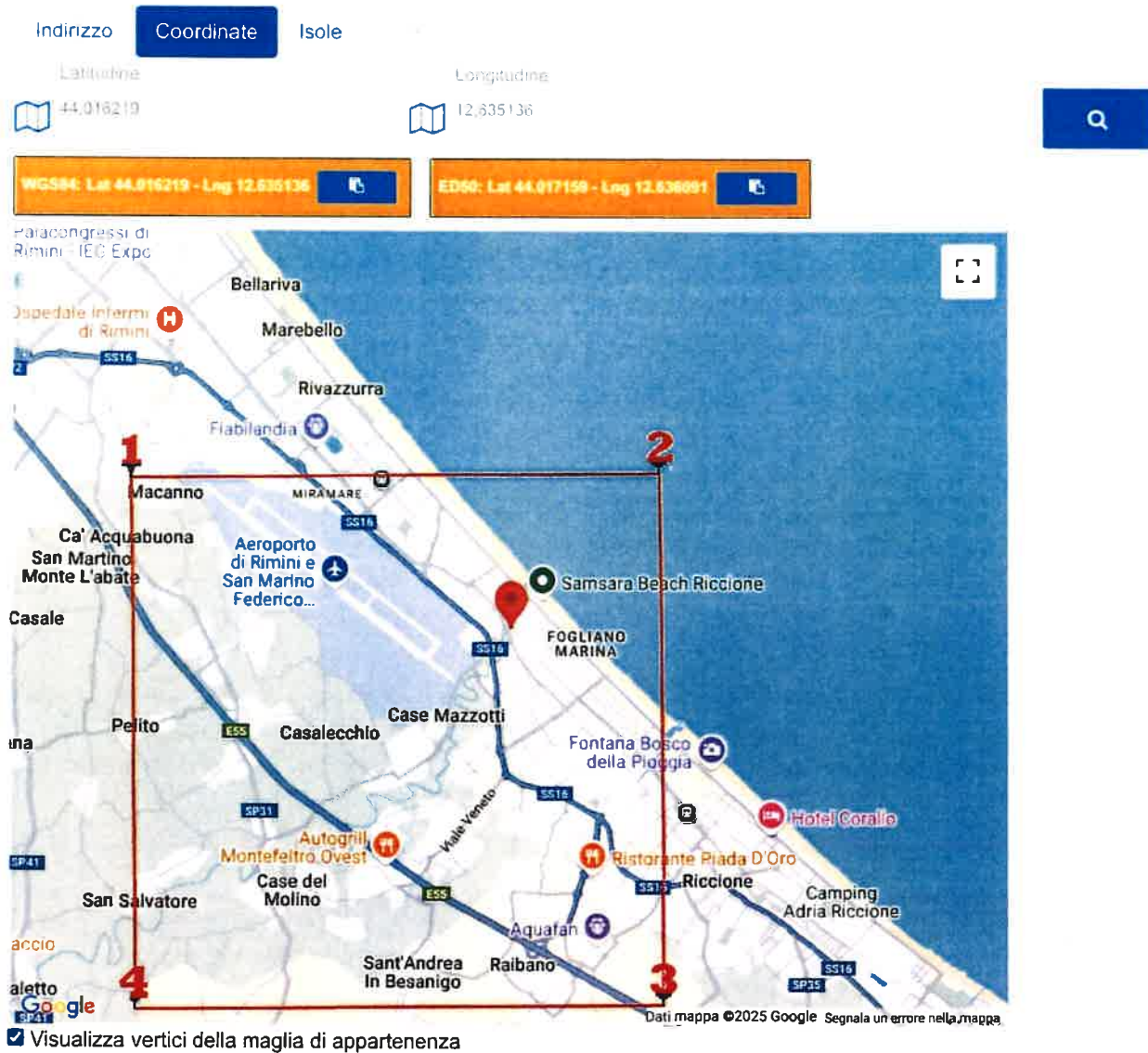
Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,610	1,000	0,015	0,007	0,722	0,200
SLD	1,500	1,600	1,000	0,019	0,010	0,940	0,200
SLV	1,430	1,570	1,000	0,063	0,032	2,575	0,240
SLC	1,340	1,540	1,000	0,089	0,045	3,132	0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru
Coordinate WG584
Latitudine: 44,016219
Longitudine: 12,635136

In Fig. 13 sono riportati i quattro vertici della maglia di appartenenza all'interno del quale si trova il sito in oggetto.

Fig. 13



- 9 - INDICAZIONI SUI PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI:

I parametri geotecnici dei terreni incontrati sono stati cautelativamente valutati attraverso i grafici riportati nelle figure 14 e 15, da tempo diffusi in letteratura, che correlano la resistenza alla penetrazione statica (R_p) e dinamica (N_{spt}) all'angolo di attrito, alla coesione.

Inoltre, si è fatto riferimento ai dati bibliografici e a precedenti prove di laboratorio, per valutare i parametri geotecnici a lungo termine (ϕ' e C'), dei terreni coesivi dello strato B.

In sintesi, i valori rappresentativi di resistenza statica alla penetrazione, risultano:

- Strato A - $R_p = 40.0 \div 70.0 \quad \text{Kgcm}^{-2}$
- Strato B - $R_p = 10.0 \div 30.0 \quad \text{Kgcm}^{-2}$

Dalle resistenze alla penetrazione dei terreni rinvenuti è stato possibile attribuire i seguenti parametri geotecnici **rappresentativi:**

- terreni di riporto costituiti da ghiaie eterometriche e frammenti di Laterizi in forte matrice limosa sabbiosa, addensati (Strato R);

. peso di volume naturale	$\gamma_n = 1.85 \div 1.90$	ton m^{-3}
. peso di volume immerso	$\gamma' = 0.85 \div 0.90$	ton m^{-3}
parametri in valori efficaci		
. angolo di attrito	$\phi' = 28^\circ \div 30^\circ$	
. coesione	$C' = 0.1 \div 0.2$	ton m^{-2}
Parametri elastici		
. Modulo Edometrico	$E_d = 80.0 \div 100.0$	Kgcm^{-2}

- alternanze di sabbie medio fini fortemente limose argillose e limi sabbiosi argillosi con frequenti interlivelli limo argillosi e/o argillosi limosi, da compatte a dense (Strato A);

. peso di volume naturale	$\gamma_n = 1.85 \div 1.90$	ton m ⁻³
. peso di volume immerso	$\gamma' = 0.85 \div 0.90$	ton m ⁻³
parametri in valori efficaci		
. angolo di attrito	$\phi' = 24^\circ \div 25^\circ$	
. coesione	$C' = 0.0$	ton m ⁻²
Parametri elastici		
. Modulo Edometrico	$E_d = 40.0 \div 50.0$	Kgcm ⁻²

- alternanze di argille limose e limi argillosi con locali interlivelli o interstrati di limi sabbiosi e/o sabbie limose di modesto spessore e continuità laterale incerta, da molli a mediamente compatte (Strato B);

. peso di volume naturale	$\gamma_n = 1.90 \div 1.95$	ton m ⁻³
. peso di volume saturo	$\gamma_s = 2.10 \div 2.15$	ton m ⁻³
parametri in valori efficaci		
. angolo di attrito	$\phi' = 20^\circ \div 21^\circ$	
. coesione	$C' = 0.4 \div 0.6$	ton m ⁻²
parametri in valori totali		
. angolo di attrito	$\phi_u = 0.0^\circ$	
. coesione	$C_u = 3.0 \div 8.0$	ton m ⁻²
Parametri elastici		
. Modulo Edometrico	$E_d = 25.0 \div 50.0$	Kgcm ⁻²

I parametri geotecnici, sopra riportati, sono delle indicazioni referite ai valori rappresentativi delle resistenze alla penetrazione dei terreni incontrati, ai dati bibliografici e ai risultati di prove di laboratorio eseguite su terreni litologicamente analoghi con valori di resistenza alla penetrazione comparabili.

