

Comune di Riccione

Provincia di Rimini



SETTORE URBANISTICA - EDILIZIA PRIVATA - AMBIENTE

PIANO PARTICOLAREGGIATO DELL'ARENILE -IV° VARIANTE 2015-

ELABORATO N°20

RELAZIONE GEOLOGICA

Maggio 2015

ADOZIONE:

Delibera di G.C. n. 274 del 01/08/2013

APPROVAZIONE:

Delibera di G.C. n. del

Il Sindaco:

Renata Tosi

L'Assessore Urbanistica:

Roberto Cesarini

Il Segretario Generale:

Giuseppina Massara

Il Dirigente:

Daniele Salvatori

COORDINATORE E PROGETTISTA:

Arch. Mirna Bertuccini

COLLABORATORI:

Arch. Annalisa Schiano

Segr. Amm. Loredana Raffaelli

SUPPORTO INFORMATICO:

Ing. Giorgio Ovani

Comune di Riccione

(Provincia di Rimini)

Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile

Studio geologico-geotecnico

Relazione generale

Riccione, gennaio 2003

Dott. Geol. Andrea Montanari

Indice

1 - Introduzione.....	1
1.1 – PREMESSA.....	1
1.2 – METODOLOGIA DI INDAGINE	1
1.3 – ELENCO ALLEGATI	2
1.4 – INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO.....	2
1.5 – AREA DI INTERVENTO.....	2
2 - Inquadramenti generali	3
2.1 – GEOLOGIA	3
2.2 – GEOMORFOLOGIA.....	5
2.3 – IDROGRAFIA E IDROLOGIA.....	6
2.4 – IDROGEOLOGIA	6
2.5 – CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO CIRCONDARIALE.....	7
3 - Campagna geognostica	8
3.1 - PREMESSA.....	8
3.2 – ASSETTO STRATIGRAFICO.....	8
3.3 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	9
4 – Criteri costruttivi.....	10
4.1 – MODALITÀ ED AVVERTENZE COSTRUTTIVE	10
4.2 – PRESSIONI DI CARICO AMMISSIBILI DEI TERRENI DI FONDAZIONE	11
4.3 – CALCOLO DEI CEDIMENTI DEI TERRENI DI FONDAZIONE	12
4.4 – PORTATA AMMISSIBILE DI UN PALO SINGOLO	20
4.5 – MODULO DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO.....	21
5 – Valutazione del rischio sismico	22
5.1 – CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI FONDAZIONE	22
5.2 – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI INCOERENTI.....	22
6 – Conclusioni	24
<i>Bibliografia</i>	25

Comune di Riccione

(Provincia di Rimini)

Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile

Studio geologico-geotecnico

1 - Introduzione

1.1 – Premessa

Per incarico dell'Amministrazione Comunale di Riccione (Settore Urbanistica) ho eseguito uno studio geologico-geotecnico a corredo del progetto di Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile.

Le finalità dello studio medesimo sono le seguenti:

- descrivere gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici dell'ambiente di spiaggia, evidenziando alcune emergenze ambientali;
- ricostruire l'assetto stratigrafico di massima nella fascia di intervento;
- determinare le caratteristiche geotecniche di massima dei terreni di fondazione delle opere proposte;
- delineare i criteri costruttivi più idonei per le opere proposte in relazione alle caratteristiche stratigrafiche ed idrogeologiche delle varie zone di intervento;
- profilare il rischio sismico per le varie opere proposte, procedendo al calcolo del coefficiente di fondazione ed alla verifica alla liquefazione dei terreni incoerenti.

1.2 – Metodologia di indagine

Per perseguire le finalità proposte dallo studio, l'indagine è stata condotta col metodo seguente:

- ricerca bibliografica degli aspetti geologici, geomorfologici, idrologici ed idrogeologici dell'ambiente di spiaggia;
- esecuzione di sondaggi geognostici *in situ*, realizzati sia con un penetrometro statico tipo Gouda da 20 tonnellate sia con un penetrometro dinamico leggero avente massa battente da 20 kg, volata utile di 50 cm ed area della punta conica di 16 cm²;
- interpretazione dei sondaggi eseguiti al fine di ricostrire l'assetto stratigrafico di massima nella fascia di intervento e di determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni fondali;

- valutazione dei criteri costruttivi più idonei per le opere proposte nelle varie zone di intervento;
- calcolo delle pressioni di carico ammissibili dei terreni fondali e calcolo dei cedimenti indotti dai fabbricati con fondazioni dirette;
- calcolo della portata ammissibile per un palo singolo qualora convenga adottare fondazioni profonde (pali);
- calcolo del coefficiente di fondazione e verifica alla liquefazione dei terreni incoerenti.

Il territorio circondariale appartiene da un punto di vista sismico alla II categoria con grado di sismicità eguale a 9 (zona a media sismicità), per cui nelle varie fasi esecutive di questa relazione ci si attenuti a quanto disposto dalla Legge n°64 del 02.02.1972, D.M. 03.03.1975.

Le indagini geognostiche, le caratteristiche geotecniche dei terreni fondali ed i criteri costruttivi da adottare sono stati determinati osservando le Norme del D.M. del 11.03.1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, etc.” e successive modifiche ed integrazioni Circ. Min. LL.PP. n°30483 “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni....”.

1.3 – Elenco allegati

Il presente lavoro si compone oltre che della relazione generale illustrativa anche di una serie di allegati cartografici:

- allegato 1 – Corografia in scala 1:25.000 con evidenziata l’area di intervento;
- allegato 2 – Planimetria generale in scala 1:5.000 in cui sono ubicati i sondaggi penetrometrici eseguiti ed è evidenziata la traccia della sezione geolitologica;
- allegato 3 – Sezione geolitologica in scala 1:5000, 1:200;
- allegato 4 – Sondaggi geognostici *in situ* ed analisi granulometriche.

1.4 – Inquadramento cartografico

Il territorio del Comune di Riccione ricade all’interno del Foglio 101 Rimini (I.G.M.I. in scala 1:100.000) nella porzione Nord-Occidentale ed all’interno del Foglio 109 Pesaro (I.G.M.I. in scala 1:100.000) nella porzione Sud-Orientale.

Per quanto riguarda la cartografia I.G.M.I. in scala 1:25.000 il territorio del Comune di Riccione appartiene alle Tavole seguenti:

- 101 III SE Riccione Marina,
- 109 IV NE Riccione.

1.5 – Area di intervento

L’area di intervento della Variante al Piano Particolareggiato dell’Arenile è delimitata a Nord-Ovest dalla foce del Torrente Marano, a Sud-Est dal confine con il Comune di Misano Adriatico (RN) ed occupa una fascia di circa 100 metri compresa tra la passeggiata del lungomare e la battigia. Il progetto di Variante non prevede insediamenti urbanistici nelle aree adiacenti ai corsi d’acqua Marano e Melo.

Essa è stata suddivisa in cinque zone (da Sud a Nord) in base alle tipologie di intervento proposte:

- zona 1 (dal confine con il Comune di Misano Adriatico al P.le Kennedy) e zona 2 (dal P.le Kennedy al P.le San Martino), nelle quali tutte le strutture pertinenti alla ristorazione ed ai servizi di spiaggia (gabbionetti dei bagnini, cabine, etc.) sono progettate con volumi fuori terra.
- zona 3 (dal P.le San Martino al Porto Canale) e zona 4 (dal Porto Canale al P.le Azzarita), nelle quali le strutture pertinenti alla ristorazione sono dotate di un piano interrato mentre i fabbricati relativi ai servizi di spiaggia (cabine) risultano seminterrati di circa 0.80 m rispetto al piano campagna attuale.
- zona 5 (dal P.le Azzarita alla foce del Torrente Marano), nella quale tutti i fabbricati pertinenti alla ristorazione ed ai servizi di spiaggia (gabbionetti dei bagnini, cabine, etc.) sono progettati con volumi fuori terra.

Peraltro nelle varie zone di intervento è prevista una completa riqualificazione e redistribuzione di tutte le attrezzature di spiaggia (tende, ombrelloni, parchi giochi, etc.) e la realizzazione di alcune piscine in vetroresina amovibili alla fine di ogni stagione balneare.

2 - Inquadramenti generali

2.1 – Geologia

Nel territorio del Comune di Riccione affiorano le seguenti litologie (Carta Geologica d'Italia Fogli 101 Rimini e 109 Pesaro):

- Argille marnose azzurre del Pliocene Pedepenninico (Pliocene medio) – esse affiorano nel settore Sud-Ovest del territorio comunale e costituiscono i primi rilievi collinari dell'immediato entroterra. Sono terreni di origine marina di mare profondo appartenenti alla Successione sedimentaria Umbro-marchigiano-romagnola. In affioramento riflettono una morfologia dolce ed arrotondata con un avvicinarsi di forme concave e convesse.
- Alluvioni terrazzate (Pleistocene medio superiore) – depositi di genesi fluviale che si estendono sino al ciglio superiore della paleofalesia e che sono in parte rielaborati dagli attuali corsi d'acqua. In genere sono terreni di natura argilloso-limosa.
- Depositi marini litoranei sabbiosi (Pleistocene superiore – Olocene) – essi sono ubicati a mare della paleofalesia (scarpata naturale che si segue con continuità lungo tutto il territorio comunale) e vengono distinti in depositi sabbiosi di palespiaggia (dove è insediata la fascia alberghiera e residenziale di Riccione) ed in depositi sabbiosi della spiaggia attuale.

Per quanto riguarda l'origine della paleofalesia alcuni studiosi sostengono che essa sia stata modellata ed incisa durante il periodo di "optimum climatico post-glaciale" (trasgressione flandriana, fino a 6000 anni fa circa) quando il Mare Adriatico raggiunse il suo livello massimo (2-3 metri al di sopra di quello attuale); successivamente si ebbe una regressione marina che fece avanzare la linea di costa e che contribuì alla formazione ed alla evoluzione dell'ambiente di spiaggia recente ed attuale di cui oggi disponiamo.

La zona di intervento della Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile ricade interamente all'interno dei depositi sabbiosi della spiaggia attuale.

Dai dati reperiti in bibliografia il banco di sabbie e sabbie limose giallastre presenta spessori variabili, da pochi metri al piede della paleofalesia sino ad un massimo di 7-8 metri nella fascia di spiaggia oggetto di indagine. Al di sotto del banco di sabbie si rinvenivano depositi alluvionali di natura argilloso-limosa fino ad una profondità di almeno 20 metri dal piano campagna attuale. Il substrato

compatto formato da Argille marnose azzurre del Pliocene è stato rinvenuto a profondità variabili di 25 – 30 metri.

Nella Carta Geologica d'Italia qui di seguito proposta vengono evidenziate le litologie affioranti ed i limiti formazionali delle medesime.

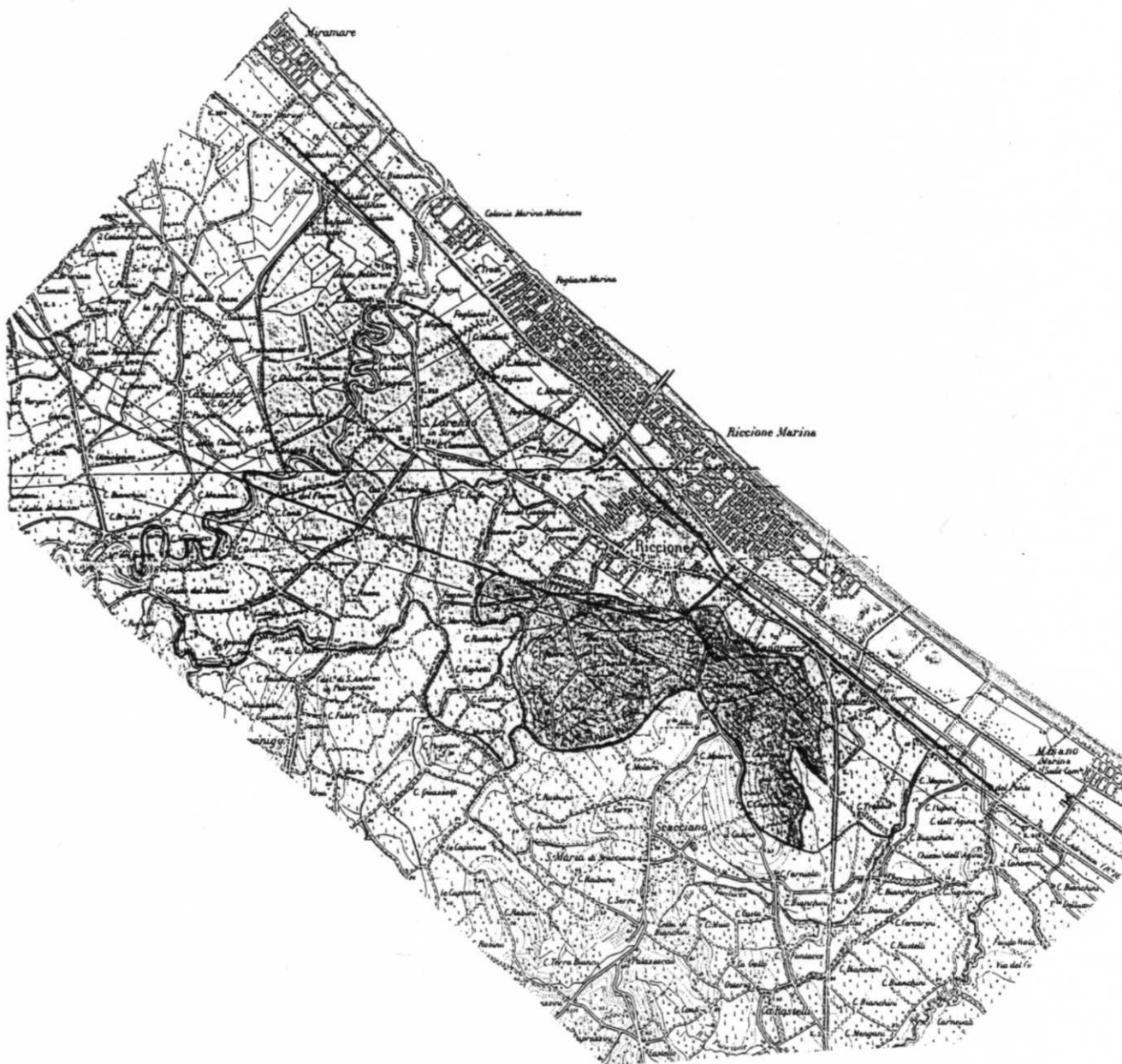


Figura 1 – Carta Geologica d'Italia Fogli 101 Rimini e 109 Pesaro (scala 1:50.000). Litologie affioranti: in marrone Argille marnose azzurre del Pliocene Pedeappenninico (Pliocene medio); in azzurro Alluvioni terrazzate del III e IV ordine (Pleistocene medio superiore); in giallo Depositi litoranei sabbiosi (Pleistocene superiore - Olocene). In grassetto orlo del terrazzamento costiero (paleofalesia).