Nella scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, secondo le istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP), è giustificato riferirsi a valori prossimi ai valori medi, quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (compensazioni delle eterogeneità, ad esempio fondazioni sup., frane ----) o quando la rigidezza della struttura a contatto con il terreno è sufficiente a trasferire le azioni da zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Viceversa, per modesti volumi di terreno coinvolti (ad es. scorrimento di un muro, carico di punta di un palo -----) o strutture con insufficiente rigidezza, è opportuno riferirsi a valori prossimi a quelli minimi.

La normativa vigente definisce come valore caratteristico quel parametro al quale è associata una fissata probabilità di non superamento pari al 5%.

Secondo le N.T.C. (Cap. 6.2.2.), il valore caratteristico da assoggettare ai parametri geotecnici è estrapolato dal progettista attraverso " una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato ".

Nei problemi connessi al raggiungimento dello stato limite ultimo (SLU) del terreno (GEO) i parametri geotecnici caratteristici

vengono ridotti e diventano parametri di progetto attraverso i seguenti coefficienti parziali indicati nella Tab. 6.2 II delle N.T.C., di seguito riportata:

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

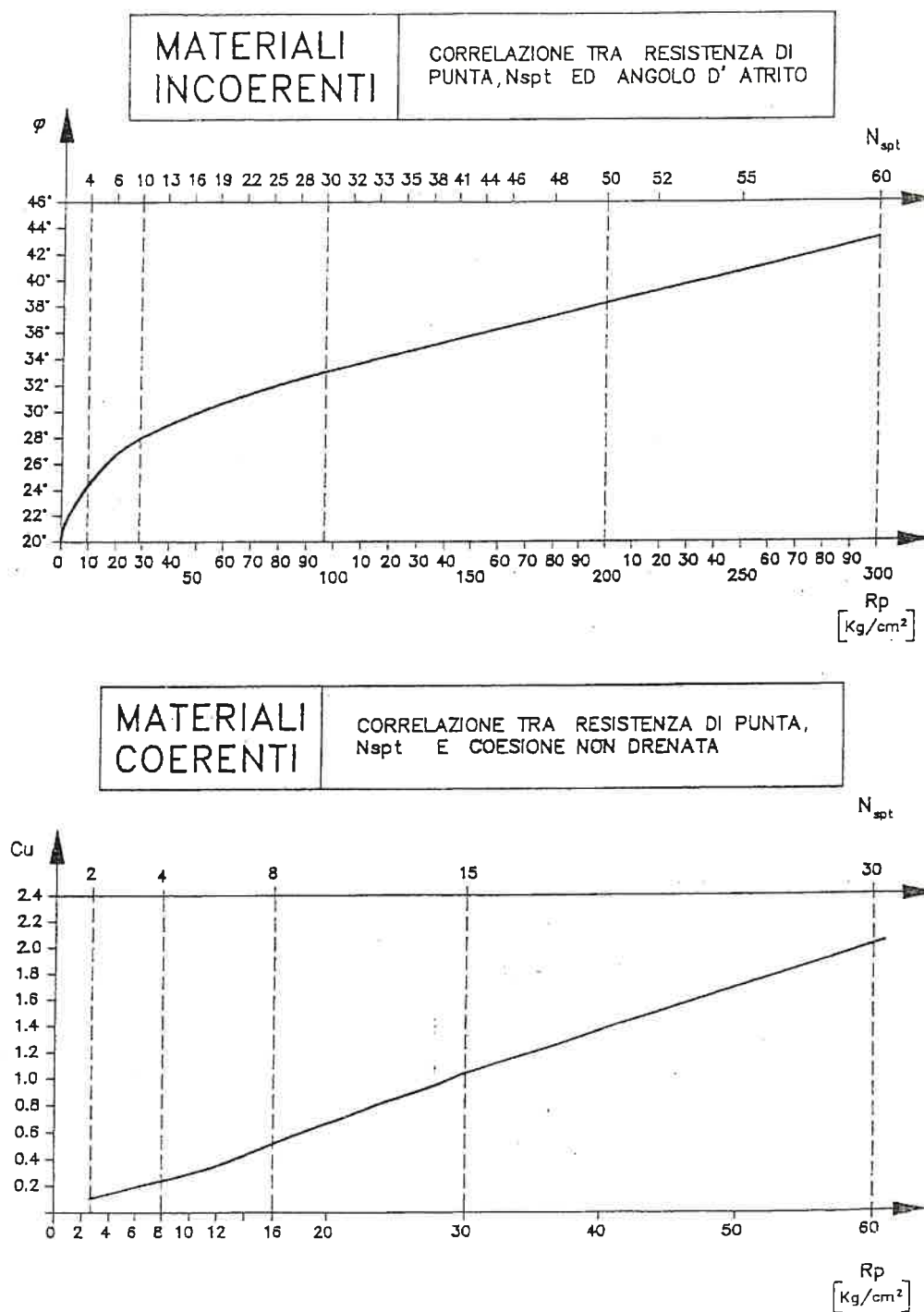
Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1,0	1,0

Fig.14 – DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT E DA PENETROMETRIE STATICHE (TERZAGHI).

ARGILLA	q_u Kg/cm ²	PENETROMETRO STANDARD n. COLPI PER PIEDE
MOLTO MOLLE	< 0.25	<2
MOLLE	0.25 - 0.5	2 - 4
MEDIAMENTE COMPATTA	0.5 - 1.0	4 - 8
CONSISTENTE	1.0 - 2.0	8 - 15
MOLTO CONSISTENTE	2.0 - 4.0	15 - 30
DURA	>4	>30

SABBIA	PENETROMETRO STANDARD n. COLPI X PIEDE	PENETROMETRO STATICO Kg/cm ² R_p	ANGOLO D'ATTRITO
MOLTO SCIOITA	<4	<20	<30°
SCIOITA	4 - 10	20 - 40	30° - 35°
COMPATTA	10 - 30	40 - 120	35° - 40°
DENSA	30 - 50	120 - 200	40° - 45°
MOLTO DENSA	>50	>200	>45°

Fig.15



- 10 - INDICAZIONI SULLE OPERE DI FONDAZIONE DELLE PENSILINE:

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico su pensiline nel parcheggio di nuova costruzione.

Considerate le condizioni stratigrafiche locali, riscontrate con le prove penetrometriche, e le condizioni morfologiche pianeggianti, per la realizzazione delle opere di fondazione delle pensiline si consigliano delle fondazioni superficiali (plinti e/o fondazioni continue), adeguatamente dimensionate, impostate a partire dalla profondità minima di - 1.50 m circa dall'attuale piano di calpestio.

Nel caso si adottino dei plinti di fondazione, questi dovranno essere collegati tra loro, in senso longitudinale e/o trasversale, da dei cordoli adeguatamente dimensionati.

In questa ipotesi, considerata la stratigrafia dei terreni, le fondazioni poggeranno nei terreni naturali dello Strato A.

La profondità di imposta delle fondazioni consigliate, migliora le caratteristiche portanti delle fondazioni (incastro delle fondazioni), riduce i cedimenti e limita gli effetti dovuti ai fenomeni di ritiro del terreno, indotti dalle escursioni termiche stagionali che negli ultimi anni, alle nostre latitudini, si sono notevolmente accentuati (estati molto secche).

Sulla base delle resistenze alla penetrazione, risultanti dalle prove penetrometriche, alla profondità di imposta delle fondazioni consigliata (- 1.50 m dal piano di calpestio attuale), si può contare su di un **carico di rottura minimo e massimo di:**

$$Q_{rmin} = 4.50 \text{ Kgcm}^{-2}$$

$$Q_{rmed.} = 6.00 \text{ Kgcm}^{-2}$$

Il carico ammissibile vale $Q_a = Q_r/3$ (tensioni ammissibili - vecchia normativa sismica).