2.2 – Geomorfologia

Gli aspetti geomorfologici più salienti della spiaggia di Riccione sono qui di seguito elencati:

- la spiaggia presenta una fisiografia omogenea e sub-pianeggiante con una debole inclinazione verso mare nella zona sopratidale. La quota media sul livello del mare è di circa +2.00 metri, pur variando da zona a zona. L'ambiente di spiaggia attuale è stato interamente pareggiato per fini turistici per cui non si ha più alcuna traccia della fascia delle dune.
- al confine Nord della zona di intervento 5 l'elemento geomorfologico più saliente è la foce del Torrente Marano in cui le numerose divagazioni d'alveo rielaborano continuamente i depositi litoranei sabbiosi.
- nelle zone d'intervento centrali un elemento di rottura dell'ambiente di spiaggia è rappresentato dal Porto Canale (Torrente Melo), responsabile di un forte avanzamento della linea di costa immediatamente a Sud e di un arretramento della medesima a Nord.
- nella zona Sud fino al confine con il Comune di Misano Adriatico la spiaggia negli ultimi 30 anni è stata investita da un forte fenomeno di erosione che ha profondamente alterato l'ambiente litoraneo (forte arretramento della battigia, aumento delle batimetrie nella spiaggia sommersa, creazione di gradini di erosione in occasione di forti mareggiate, aumento delle pendenze nella spiaggia emersa, etc.). Dopo il ripascimento operato dalla Regione nella primavera 2001 questo tratto di litorale ha ripreso in parte le proprie caratteristiche fisiografiche e naturali.

Per quanto concerne le variazioni della linea di costa e le evoluzioni del litorale comunale ci si è attenuti a dati reperiti in bibliografia. La fascia costiera è stata suddivisa in zone, ognuna contrassegnata da caratteristiche proprie:

- dal confine Nord con il Comune di Rimini al P.le Azzarita: nel periodo 1915-1970 l'avanzamento della spiaggia si è verificato costantemente con un valore medio annuo di +1.49 metri; il fenomeno di ripascimento naturale è tuttora in atto.
- dal P.le Azzarita al Porto Canale: l'avanzamento medio annuo della spiaggia è stato di +1.10m (1915-1944), di +1.09m (1944-1955) e di +0.80m (1955-1970). Negli ultimi tre/quattro anni questo tratto di spiaggia è stato investito dal fenomeno erosivo, con un arretramento medio della battigia di circa 20 metri, ed è stato oggetto di circoscritti ripascimenti di sabbia.
- dal Porto Canale al P.le Roma: l'avanzamento medio annuo della spiaggia è stato di +1.69m (1915-1944), di +0.63m (1944-1955), di +0.53m (1955-1970). Attualmente rappresenta un tratto di spiaggia in equilibrio che non necessita di opere di ripascimento.
- dal P.le Roma al P.le San Martino: l'avanzamento medio annuo della spiaggia è stato di +1.65m (1915-1944), di +0.68m (1944-1955) e di +1.20m (1955-1970). Negli ultimi 15 anni la spiaggia è stata colpita dall'erosione con punte di arretramento di 20 metri.
- dal P.le San Martino al confine Sud con Misano: l'avanzamento medio annuo della spiaggia è stato di +1.44m (1915-1944), di +0.91m (1944-1955) e di +0.06m (1955-1970). Il protendimento medio annuo ha subito una drastica riduzione nel periodo considerato e da 30 anni a questa parte è indubbiamente il tratto di spiaggia più colpito dall'erosione marina con punte di arretramento medio annuo di 10-13 metri. L'intensità erosiva aumenta procedendo verso il confine con Misano. Nel corso degli anni la spiaggia è stata oggetto di ripetute opere di ripascimento, l'ultima delle quali (primavera 2001) è stata eseguita dalla Regione Emilia-Romagna con le modalità seguenti: - stesa di circa 200.000 m³ di sabbia fossile, - avanzamento medio della linea di costa di +50 metri, - aumento delle quote di spiaggia fino a +1.00m, - riduzione delle batimetrie dei fondali antistanti la battigia.

Peraltro negli ultimi due tratti considerati, nella primavera del 1998, è stata realizzata una barriera soffolta di sacchi di sabbia posta ad una distanza di circa 200 metri dalla battigia e volta a proteggere l'arenile soprattutto in occasione di forti mareggiate.

2.3 – Idrografia e idrologia

Lungo la fascia costiera comunale sono presenti le foci di tre aste fluviali (Torrente Marano, Torrente Melo e Rio Alberello) ed alcuni canali di scolo tombinati adibiti alla raccolta ed allo smaltimento delle acque piovane.

- Torrente Marano: nel tratto di pertinenza comunale il corso d'acqua incide le alluvioni quaternarie della pianura e le sabbie marine del litorale; in prossimità della foce assume un andamento sinuoso divagando all'interno dei depositi litoranei sabbiosi.
- Torrente Melo: nel tratto di pertinenza comunale il corso d'acqua incide una sottile piana alluvionale; la foce è stata arginata e rappresenta il Porto Canale di Riccione. Lo sbocco a mare è periodicamente coinvolto da fenomeni di accumulo di banchi di sabbia che formano delle vere e proprie secche in occasione delle basse maree.
- Rio Alberello: esso risulta tombinato nell'ultimo tratto di immissione a mare.

Tutta la fascia comunale a mare della ferrovia è sempre stata considerata soggetta a fenomeni di allagamento in occasione di episodi meteorici eccezionali abbinati a condizioni marine avverse (persistente moto ondoso e situazione di alta marea).

Sulla base delle registrazioni del Servizio Idrografico (Consorzio di Bonifica della Provincia di Rimini) gli eventi pluviometrici critici più recenti risultano essere quelli del 7-8 ottobre 1996 (evento classificato come alluvione), del 30 novembre – 1 dicembre 1997 e del 29-30 gennaio 2001.

Negli ultimi anni lo sviluppo di una nuova rete fognaria, l'adeguamento delle sezioni di deflusso e la realizzazione di vasche "di prima pioggia" hanno notevolmente migliorato la situazione rispetto al passato ed anche in occasione di episodi meteorici particolarmente intensi non si sono riscontrate emergenze significative.

2.4 – Idrogeologia

Nei depositi litoranei sabbiosi, ubicati a mare del terrazzamento costiero, la falda freatica superficiale risulta prossima al piano campagna (-1.50 metri) per cui essi costituiscono un serbatoio di acqua.

La falda viene alimentata sia dalle precipitazioni sull'area sia dalle infiltrazioni di acqua provenienti dal bacino argilloso a monte. La ricarica diretta risulta agevolata dalle elevate caratteristiche di permeabilità offerte dalle sabbie marine. Anche in occasione di piogge intense i depositi sabbiosi sono in grado di drenare le acque meteoriche in tempi brevi senza che si abbiano fenomeni di ristagno superficiale.

Arealmente l'acquifero si estende su tutto il territorio comunale dal piede della paleofalesia sino alla linea di costa. La base della falda coincide col passaggio stratigrafico tra le sabbie marine e le alluvioni argilloso-limose sottostanti; il tetto subisce oscillazioni naturali stagionali, attestandosi comunque alla profondità media di -1.50 metri dal p.c. attuale. L'elevato spessore delle alluvioni argilloso-limose e la natura impermeabile delle medesime escludono qualsiasi interferenza tra la falda freatica superficiale e gli acquiferi posti in profondità.

Dalle stratigrafie reperite in bibliografia emerge la presenza di una falda insediata in un banco di ghiaie posto alla profondità di 23-27 metri dal p.c. attuale (zona delle Terme di Riccione).

Le opere proposte nella Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile sono in grado di mantenere inalterati gli equilibri idrogeologici esistenti per una serie di motivazioni qui di seguito elencate:

- nelle zone di intervento 1, 2 e 5 tutti i fabbricati pertinenti alla ristorazione ed ai servizi di spiaggia (gabbiotti dei bagnini, cabine, etc.) sono progettati con volumi fuori terra; in alcuni casi i piani di imposta delle fondazioni superficiali possono risultare prossimi al *top* della falda ma il deflusso naturale di quest'ultima non viene minimamente alterato.
- nelle zone di intervento centrali (3 e 4) i fabbricati relativi ai servizi di spiaggia (cabine) risultano semiinterrati di circa 0.80 m rispetto al p.c. attuale, pertanto le strutture di fondazione vengono poste alla quota massima di -1.30 m dal p.c.; in alcuni casi i piani di imposta possono risultare prossimi al *top* della falda ma il deflusso naturale di quest'ultima non viene minimamente alterato.
- nelle zone di intervento centrali (3 e 4) i fabbricati pertinenti alla ristorazione sono provvisti di un piano interrato, pertanto le strutture di fondazione vengono poste alla quota massima di -3.20 m dal p.c.; in questo caso gli scantinati risultano parzialmente immersi in falda. L'equilibrio naturale dell'acquifero si mantiene del tutto inalterato poiché opere puntiformi di questa fattura non pregiudicano minimamente il dinamismo della falda stessa. Lo stesso dicasi per i fabbricati per i quali convenga adottare fondazioni profonde (zone di intervento 1 e 2).

La salvaguardia dell'acquifero superficiale potrà essere conseguita con le modalità seguenti:

- i servizi dei fabbricati devono essere allacciati all'acquedotto comunale al fine di impedire emungimenti d'acqua e di limitare il fenomeno della subsidenza.
- i servizi medesimi devono essere allacciati alla rete fognaria comunale in modo da evitare scarichi a dispersione e contaminazioni della falda superficiale.

2.5 – Considerazioni sulla sismicità del territorio circondariale

Il territorio del Comune di Riccione è classificato ai sensi e per gli effetti della Legge n°64 del 02.02.1972, D.M. 03.03.1975, sismico di II categoria con grado di sismicità eguale a 9 (zona a media sismicità).

La sismicità della zona è geneticamente legata al contesto strutturale del margine continentale padano-adriatico, zona di cerniera tra catena appenninica esterna e bacino di avanfossa padano-adriatico.

Le manifestazioni sismiche sono generalmente riconducibili a sorgenti piuttosto superficiali attivate da meccanismi focali per compressione (faglie inverse, superfici di *thrust*, etc.).

I maggiori terremoti verificatisi nel territorio circondariale negli ultimi 1000 anni sono i seguenti:

25 gennaio 1308, con epicentro a Rimini (8° grado della Scala Mercalli, modificata)

6 luglio 1468, con epicentro a Rimini (8° grado)

11 agosto 1483, un sisma provocò danni notevoli a Cervia e Rimini (7° grado)

5, 6 dicembre 1625, terremoto fortissimo a Rimini (9° grado)

14 aprile 1672, terremoto disastroso con epicentro in mare colpì la Romagna e le Marche (9° grado)

25 dicembre 1786, terremoto a Rimini con epicentro in mare provocò danni gravissimi (7-8° grado)

18 marzo 1875, scossa rovinosa a Cervia e Cesenatico risentita in misura lievemente minore a Rimini (7-8° grado)

16 agosto 1916, scosse rovinose si registrarono a Rimini e Pesaro (8° grado).

3 - Campagna geognostica

3.1 - Premessa

La campagna geognostica è stata intrapresa su tutta la fascia di intervento della Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile. Le indagini sono state realizzate nelle aree che andranno ad occupare i nuovi fabbricati proposti in fase di progetto. Nelle varie zone di intervento le indagini risultano circa equidistanti, benché siano state infittite nelle zone di intervento centrali (3 e 4) dove il progetto è più invasivo. L'ubicazione esatta di tutte le prove penetrometriche eseguite è riportata in allegato n.2 (planimetria in scala 1:5.000).

In dettaglio sono state eseguite 5 prove penetrometriche statiche (CPT) con un penetrometro statico tipo Gouda da 20 tonnellate e 18 prove penetrometriche dinamiche con un penetrometro dinamico leggero avente un maglio di 20 kg di massa, volata utile di 50 cm e area della punta conica di 16 cm².

Le penetrometrie statiche sono state spinte sino alla profondità di -10 -12 m dal p.c. attuale, vale a dire 4 metri circa al di sotto del banco di sabbie. Esse sono state concentrate nelle zone di intervento poste a Sud (1 e 2) in modo da stimare al meglio le caratteristiche geotecniche dei terreni fondali nel caso convenga adottare fondazioni profonde (pali) per i fabbricati adibiti alla ristorazione.

In corrispondenza di ogni statica si è provveduto al prelievo di un campione rimaneggiato di terreno incoerente; i campioni sono stati prelevati alla profondità di -1.50 -1.70 m dal p.c. attuale e sono stati inviati in laboratorio dove sono state compiute analisi granulometriche su campioni previamente essiccati. Le granulometrie sono state determinate col metodo dei setacci.

Le penetrometrie dinamiche sono state spinte sino alla profondità di -8 m dal p.c. attuale, vale a dire 1 metro circa al di sotto del banco di sabbie e sabbie limose giallastre.

3.2 – Assetto stratigrafico

Dalla interpretazione di tutte le prove penetrometriche eseguite si può estrapolare il seguente assetto stratigrafico (vedasi in allegato n.3 Sezione geolitologica in scala 1:5.000 – 1:200):

- dal p.c. a circa -7.00 metri: sabbie fini di colore nocciola, sature, prevalentemente laminate, da mediamente a ben addensate, talora tendenti a sabbie debolmente limose alla base dell'acquifero. Lenti di sabbie debolmente limose e livelli di sabbie ghiaiose sporadicamente si rinvencono all'interno del banco sabbioso.
- da circa -7.00 metri in giù: argille ed argille limose grigie talora con esili intercalazioni di sabbie e sabbie limose. Sporadicamente si rinvencono strati di ghiaia e ghiaia sabbiosa di natura fluviale.

L'assetto stratigrafico sopracitato risulta localmente modificato in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua Marano, Melo e Alberello. Alcune stratigrafie sono state reperite da studi geologici condotti in queste aree specifiche.

3.3 – Caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione

Sulla scorta dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche statiche e dinamiche è stato possibile stimare i valori di alcuni parametri geotecnici: densità relativa D_r (%), angolo di attrito interno φ° e modulo edometrico E_d (t/m²) per le sabbie; coesione non drenata c_u (t/m²), indice di consistenza I_c e modulo edometrico E_d (t/m²) per le argille.

Per stimare i valori di D_r (%) delle sabbie si è utilizzato il diagramma $q_c(t/m^2)^1 - \sigma_v'(t/m^2)^2$ proposto da Schmertmann (1976) e da Baldi *et al.* (1983) per sabbie NC (normalmente consolidate).

Per determinare i valori di φ° delle sabbie si è utilizzato il diagramma $q_c(kg/cm^2) - \sigma_v'(kg/cm^2)$ proposto per sabbie fini non cementate.

Inoltre è stata consultata una tabella speditiva che mette in relazione i parametri D_r (%), φ° ed E_d (t/m²) con N^3 .

I valori della coesione non drenata c_u (t/m²) delle argille sono stati ricavati utilizzando la formula di capacità portante di un palo singolo:

$$c_u = (q_c - \sigma_v) / N_c \quad \text{in (t/m}^2\text{)}$$

in cui N_c viene assunto eguale a 15 per argille NC.

Anche in questo caso è stata consultata una tabella speditiva che mette in relazione i parametri c_u (t/m²), I_c ed E_d (t/m²) con N .

Nella tab.1 sono riportati i valori di massima di tutti i parametri geotecnici, per ogni tipo di terreno. I valori del peso di volume allo stato naturale γ (t/m³), allo stato saturo γ_{sat} (t/m³) ed in condizioni efficaci γ' (t/m³) sono stati reperiti in bibliografia.

	Sabbie e sabbie limose	Argille ed argille limose grigie
γ (t/m ³)	1.9	1.9
γ_{sat} (t/m ³)	2.0	2.0
γ' (t/m ³)	1.0	0.9
D_r (%)	40 – 90 (valore medio 60 – 65)	-
φ°	30° – 38° (valore medio 33° - 35°)	20 - 23°
c_u (t/m ²)	-	8 - 15
I_c	-	0.6 – 1.0
E_d (t/m ²)	800 - 2000	500 - 1200

Tabella 1 – Stime dei parametri geotecnici per ogni tipo di terreno.

¹ Resistenza alla punta del penetrometro statico.

² Pressione litostatica efficace alla profondità considerata.

³ Numero di colpi per 10 cm di infissione del penetrometro dinamico leggero.