Sulla base della Nuova Normativa Sismica Vigente (N.T.C. 2018), il carico limite o Resistenza di Progetto vale: $Q_{lim} = Q_r \times A$, dove A sono le superfici delle fondazioni.

Diversamente, il progettista delle opere strutturali può calcolare la capacità portante limite delle fondazioni (resistenza di progetto) utilizzando una delle diverse formule, proposte da vari autori, che tengano conto del tipo e geometria della fondazione, dei parametri geotecnici del terreno e dei fattori di capacità portante.

In base alla Nuova Normativa Sismica (N.T.C. approvata con D.M. 17-01-2018) la Resistenza di progetto ($R_d = Q_{lim}$) va divisa per il coefficiente Parziale γ_r (R_3), come indicato nella tabella 6.4.I di seguito riportata.

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R_3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

In sintesi, le verifiche geotecniche (GEO) da soddisfare sono:

- Approccio 2 – Combinazione 1 ($A_1 + M_1 + R_3$);
- SLU per scorrimento della fondazione sul piano di posa – Approccio 1 – Combinazione 2 ($A_2 + M_2 + R_2$);
- SLU per carico limite della fondazione (collasso per carico limite terreno + fondazione) – Approccio 1 – Combinazione 2 ($A_2 + M_2 + R_2$).

Saranno da verificare i cedimenti totali e differenziali, a breve

e lungo termine, e la loro compatibilità con le fondazioni che si adotteranno.

Si puntualizza comunque che, sulla base delle normative vigenti (N.T.C. 2018), l'attribuzione dei parametri geotecnici ai terreni rinvenuti, la scelta e le dimensioni delle tipologie fondali e le relative verifiche geotecniche sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'ingegnere progettista delle opere strutturali.

- 11 - INDICAZIONI SUL COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO (TERRENO ALLA

WINKLER) :

I metodi, per la determinazione di "K", sono basati su estrapolazioni che traggono origine dall'effettuazione di prove di carico su piastra.

Dovendo necessariamente operare con piastre di piccole dimensioni, vale la pena di osservare che, l'influenza del carico si rende sensibile solo in corrispondenza dei livelli più superficiali di terreno.

In realtà, le fondazioni, di dimensioni naturalmente maggiori, finiscono con l'interessare strati posti a notevole profondità.

Pertanto si è ritenuto opportuno, al fine di contenere entro limiti accettabili i costi delle indagini, di effettuare una valutazione approssimata di "Ks" sulla base della capacità portante del terreno (q_a).

Si premette che, per il calcolo delle pressioni di contatto per fondazioni superficiali nel dominio di Winkler (fondazioni deformabili su terreno ideale elastico) si fornisce il coefficiente di sottofondo "Ks".

La pressione sul terreno e i momenti flettenti corrispondenti sono poco sensibili al coefficiente di sottofondo usato; ciò deriva dal fatto che in genere la rigidezza degli elementi strutturali è pari ad almeno 10 volte la rigidezza del terreno misurato con Ks.

Alla luce di questo Bowles propone di calcolare indicativamente il coefficiente di sottofondo sulla base della portanza del terreno mediante la seguente formula:

$$K_s = C \times F_s \times q_{amm}$$

dove:

C = coefficiente adimensionale corrispondente ad un cedimento di un pollice

(0,8) o di mezzo pollice (0,4);

FS = coefficiente di sicurezza adottato per il calcolo della q_{amm} dalla
portanza limite = 3;

q_{amm} = carico unitario ammissibile medio stimato (Kg/cm²) = 0,8 Kg/cm².

Il valore relativo ad un determinato cedimento potrà essere scelto dal progettista delle strutture all'interno dell'intervallo sopra riportato (da 0,4 a 0,8) in funzione delle caratteristiche fondazionali (tipologia e rigidezza); ciò considerando che 0,4 è ragionevolmente a favore della sicurezza e pertanto è possibile ammettere anche cedimenti minori adottare anche un coefficiente superiore.

Nel nostro caso il valore ricavato dal calcolo delle due situazioni limite, risulta:

$$K_s = 1,8 \div 2,4 \text{ Kgcm}^{-3}$$

In alternativa il progettista, conoscendo le dimensioni fondali, potrà adottare la formula: $K_s = E_s/B (1 - \mu^2)$ con:

E_s = modulo di Young secante;

μ = coefficiente di Poisson.

In condizioni dinamiche si può adottare $K_w \text{ dinamico} = 0,7 \times K_w \text{ statico}$ e Bowles consiglia una riduzione del 10% - 50% in presenza di carichi ciclici.

Per quanto concerne il parametro $K_{s,h}$ (modulo di Winkler orizzontale in condizioni statiche) Bowles suggerisce $K_{s,h} = 0,5 K_{s,v}$ (caso in cui non si considera la resistenza passiva del terreno perché rimaneggiato dello scavo del piano di posa della fondazione).

I valori dei moduli di sottofondo sopra riportati sono delle indicazioni al progettista delle opere strutturali che, se ritiene, li

può assumere come sopra indicati o rivedere a sua esclusiva discrezione.

In entrambi i casi, l'assunzione di tali coefficienti e di esclusiva competenza e responsabilità dell'ingegnere progettista delle opere strutturali.

- 12 - CONCLUSIONI:

Nell'area di interesse è stata eseguita una campagna di indagini costituita da n.5 prove penetrometriche statiche (C.P.T.M.) e da n.1 indagine sismica Masw, quest'ultima per la valutazione della Vs30.

Sulla base della Carta Geologica della R.E.R., le opere in oggetto ricadono sui terreni dell'Unità di Modena "AES8a", costituiti da depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi (Olocene).

Si riportano, qui di seguito, gli argomenti trattati nei singoli paragrafi.

Nel paragrafo 1 (pagine 2 e 3) sono riportate le premesse, mentre nel paragrafo 2 (pagina 5) è riportata la metodologia di indagine.

Nel paragrafo 3 (da pagina 6 a pagina 15) è riportato l'inquadramento geologico e morfologico dell'area di interesse e delle aree limitrofe (Modello Geologico).

Le stratigrafie dei terreni, risultanti delle prove penetrometriche, sono riportate nel paragrafo 4 (pagine 16 e 17) e schematizzate nelle Figure 6, 7, 8 e 9 (Correlazioni litostratigrafiche scala 1:200).

Le condizioni idrogeologiche, idrografiche e il rischio idraulico sono riportate nel paragrafo 5 (da pagina 18 a pagina 21) e nelle figure 10, 11 e 12.

L'area di imposta delle opere in progetto è pianeggiante (Categoria Topografica T.1).

Il territorio della Provincia di Rimini è considerato zona sismica 2.

Dai risultati dell'indagine geofisica Masw, è stato valutato che

l'area di interesse è caratterizzata da delle velocità delle onde di taglio (Vs30) di 254,10 m sec⁻¹, corrispondente ad un terreno di tipo C. (a riguardo si veda il paragrafo 6 - pagine 22, 23 e 24).

L'azione sismica locale è riportata nel paragrafo 8 (pagine 27, 28 e 29).

Le indicazioni sui parametri geotecnici sono riportati nel paragrafo 9 (da pagina 30 a pagina 34).

Le indicazioni sulle opere di fondazione consigliate sono riportate nel paragrafo 10 (da pagina 35 a pagina 37).

Le indicazioni sui valori dei coefficienti di sottofondo Ks (terreno alla Winkler) sono riportati nel paragrafo 11 (pagine 38, 39 e 40).

Per garantire nel tempo la stabilità di quanto previsto dal progetto, sarà necessario prevedere un adeguato e corretto sistema di regimazione di tutte le acque di origine meteorica e non.