4.1 – Modalità ed avvertenze costruttive

- Il progetto di Variante al Piano dell’Arenile prevede che in tutte le zone di intervento i fabbricati balneari vengano arretrati il più possibile rispetto alle posizioni attuali, in modo da offrire maggiori garanzie di sicurezza rispetto al fenomeno della erosione (specialmente nelle zone poste a Sud). Peraltro a differenza del Piano di Spiaggia vigente, il progetto di Variante non prevede alcun insediamento urbanistico nelle aree adiacenti al Torrente Marano ed al Torrente Melo.
- Nelle zone di intervento poste a Sud del territorio comunale (1 e 2), benché i terreni di fondazione abbiano buone caratteristiche geotecniche, si consiglia di ricorrere a fondazioni profonde (pali) per i fabbricati adibiti a bar-ristorante. La scelta di adottare fondazioni di questo tipo nasce dalla esigenza di cautelarsi da eventuali fenomeni di scalzamento al piede causati dal mare in occasione di forti mareggiate.
Per i fabbricati degli operatori balneari si possono impiegare fondazioni dirette a travi rovesce o a platea impostate alla profondità di –1.00 –1.20 metri dal p.c. attuale.
Per quanto concerne i servizi di spiaggia (cabine) non occorre adottare alcun tipo di fondazione poiché rappresentano strutture modulari di entità modesta che vengono semplicemente appoggiate sul terreno di superficie previamente pareggiato e compattato.
- Nelle zone di intervento centrali (3 e 4), per i servizi di spiaggia semiinterrati (cabine) e per i fabbricati degli operatori balneari è possibile ricorrere a fondazioni dirette a travi rovesce o a platea impostate alla profondità di –1.20 –1.30 metri dal p.c. attuale, mentre per le strutture adibite alla ristorazione e dotate di un piano interrato si consiglia di ricorrere a fondazioni dirette a travi rovesce impostate alla profondità di circa –3.20 –3.30 metri dal p.c. attuale.
Per i fabbricati dotati di un piano interrato, le cui fondazioni risultano impostate al di sotto del livello di falda, si dovrà tenere conto della sottospinta idrostatica per il dimensionamento delle solette di base.
- Infine nella zona di intervento 5, per i fabbricati adibiti a bar-ristorante e per quelli degli operatori balneari si consiglia di ricorrere a fondazioni dirette a travi rovesce o a platea impostate alla profondità di –1.00 –1.20 metri dal p.c. attuale. Per le cabine vale quanto detto in precedenza.

Le tabelle n.2, 3 e 4 sintetizzano il quadro appena esposto.

<i>Zone di intervento 1 e 2</i>	<i>Prof. (m) della fondazione</i>	<i>Tipo di fondazione</i>
Servizi di spiaggia (cabine)	Posa sul terreno di superficie	
Fabbricati dei bagnini	1.00 – 1.20	Platea o travi rovesce
Fabbricati dei bar, ristoranti	6 - 7	Pali infissi

Tabella 2

<i>Zone di intervento 3 e 4</i>	<i>Prof. (m) della fondazione</i>	<i>Tipo di fondazione</i>
Servizi di spiaggia (cabine)	1.20 – 1.30	Platea o travi rovesce
Fabbricati dei bagnini	1.00 – 1.20	Platea o travi rovesce
Fabbricati dei bar, ristoranti	3.20 – 3.30	Travi rovesce

Tabella 3

Zona di intervento 5	Prof. (m) della fondazione	Tipo di fondazione
Servizi di spiaggia (cabine)	1.00 – 1.20	Posa sul terreno di superficie
Fabbricati dei bagnini		Platea o travi rovesce
Fabbricati dei bar, ristoranti		Platea o travi rovesce

Tabella 4

4.2 – Pressioni di carico ammissibili dei terreni di fondazione

Le pressioni di carico ammissibili q_{amm} (kg/cm²) dei terreni di fondazione sono state stimate sulla scorta dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche.

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite con un penetrometro leggero avente un maglio di 20 kg di massa con volata utile di 50 cm, il quale eroga una energia di infissione costante. Alla base della batteria di aste vi è una punta conica di 16 cm² di superficie. Ogni asta in acciaio possiede un diametro eguale a 2.2 cm, una lunghezza eguale a 100 cm, pesa 2.80 kg circa ed è suddivisa da 10 tacche (una ogni 10 cm).

Durante una prova penetrometrica dinamica si registra il numero di colpi N necessario affinché la punta conica e la batteria di aste scendano nel terreno di 10 cm. Il parametro N viene registrato ogni 10 cm di infissione sino al termine della prova suddetta.

Il parametro N può essere correlato alla resistenza dinamica del terreno alla punta R_d (kg/cm²) mediante la formula seguente:

$$R_d = (M^2 * H * N) / A * (M + P) \text{ in kg/cm}^2$$

in cui:

M – massa costante del maglio eguale a 20 kg;

H – volata utile eguale a 50 cm;

A – superficie utile della punta conica eguale a 16 cm²;

P – peso delle aste alla profondità richiesta, espresso in kg.

Per ottenere la pressione di carico ammissibile q_{amm} (kg/cm²) del terreno di fondazione occorre dividere la resistenza dinamica alla punta R_d (kg/cm²) per un appropriato coefficiente di sicurezza eguale a 30:

$$q_{amm} = R_d : 30 = [(M^2 * H * N) / A * (M + P)] : 30 \text{ in kg/cm}^2$$

Le pressioni di carico ammissibili q_{amm} (kg/cm²) dei terreni fondali sono state stimate per tutti i tipi di fabbricato proposti nelle diverse zone di intervento. In questi calcoli si è tenuto conto delle varie profondità D (m) dei piani di posa e si sono assunte fondazioni continue di larghezza B (m)⁴.

Nelle tabelle n.5, 6 e 7 sono riportate le stime conseguite.

⁴ I valori assegnati alle profondità D (m) dei piani di posa ed alle larghezze B (m) delle fondazioni vengono ripresi nei calcoli dei cedimenti dei terreni fondali.

<i>Zona di intervento 1 e 2</i>	<i>D (m)</i>	<i>B (m)</i>	<i>q_{amm} (kg/cm²)</i>
Servizi di spiaggia (cabine)	Posa sul terreno di superficie		
Fabbricati dei bagnini	1.00 – 1.20	0.80	1.6
Fabbricati dei bar, ristoranti	1.00 – 1.20	1.00	1.6

Tabella 5

<i>Zona di intervento 3 e 4</i>	<i>D (m)</i>	<i>B (m)</i>	<i>q_{amm} (kg/cm²)</i>
Servizi di spiaggia (cabine)	1.20 – 1.30	0.80	da 0.9 a 1.4
Fabbricati dei bagnini	1.00 – 1.20	0.80	da 0.9 a 1.4
Fabbricati dei bar, ristoranti	3.20 – 3.30	1.00	da 1.6 a 1.9

Tabella 6

<i>Zona di intervento 5</i>	<i>D (m)</i>	<i>B (m)</i>	<i>q_{amm} (kg/cm²)</i>
Servizi di spiaggia (cabine)	Posa sul terreno di superficie		
Fabbricati dei bagnini	1.00 – 1.20	0.80	1.6
Fabbricati dei bar, ristoranti	1.00 – 1.20	1.00	1.6

Tabella 7

4.3 – Calcolo dei cedimenti dei terreni di fondazione

Per il calcolo dei cedimenti dei terreni di fondazione sono state utilizzate le stratigrafie più rappresentative di ogni singola zona di intervento del progetto di Variante al Piano di Spiaggia.

Il calcolo medesimo è stato effettuato supponendo fondazioni continue di larghezza B (m), impostate alla profondità D (m) dal p.c. attuale e che esercitino pressioni di carico ammissibile q_{amm} (kg/cm²) le cui stime sono state determinate in precedenza⁵. Inoltre si è supposto che le strutture di fondazione esercitino pressioni di carico centrate, verticali ed uniformemente ripartite.

La formula utilizzata per il calcolo dei cedimenti dei terreni di fondazione è la seguente:

$$H = \sum (\sigma_{vi} * h_i / E_{di}) \quad \text{in cm}$$

in cui

H - cedimento totale, espresso in centimetri

$\sum$ - sommatoria da 1 a n (corrispondente al numero di strati considerati)

σ_{vi} - incremento di pressione di carico verticale (kg/cm²) per ogni singolo strato di terreno (valore corretto con il fattore I_p alle varie profondità)

h_i - spessore di ogni singolo strato considerato, espresso in cm

E_{di} - modulo di compressione edometrica di ogni singolo strato di terreno eguale a

$$A * R_p$$

A - coefficiente variabile da 3 a 4 in funzione della litologia e delle caratteristiche del terreno

⁵ I valori di D (m), B (m) e le stime di q_{amm} (kg/cm²) sono riportati nelle tabelle 5, 6 e 7.

R_p - Resistenza alla punta del penetrometro statico (per il penetrometro dinamico può essere calcolata con la formula degli Olandesi moltiplicata per un coefficiente pari a 0.50).

Nella tabella seguente sono riportate le prove penetrometriche dinamiche utilizzate e sono sintetizzati i valori assegnati a D (m), B (m) e q_{amm} (kg/cm²):

Prova dinamica	Zona di intervento	Profondità piano di posa (m)	Larghezza fondazione (m)	q_{amm} (t/m ²)
n.1	1	1.20	1.00	16
n.4	2	1.20	1.00	16
n.6	3	1.30	0.80	9
n.10	3	3.20	1.00	16
n.12	4	1.30	0.80	9
n.13	4	3.20	1.00	16
n.17	5	1.20	1.00	16

Tabella 8

Qui di seguito sono riportati i calcoli ed i valori dei cedimenti totali indotti nei terreni di fondazione (l'ordine dei punti di calcolo è quello elencato in tabella n.8).

▪ Prova penetrometrica dinamica n.1

DATI SULLA STRATIGRAFIA

PUNTO N. 1 STRATO N. 1

Quota superiore m 0
 Quota inferiore m 2.4
 Modulo edometrico T/mq 1000
 Coefficiente Cv cmq/sec 0

PUNTO N. 1 STRATO N. 3

Quota superiore m 7.4
 Quota inferiore m 8
 Modulo edometrico T/mq 1200
 Coefficiente Cv cmq/sec 0

PUNTO N. 1 STRATO N. 2

Quota superiore m 2.4
 Quota inferiore m 7.4
 Modulo edometrico T/mq 1500
 Coefficiente Cv cmq/sec 0

DATI SULLA FONDAZIONE

PUNTO N. 1

Profondità fondazione m 1.2
 Peso di volume T/mc 1.8
 Larghezza m 1
 Press. di contatto T/mq 16

TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

PUNTO N. 1

Incremento di pressione strato n. 1	T/mq	10.45
Incremento di pressione strato n. 2	T/mq	2.35
Incremento di pressione strato n. 3	T/mq	1.35

CEDIMENTI ASSOLUTI

PUNTO N. 1

Cedimento strato n. 1	cm	1.25
Cedimento strato n. 2	cm	0.78
Cedimento strato n. 3	cm	0.06
CEDIMENTO TOTALE P. 1	cm	2.08

■ Prova penetrometrica dinamica n.4

DATI SULLA STRATIGRAFIA

PUNTO N. 1 STRATO N. 1

Quota superiore	m	0
Quota inferiore	m	2.2
Modulo edometrico	T/mq	800
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 2

Quota superiore	m	2.2
Quota inferiore	m	7.7
Modulo edometrico	T/mq	1200
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

DATI SULLA FONDAZIONE

PUNTO N. 1

Profondita' fondazione	m	1.2
Peso di volume	T/mc	1.8
Larghezza	m	1
Press. di contatto	T/mq	16

TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

PUNTO N. 1

Incremento di pressione strato n. 1	T/mq	11.32
Incremento di pressione strato n. 2	T/mq	2.32

CEDIMENTI ASSOLUTI

PUNTO N. 1

Cedimento strato n. 1	cm	1.41
Cedimento strato n. 2	cm	1.06
CEDIMENTO TOTALE P. 1	cm	2.46

■ Prova penetrometrica dinamica n.6

DATI SULLA STRATIGRAFIA

PUNTO N. 1 STRATO N. 1

Quota superiore	m	0
Quota inferiore	m	1.6
Modulo edometrico	T/mq	650
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 3

Quota superiore	m	3.2
Quota inferiore	m	6.7
Modulo edometrico	T/mq	1200
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 2

Quota superiore	m	1.6
Quota inferiore	m	3.2
Modulo edometrico	T/mq	1500
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 4

Quota superiore	m	6.7
Quota inferiore	m	8
Modulo edometrico	T/mq	1200
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

DATI SULLA FONDAZIONE

PUNTO N. 1

Profondita' fondazione	m	1.3
Peso di volume	T/mc	1.8
Larghezza	m	.8
Press. di contatto	T/mq	9

TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

PUNTO N. 1

Incremento di pressione strato n. 1	T/mq	6.53
Incremento di pressione strato n. 2	T/mq	2.84
Incremento di pressione strato n. 3	T/mq	0.92
Incremento di pressione strato n. 4	T/mq	0.55

CEDIMENTI ASSOLUTI

PUNTO N. 1

Cedimento strato n. 1	cm	0.30
Cedimento strato n. 2	cm	0.30
Cedimento strato n. 3	cm	0.26
Cedimento strato n. 4	cm	0.05
CEDIMENTO TOTALE P. 1	cm	0.91

■ Prova penetrometrica dinamica n.10

DATI SULLA STRATIGRAFIA

PUNTO N. 1 STRATO N. 1

Quota superiore	m	0
Quota inferiore	m	3.6
Modulo edometrico	T/mq	1500
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 2

Quota superiore	m	3.6
Quota inferiore	m	6.7
Modulo edometrico	T/mq	1100
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 3

Quota superiore	m	6.7
Quota inferiore	m	7.7
Modulo edometrico	T/mq	850
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

DATI SULLA FONDAZIONE

PUNTO N. 1

Profondita' fondazione	m	3.2
Peso di volume	T/mc	1.8
Larghezza	m	1
Press. di contatto	T/mq	16

TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

PUNTO N. 1

Incremento di pressione strato n. 1	T/mq	10.00
Incremento di pressione strato n. 2	T/mq	3.20
Incremento di pressione strato n. 3	T/mq	1.61

CEDIMENTI ASSOLUTI

PUNTO N. 1

Cedimento strato n. 1	cm	0.26
Cedimento strato n. 2	cm	0.90
Cedimento strato n. 3	cm	0.18
CEDIMENTO TOTALE P. 1	cm	1.33

■ Prova penetrometrica dinamica n.12

DATI SULLA STRATIGRAFIA

PUNTO N. 1 STRATO N. 1

Quota superiore	m	0
Quota inferiore	m	1.8
Modulo edometrico	T/mq	650
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 3

Quota superiore	m	6.7
Quota inferiore	m	7.8
Modulo edometrico	T/mq	1100
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 2

Quota superiore	m	1.8
Quota inferiore	m	6.7
Modulo edometrico	T/mq	1200
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

DATI SULLA FONDAZIONE

PUNTO N. 1

Profondita' fondazione	m	1.3
Peso di volume	T/mc	1.8
Larghezza	m	.8
Press. di contatto	T/mq	9

TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

PUNTO N. 1

Incremento di pressione strato n. 1	T/mq	6.19
Incremento di pressione strato n. 2	T/mq	1.13
Incremento di pressione strato n. 3	T/mq	0.56

CEDIMENTI ASSOLUTI

PUNTO N. 1

Cedimento strato n. 1	cm	0.47
Cedimento strato n. 2	cm	0.46
Cedimento strato n. 3	cm	0.05
CEDIMENTO TOTALE P. 1	cm	0.98