Si puntualizza che tutti i dati, riportati nella presente relazione, riferiti alla caratterizzazione geotecnica dei terreni sono indicativi e che sulla base delle normative vigenti (N.T.C. 2018), tali dati sono e restano di esclusiva competenza e responsabilità del progettista delle opere strutturali.

Dott. Geol. Eugenio Fiorini
(Firmata Digitalmente)

Coriano lì, Luglio 2025

APPENDICE – A –

**PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
(C.P.T.M.)**

**SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
N. 267040P501**

Comm: Geol. Fiorini Eugenio
Cantiere: Riccione (RN) - Viale Portofino
Data: Luglio 2025

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,90 mt.
Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

[illegible]

Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

n.l. non liquefacibile

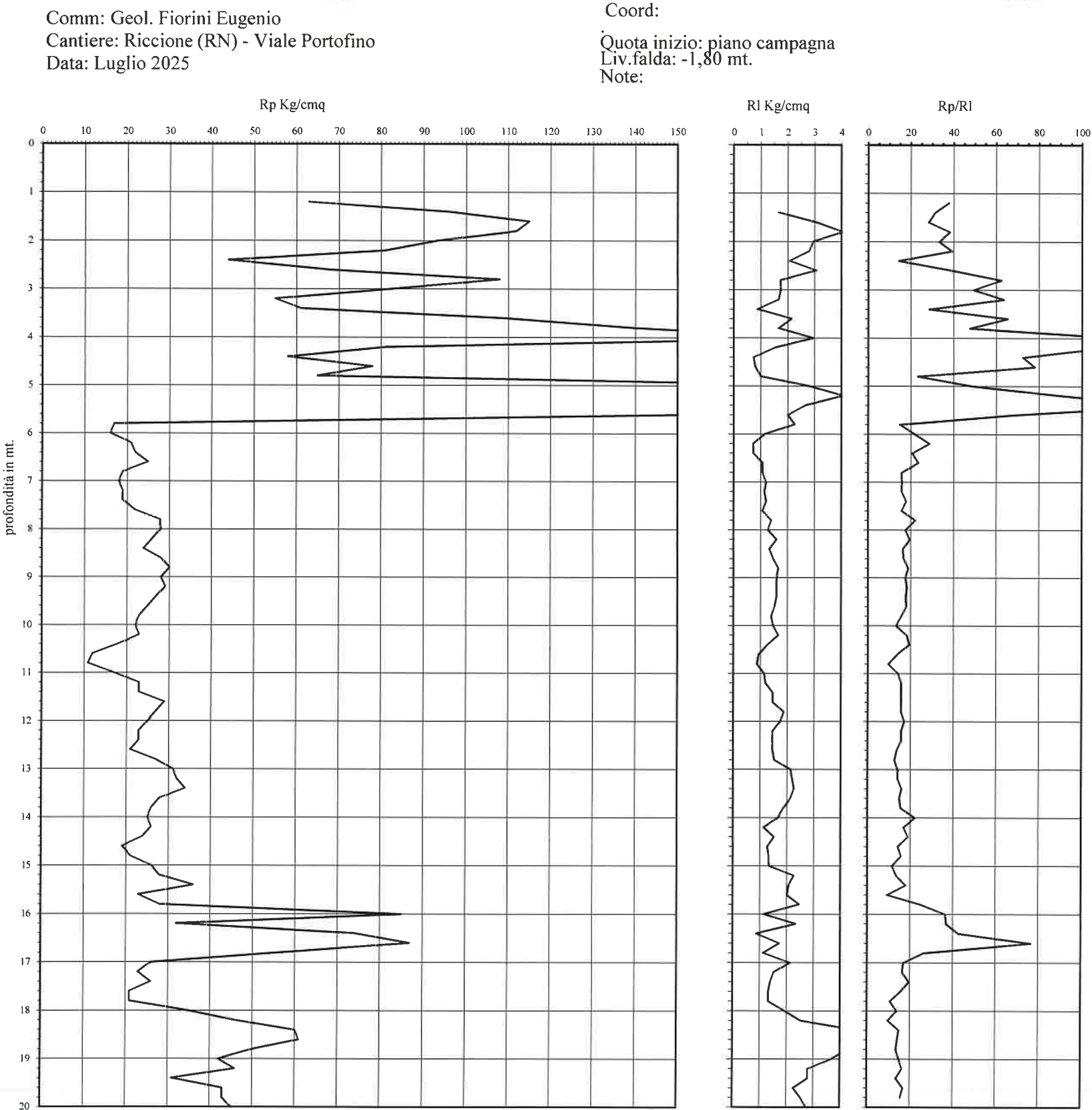
Cu media Kg/cmq	1,32604	27,118	Nspt media n, colpi
-----------------	---------	--------	---------------------

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Comm: Geol. Fiorini Eugenio
Cantiere: Riccione (RN) - Viale Portofino
Data: Luglio 2025

CPTM2

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



A A A A A A S S S S S										D	mt.	Rp	Rl	Rp/Rl	φ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt	coefficiente di sicurezza
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S										
T				C	L	A													
											0.2								
											0.4								
											0.6								
											0.8								
											1								
											1.2	63		37.80				15.75	2.77
											1.4	96	1.67	31.30				24	2.77
											1.6	115	3.07	28.28				28.75	2.77
											1.8	112	4.07	38.18				28	2.77
											2	93	2.93	33.21				23.25	2.77
											2.2	81	2.80	39.19				20.25	2.77
											2.4	44	2.07	14.35			2.2		n.l.
											2.6	68	3.07	39.23				17	2.77
											2.8	108	1.73	62.31	39	0.57		27	2.77
											3	82	1.73	49.20	38	0.51		20.4	2.77
											3.2	55	1.67	63.46	36	0.44		13.75	2.13
											3.4	61	0.87	28.59				15.25	2.77
											3.6	109	2.13	65.40	39	0.57		27.25	2.77
											3.8	140	1.67	47.73	41	0.65		35	2.77
											4	186	2.93	121.30	44	0.77		46.5	2.77
											4.2	81	1.53	110.45	38	0.50		20.25	2.77
											4.4	58	0.73	72.50	36	0.45		14.5	1.97
											4.6	78	0.80	78.00	37	0.50		19.5	2.77
											4.8	65	1.00	23.21			3.25		n.l.
											5	198	2.80	48.69	45	0.80		49.5	2.77
											5.2	244	4.07	91.50	48	0.91		61	2.77
											5.4	281	2.67	140.50	50	1.00		70.25	2.77
											5.6	153	2.00	67.50	42	0.68		38.25	2.77
											5.8	17	2.27	15.00			0.85		n.l.
											6	16	1.13	21.82			0.8		n.l.
											6.2	21	0.73	28.64			1.05		n.l.
											6.4	22	0.73	20.63			1.1		n.l.
											6.6	25	1.07	23.44			1.25		n.l.
											6.8	19	1.07	15.83			0.95		n.l.
											7	18	1.20	15.88			0.9		n.l.
											7.2	19	1.13	15.83			0.95		n.l.
											7.4	19	1.20	17.81			0.95		n.l.
											7.6	22	1.07	15.71			1.1		n.l.
											7.8	28	1.40	22.11			1.4		n.l.
											8	28	1.27	17.50			1.4		n.l.
											8.2	26	1.60	19.50			1.3		n.l.
											8.4	24	1.33	16.36			1.2		n.l.
											8.6	28	1.47	16.80			1.4		n.l.
											8.8	30	1.67	18.75			1.5		n.l.
											9	28	1.60	17.50			1.4		n.l.
											9.2	29	1.60	18.13			1.45		n.l.
											9.4	27	1.60	17.61			1.35		n.l.
											9.6	25	1.53	17.86			1.25		n.l.
											9.8	23	1.40	15.68			1.15		n.l.
											10	22	1.47	13.20			1.1		n.l.
											10.2	23	1.67	18.16			1.15		n.l.
											10.4	18	1.27	19.29			0.9		n.l.
											10.6	12	0.93	13.85			0.6		n.l.
											10.8	11	0.87	9.71			0.55		n.l.
											11	17	1.13	14.17			0.85		n.l.
											11.2	23	1.20	15.68			1.15		n.l.
											11.4	23	1.47	15.68			1.15		n.l.
											11.6	29	1.47	15.54			1.45		n.l.
											11.8	27	1.87	15.58			1.35		n.l.
											12	25	1.73	17.05			1.25		n.l.
											12.2	23	1.47	15.68			1.15		n.l.
											12.4	23	1.47	15.68			1.15		n.l.
											12.6	21	1.47	13.70			1.05		n.l.
											12.8	27	1.53	12.66			1.35		n.l.
											13	31	2.13	14.09			1.55		n.l.
											13.2	32	2.20	14.12			1.6		n.l.
											13.4	34	2.27	15.94			1.7		n.l.
											13.6	28	2.13	15.00			1.4		n.l.
											13.8	26	1.87	15.60			1.3		n.l.
											14	25	1.67	22.06			1.25		n.l.
											14.2	26	1.13	16.96			1.3		n.l.
											14.4	24	1.53	18.95			1.2		n.l.
											14.6	19	1.27	14.25			0.95		n.l.
											14.8	21	1.33	15.75			1.05		n.l.
											15	26	1.33	11.47			1.3		n.l.
											15.2	28	1.27	13.55			1.4		n.l.
											15.4	36	2.07	18.00			1.8		n.l.
											15.6	23	2.00	9.32			1.15		n.l.
											15.8	28	2.47	24.71			1.4		n.l.
											16	85	1.13	36.43				21.25	2.46
											16.2	32	2.33	36.92				8	1.12
											16.4	74	0.87	42.69				18.5	2.04
											16.6	87	1.73	76.76				21.75	1.40
											16.8	56	1.13	26.25			2.8		n.l.
											17	26	2.13	16.96			1.3		n.l.
											17.2	23	1.53	16.43			1.15		n.l.
											17.4	26	1.40	19.50			1.3		n.l.
											17.6	21	1.33	15.75			1.05		n.l.
											17.8	21	1.33	10.86			1.05		n.l.
											18	35	1.93	13.82			1.75		n.l.
											18.2	46	2.53	9.86			2.3		n.l.
											18.4	60	4.67	15.00			3		n.l.
											18.6	61	4.00	14.30			3.05		n.l.
											18.8	50	4.27	13.64			2.5		n.l.
											19	42	3.67	15.00			2.1		n.l.
											19.2	46	2.80	16.43			2.3		n.l.
											19.4	31	2.80	13.68			1.55		n.l.
											19.6	43	2.27	16.97			2.15		n.l.
											19.8	43	2.53	15.73			2.15		n.l.
											20	45	2.73						n.l.

Legenda:

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 1,42319
Nspt media n. colpi 27,4

n.l. non liquefacibile

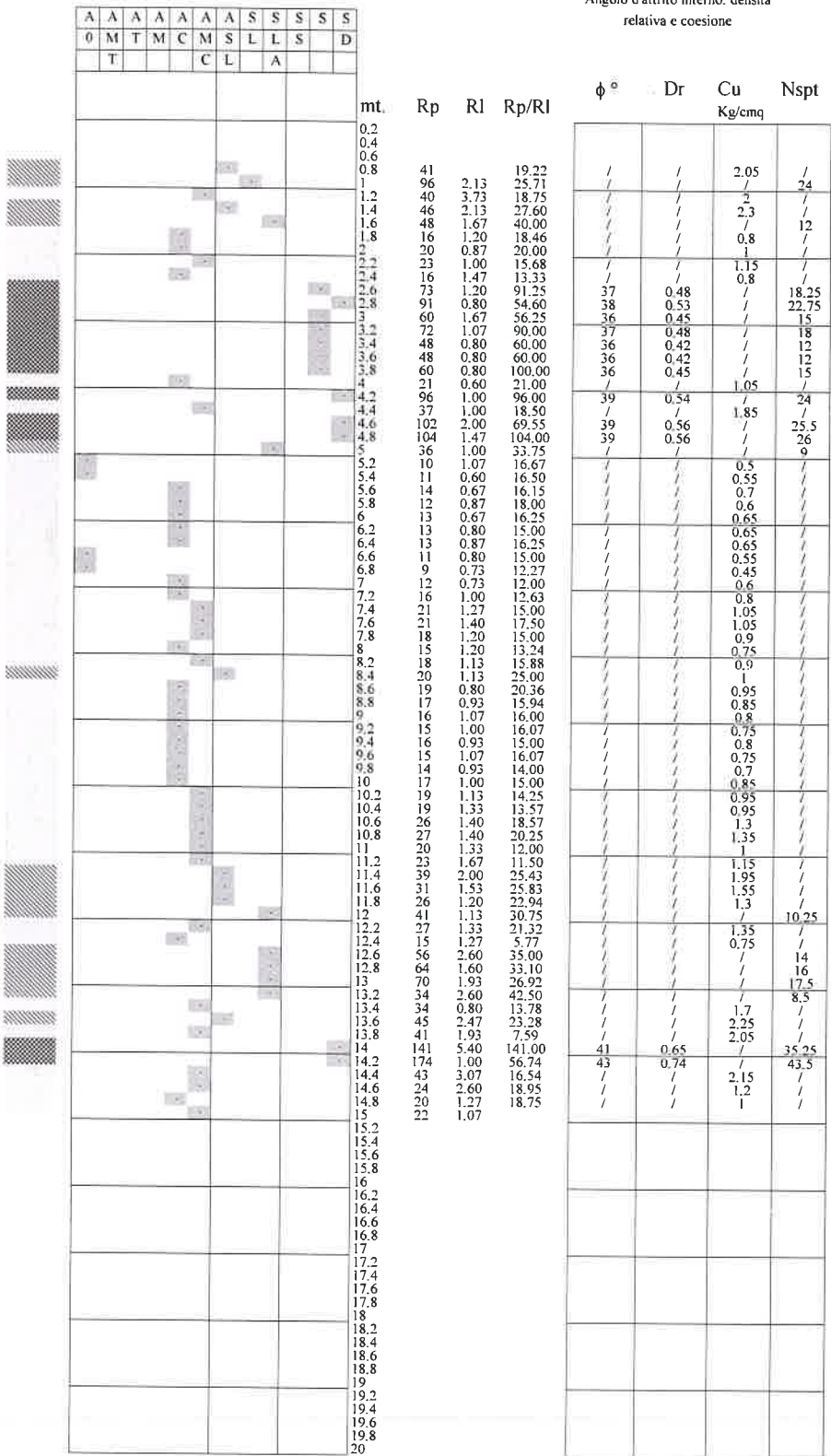
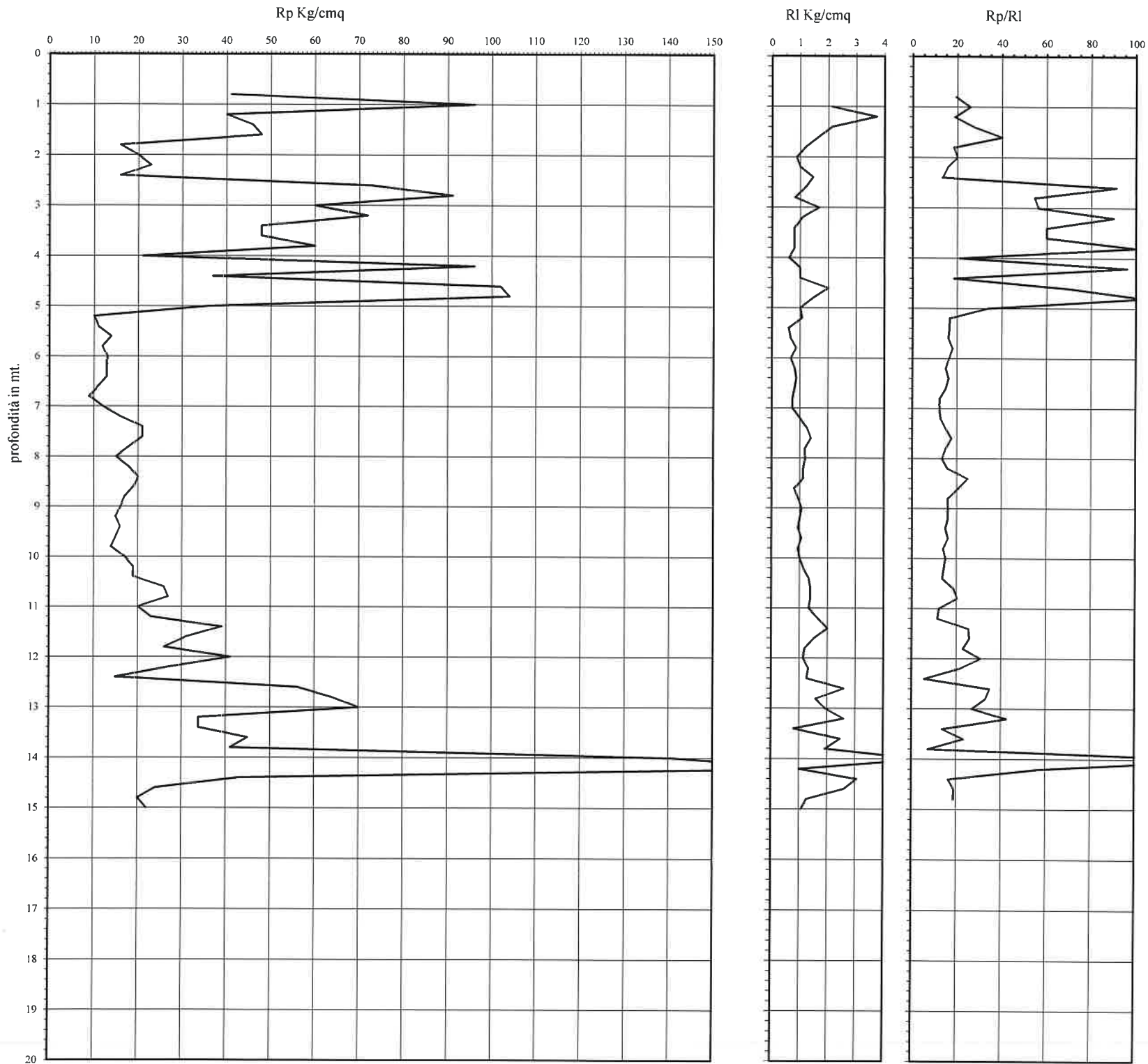
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Comm: Geol. Fiorini Eugenio
Cantiere: Riccione (RN) - Viale Portofino
Data: Luglio 2025