■ Prova penetrometrica dinamica n.13

DATI SULLA STRATIGRAFIA

PUNTO N. 1 STRATO N. 1

Quota superiore	m	0
Quota inferiore	m	7.4
Modulo edometrico	T/mq	1000
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

PUNTO N. 1 STRATO N. 2

Quota superiore	m	7.4
Quota inferiore	m	8
Modulo edometrico	T/mq	1100
Coefficiente Cv	cmq/sec	0

DATI SULLA FONDAZIONE

PUNTO N. 1

Profondita' fondazione	m	3.2
Peso di volume	T/mc	1.8
Larghezza	m	1
Press. di contatto	T/mq	16

TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

PUNTO N. 1

Incremento di pressione strato n. 1	T/mq	2.99
Incremento di pressione strato n. 2	T/mq	1.43

CEDIMENTI ASSOLUTI

PUNTO N. 1

Cedimento strato n. 1	cm	1.25
Cedimento strato n. 2	cm	0.07
CEDIMENTO TOTALE P. 1	cm	1.32

■ Prova penetrometrica dinamica n.17

DATI SULLA STRATIGRAFIA

PUNTO N. 1 STRATO N. 1

Quota superiore m 0
 Quota inferiore m 2
 Modulo edometrico T/mq 650
 Coefficiente Cv cmq/sec 0

PUNTO N. 1 STRATO N. 3

Quota superiore m 7.5
 Quota inferiore m 8.2
 Modulo edometrico T/mq 1200
 Coefficiente Cv cmq/sec 0

PUNTO N. 1 STRATO N. 2

Quota superiore m 2
 Quota inferiore m 7.5
 Modulo edometrico T/mq 1500
 Coefficiente Cv cmq/sec 0

DATI SULLA FONDAZIONE

PUNTO N. 1

Profondita' fondazione m 1.2
 Peso di volume T/mc 1.8
 Larghezza m 1
 Press. di contatto T/mq 16

TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

PUNTO N. 1

Incremento di pressione strato n. 1 T/mq 12.19
 Incremento di pressione strato n. 2 T/mq 2.44
 Incremento di pressione strato n. 3 T/mq 1.31

CEDIMENTI ASSOLUTI

PUNTO N. 1

Cedimento strato n. 1 cm 1.50
 Cedimento strato n. 2 cm 0.89
 Cedimento strato n. 3 cm 0.07
 CEDIMENTO TOTALE P. 1 cm 2.45

I valori dei cedimenti ottenuti con le pressioni di carico ipotizzate rientrano nei limiti di tollerabilità per i cedimenti differenziali sopportabili dalle strutture in c.a..

Il calcolo dei cedimenti si ritiene del tutto indicativo non essendo a conoscenza della forma e delle dimensioni delle strutture di fondazione. In fase di progettazione esecutiva i cedimenti totali e differenziali andranno attentamente verificati in funzione delle caratteristiche stratigrafiche dei sedimi di ogni singolo fabbricato e della forma e dimensioni delle strutture di fondazione adottate.

4.4 – Portata ammissibile di un palo singolo

Nelle zone di intervento poste a Sud (1 e 2) è consigliabile adottare fondazioni profonde (pali) per i fabbricati adibiti a bar-ristorante. La scelta di adottare fondazioni di questo tipo nasce dalla esigenza di cautelarsi da eventuali fenomeni di scalzamento al piede causati dal mare in occasione di forti mareggiate.

Data la natura incoerente dei terreni fondali per i primi 6-7 metri di profondità si consiglia di utilizzare pali prefabbricati infissi in calcestruzzo armato in virtù del fatto che l'infissione di un palo crea un maggiore addensamento dei clasti ai lati del fusto e quindi migliora le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione. Inoltre il terreno è in grado di drenare abbastanza velocemente l'acqua interstiziale per cui la spinta idrostatica viene dissipata in breve tempo.

Per Portata limite Q_{lim} si intende il carico di rottura (tonn.) dell'insieme palo-terreno di fondazione; per ottenere la Portata ammissibile Q_{amm} dell'insieme palo-terreno occorre dividere la Portata limite Q_{lim} per un appropriato coefficiente di sicurezza pari a 3.

La Portata limite Q_{lim} si avvale di due contributi apportati rispettivamente dalla Portata di base Q_p e dalla Portata laterale Q_l , entrambe espresse in tonnellate:

$$Q_{lim} = Q_p + Q_l \quad \text{in tonnellate}$$

La Portata di base Q_p è data dalla espressione seguente:

$$Q_p = A_p \sigma'_{vo} N_q \quad \text{in tonnellate}$$

in cui

A_p – area della base del palo eguale a πr^2 (m²) con r – raggio della circonferenza di base

σ'_{vo} - pressione litostatica efficace alla base del palo, eguale a $\Sigma \gamma' L$ (t/m²) con L – lunghezza del palo

N_q - fattore di capacità portante funzione dell'angolo di attrito interno ϕ° . In genere si utilizzano i valori proposti da *Meyerhof* (1953).

L'espressione della Portata laterale è la seguente:

$$Q_l = A_l \sigma'_{vo} K \tan \delta \quad \text{in tonnellate}$$

in cui

A_l - area della superficie laterale del fusto del palo eguale a $2\pi * L$ (m²) con L - lunghezza del palo

σ'_{vo} - tensione verticale media (t/m²) espressa in termini efficaci, eguale a $\Sigma \gamma' h$

K - coefficiente di spinta funzione di φ° , del diametro del palo d (m) e della modalità di esecuzione del palo. Per pali infissi il coefficiente K si ricava dal diagramma di *Nordlund* in cui $K = f(\varphi, d)$; assumendo $\varphi^\circ=30^\circ$ e $d=40$ cm il coefficiente K risulta pari a 4.00

δ - angolo di attrito palo-terreno, funzione del materiale di costruzione del palo. Per pali in CLS armato si assume δ eguale a $3/4$ di φ° .

Il calcolo della Portata ammissibile Q_{amm} (tonn.) è stato effettuato supponendo pali di lunghezza L pari a 6 metri con sezioni rispettivamente da 0.40 e 0.60 metri di diametro.

$$a) \quad Q_{lim} = Q_p + Q_l = (0.12 \text{ m}^2 * 6.9 \text{ t/m}^2 * 50) + (5.02 \text{ m}^2 * 5.1 \text{ t/m}^2 * 4.0 * 0.36) = 78.26 \text{ tonn.}$$

$$Q_{amm} = Q_{lim} : 3 = 26 \text{ tonn.}$$

$$b) \quad Q_{lim} = Q_p + Q_l = (0.28 \text{ m}^2 * 6.9 \text{ t/m}^2 * 50) + (7.53 \text{ m}^2 * 5.1 \text{ t/m}^2 * 4.0 * 0.36) = 151.68 \text{ tonn.}$$

$$Q_{amm} = Q_{lim} : 3 = 50 \text{ tonn.}$$

In fase di progettazione esecutiva le lunghezze, le sezioni e le portate ammissibili di un palo singolo debbono essere determinate in base alle caratteristiche stratigrafiche del sedime di ogni singolo fabbricato ed in base alle specifiche esigenze progettuali.

4.5 – Modulo di reazione del sottofondo

La corretta determinazione del Modulo di reazione del sottofondo o coefficiente di sottofondo K (kg/cm^3) non dipende solo dalle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione ma anche dalla forma e dimensioni della struttura di fondazione adottata.

Per i terreni granulari sciolti Terzaghi ha proposto la formula seguente:

$$K = 2.35 K' * [(B+0.3)/2B]^2 * (1+2z/B) * [(L+0.5B)/1.5L] \quad \text{in kg/cm}^3$$

indicando con

B – larghezza (m) della fondazione

L – lunghezza (m) della fondazione

z - profondità (m) del piano di posa della fondazione

K' - modulo di reazione del sottofondo (kg/cm^3) calcolato per una fondazione continua di larghezza B pari ad 1 metro.