Coord:
Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,90 mt.
Note:

CPTM3

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Angolo d'attrito interno, densità
relativa e coesione

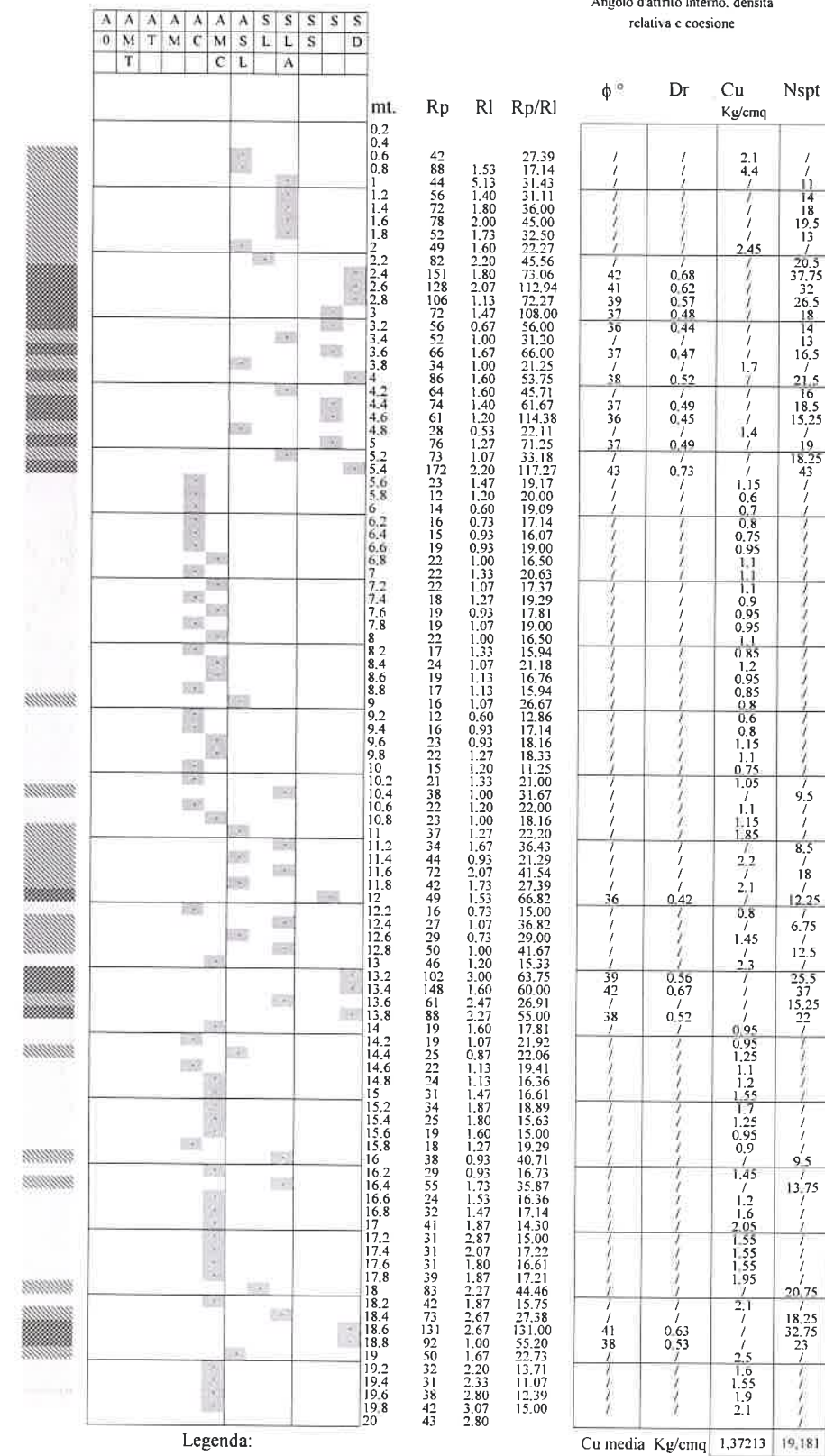
Verifica alla liquefazione
magnitudo di 6 g
accelerazione massima al suolo 0,25 g
(Seed et al. 1985)

coefficiente di sicurezza

Comm: Geol. Fiorini Eugenio
Cantiere: Riccione (RN) - Viale Portofino
Data: Luglio 2025

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,70 mt.
Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Cu media Kg/cm ²	1,37213	19,181	Nspt media n. colpi
-----------------------------	---------	--------	---------------------

Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

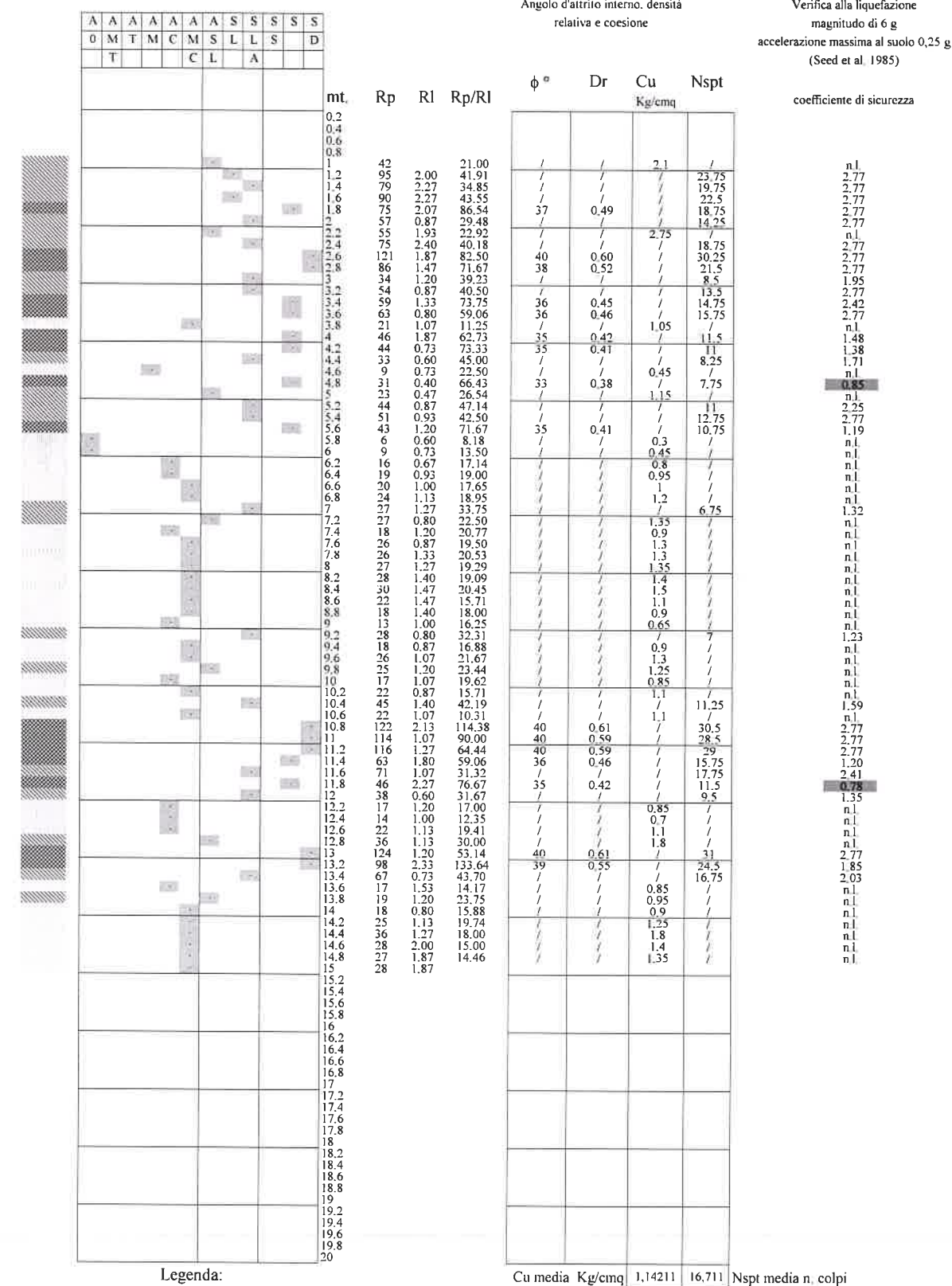
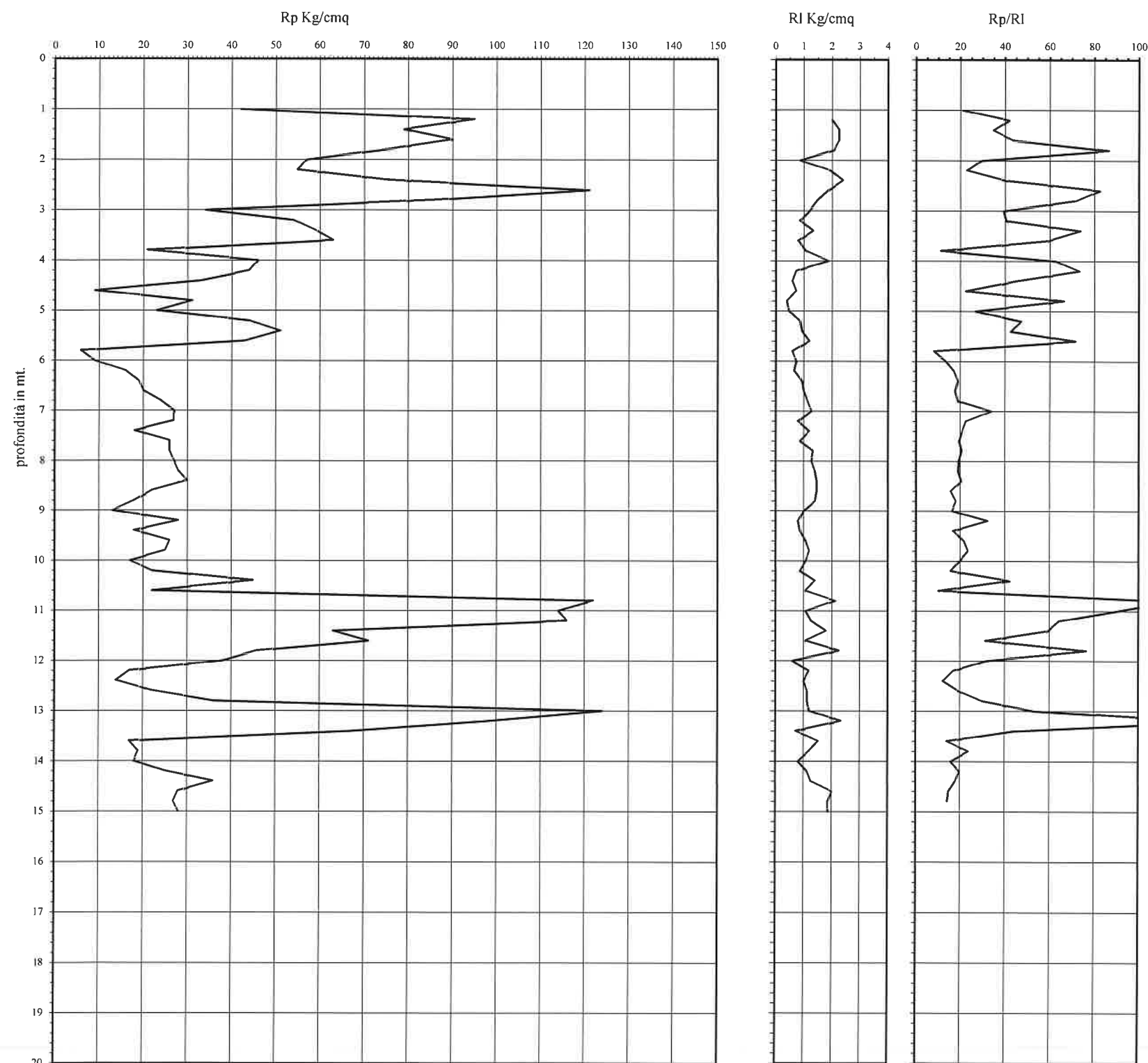
AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

Comm: Geol. Fiorini Eugenio
Cantiere: Riccione (RN) - Viale Portofino
Data: Luglio 2025

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,80 mt.
Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



INTERGEO S.r.l. – Servizi Geologici
Strada Acquasala, 9 - 47899 Serravalle - RSM
Codice Operatore Economico SM 21197
telefono: 333 220 8378 | 349 559 4709
sito: www.intergeo-sm.com

Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

APPENDICE – B –

**METODOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLA PROVA –
MASW -**

- METODOLOGIA DI INDAGINE:

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per Ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde,

Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali.

Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.

Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza Variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

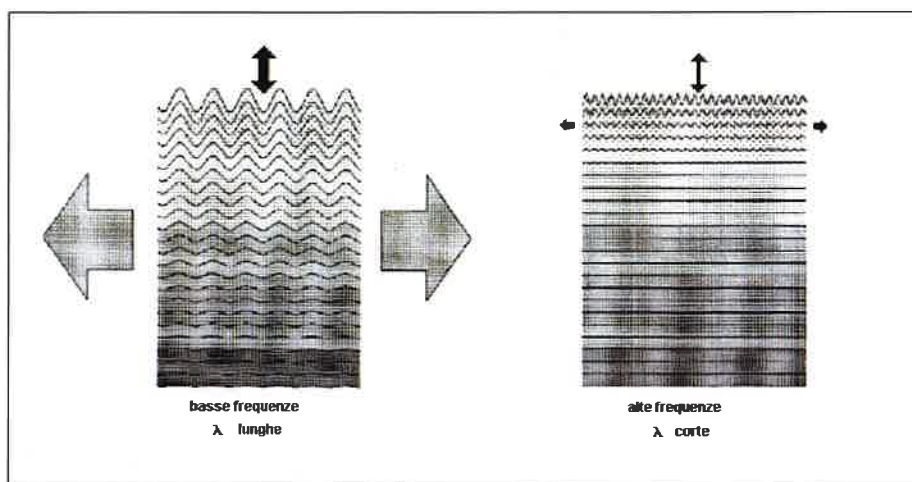
Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale.

Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

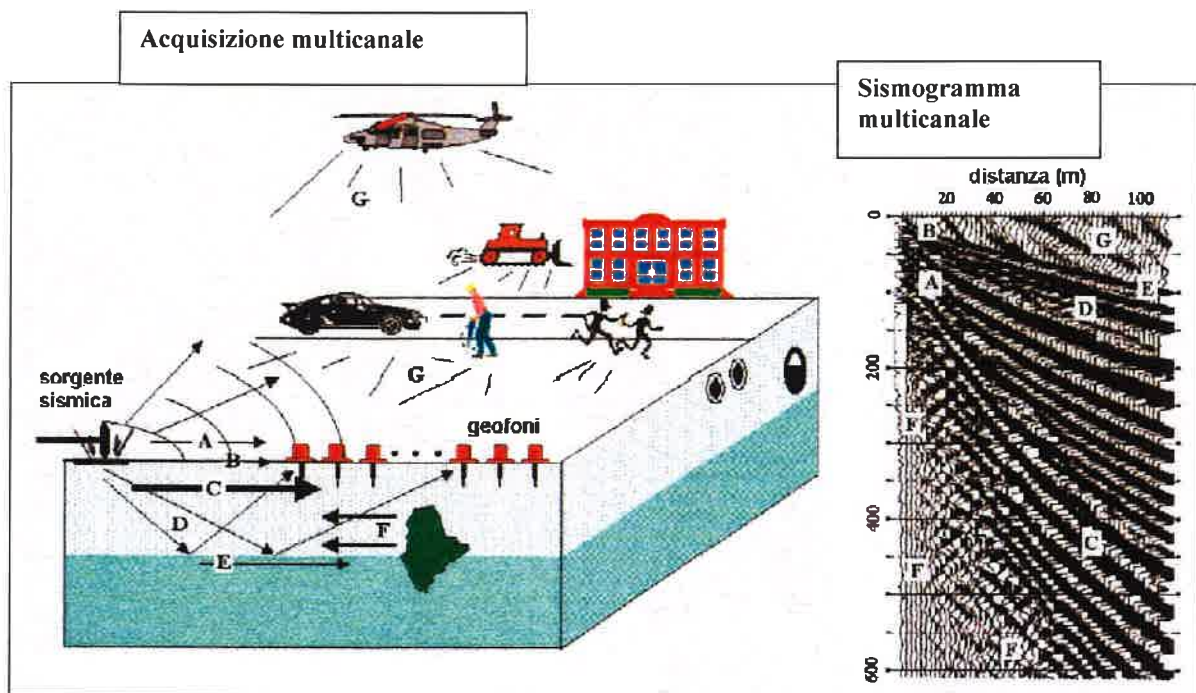
- STRUMENTAZIONE:

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sismografo " ECHO 24/2002 SEISMIC UNIT " a 24 canali;
- software di acquisizione dati " ECHO 2002 " installato su processore Intel (R) Pentium (R) M Processor 2,00 GHz;
- n.2 cavi sismici a 12 take-outs ciascuno spazati a 5 metri con connettore " Cannon " montati su rullo;
- n.24 Geofoni verticali a 4,5 Hz;
- n.1 mazza di battuta 8 Kg con interruttore starter;
- n.1 batteria 12 volts 60 amp;
- n.1 cavo trigger 200 metri montato su rullo;
- n.1 piastra di battuta.



- VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE:



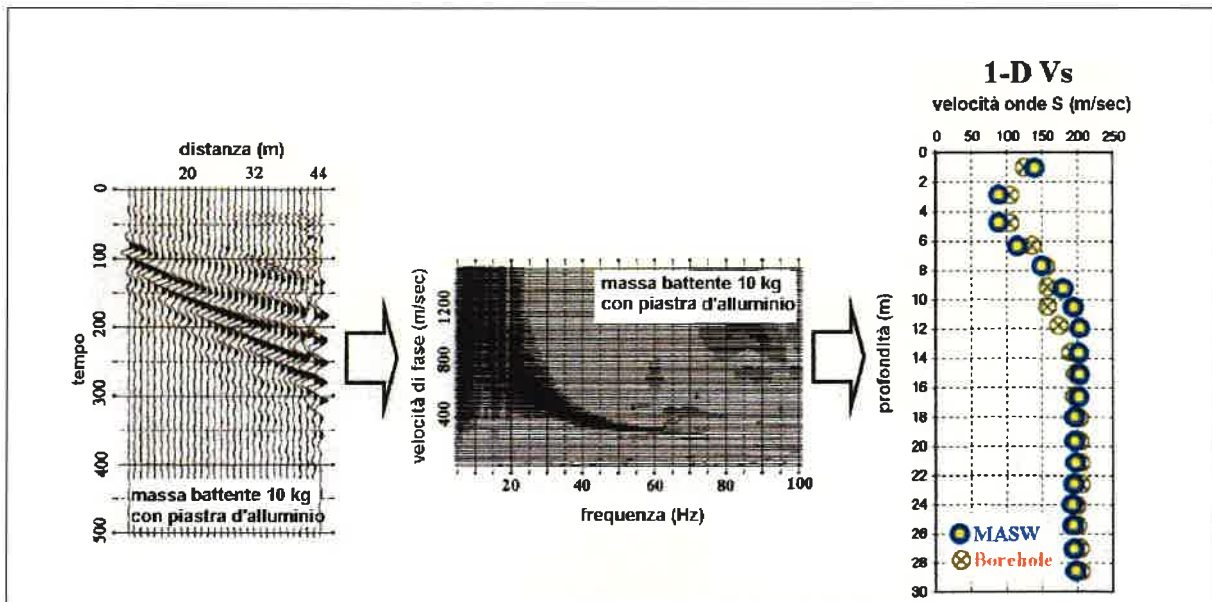
A: onde in aria	E: onde rifratte
B: onde dirette	F: onde riverberate
C: onde di superficie	G: rumore ambientale
D: onde riflesse	

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche.

Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.

Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

- DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.