Terzaghi ha proposto un diagramma orientativo in cui il Modulo di reazione K' (kg/cm^3) viene relazionato al peso di volume γ (t/m^3) delle sabbie; nella tabella n.9 vengono illustrati gli intervalli dei valori da poter assegnare a K' (kg/cm^3).

Sabbie	$K' \text{ (kg/cm}^3\text{)}$		
	<i>Sciolta</i> (1.3 t/m^3) 0.27→0.81	<i>Media</i> (1.6 t/m^3) 0.81→4.00	<i>Densa</i> (1.9 t/m^3) 4.00→13.60

Tabella 9 - Modulo di reazione del sottofondo K' (kg/cm^3) calcolato per una fondazione continua di larghezza B pari ad 1 metro (Terzaghi).

Per i terreni di fondazione in oggetto costituiti da sabbie e sabbie debolmente limose si può adottare un coefficiente di sottofondo K' (kg/cm^3) i cui valori vadano orientativamente da 8.0 a 11.0 kg/cm^3 .

5 – Valutazione del rischio sismico

5.1 – Calcolo del coefficiente di fondazione

Per coefficiente di fondazione ε si intende la quantificazione aritmetica della risposta sismica locale.

Il fattore geologico dell'incremento sismico locale è espresso dalla formula seguente:

$$n_1 = \alpha [\log(v_0 \rho_0) - \log(v_x \rho_x)] = \alpha [\log R_0 - \log R_x] \quad \text{in } t/m^2 \text{ s}$$

α – parametro variabile tra 1.5 e 1.8 (nel caso specifico viene assunto pari a 1.6)

v_0 – velocità di propagazione delle onde P nella roccia di riferimento⁶, espressa in m/s (nel nostro territorio la roccia di riferimento viene assunta come classe C4, arenarie e marne fittamente stratificate e suddivise, per cui $v_0 = 2500 \text{ m/s} = 2.5 \text{ km/s}$)

ρ_0 – peso di volume della roccia di riferimento, espresso in t/m^3 (nel caso specifico $\rho_0 = 2.4 \text{ t/m}^3$)

v_x – velocità di propagazione delle onde P nel terreno di fondazione, espressa in m/s (i depositi marini litoranei sabbiosi appartengono alla classe C7 per cui $v_x = 500 \text{ m/s} = 0.5 \text{ km/s}$)

ρ_x – peso di volume del terreno di fondazione, pari a 1.9 t/m^3

R – rigidità sismica espressa in $t/m^2 \text{ s}$

Il fattore idrologico dell'incremento sismico locale è espresso dalla formula seguente:

$$n_2 = b e^{-0.04 h}$$

h – distanza assoluta (m) della falda freatica dal piano di posa della fondazione

b – parametro adimensionale ($h = 0 \rightarrow b = 1.0$; $h = 2 \rightarrow b = 0.9$; $h = 5 \rightarrow b = 0.5$)

Dalla somma dei due fattori si ottiene il valore del fattore idrogeologico:

$$C_1 = u (n_1 + n_2) = 1.1$$

u - fattore riduttivo affinché il fattore idrogeologico C_1 possa variare tra 1.0 e 1.3

Il prodotto tra fattore idrogeologico C_1 e fattore morfotettonico⁷ C_2 viene definito coefficiente di fondazione ε (variabile tra 1.0 e 1.3):

$$\varepsilon = C_1 * C_2 = 1.1 * 1.0 = 1.1$$

⁶ Le litologie vengono suddivise in classi mediante tre parametri: peso di volume, velocità di propagazione delle onde sismiche e rigidità sismica (intesa come prodotto dei precedenti).

⁷ Esso prende in considerazione le strutture morfologiche e tettoniche che possono amplificare l'effetto di un sisma e determina le penalità da assegnare al sito sulla base della distanza che lo separa dalla struttura morfotettonica (nel nostro caso non si assegnano penalità, per cui $C_2 = 1.00$).

5.2 – Verifica alla liquefazione dei terreni incoerenti

La fascia di intervento del progetto di Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile ricade interamente all'interno dei depositi marini sabbiosi della spiaggia attuale.

Come è noto i terreni granulari sciolti saturi possono dar luogo, in caso di sollecitazioni sismiche, a pericolosi fenomeni di liquefazione a seguito di anomali incrementi della pressione interstiziale. Qualitativamente il fenomeno della liquefazione trova spiegazione nella evidenza sperimentale che una sabbia sottoposta a vibrazioni tende a compattarsi. La tendenza a decrescere di volume della sabbia si traduce in un incremento della pressione interstiziale u (t/m^2), la quale può aumentare sino ad annullare la pressione litostatica efficace σ' (t/m^2) del terreno; quando ciò accade la resistenza al taglio del terreno si annulla e quest'ultimo inizia a deformarsi assumendo l'aspetto di un fluido viscoso.

I fattori che influenzano il fenomeno della liquefazione sono l'intensità (o magnitudo) ed il numero dei cicli del sisma, la falda idrica prossima al p.c., la densità relativa D_r (%) della sabbia con valori inferiori o eguali al 70% e le caratteristiche granulometriche del terreno incoerente (d_{60} compreso tra 0.20 e 2.00 mm, coefficiente di uniformità U inferiore a 5.00).

Dalle analisi granulometriche effettuate su campioni di terreno granulare emerge che i litotipi sono omogenei e possono essere classificati come sabbie (descrizione AGI) con diametro dei granuli al 60° percentile di passante (d_{60}) compreso tra 0.31 e 0.32 mm e con coefficiente di uniformità U compreso tra 1.68 e 1.72.

Solo il campione prelevato in corrispondenza della prova statica n.1 si discosta lievemente dai valori sopracitati essendo classificato come sabbia debolmente limosa debolmente ghiaiosa con d_{60} pari a 0.34 mm e coefficiente di uniformità U eguale a 2.26. Ciò trova spiegazione nel fatto che esso è stato prelevato in prossimità della immissione a mare del Rio Alberello, il quale ha depositato lenti di sabbia limoso-argillosa con deboli quantità di ghiaia.

Dalle analisi granulometriche svolte e dalle caratteristiche di addensamento delle sabbie si evince che in taluni casi esse possono rientrare nei fusi e nei diametri di potenziale liquefazione. Anche i dati bibliografici relativi alla liquefazione delle sabbie litoranee hanno dato in alcuni casi valori inferiori a quelli richiesti dalle norme ma passando poi alla verifica proposta da *Seed e Idriss* i fattori di sicurezza alla liquefazione risultano sempre elevati e superiori alle norme.

Nel lavoro in oggetto sono state eseguite alcune verifiche alla liquefazione adottando sia il metodo di *Seed e Idriss* sia quello proposto dal CNR-GNDT. In tali calcoli si è assunta una falda prossima al p.c. (-1.50 m), un grado di sismicità pari a 9 ed un passante al vaglio n.200 (luce netta di 0.074 mm) eguale o inferiore al 5%.

In tutte le verifiche svolte risulta che i depositi sabbiosi non sono liquefacibili e presentano coefficienti di sicurezza elevati. Solo in alcuni tratti delle zone di intervento centrali (3 e 4) si è rilevata la presenza di lenti di sabbie sciolte debolmente limose (prossime ai piani di imposta delle fondazioni superficiali) con spessore di 0.30 – 0.50 m, le quali assumono un fattore di sicurezza prossimo a 1.00 e pertanto risultano potenzialmente liquefacibili.

In questi casi il suggerimento è quello di rimuovere (ove gli spessori sono esigui) l'orizzonte di terreno potenzialmente liquefacibile, impostando le strutture di fondazione a profondità leggermente superiori, oppure più semplicemente di costipare il terreno fondale con adeguati mezzi meccanici (ruspe, rulli, etc.).

6 – Conclusioni

- Dagli studi condotti e dalle indagini eseguite si evince che su tutta l'area di intervento del progetto di Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile l'assetto stratigrafico risulta uniforme ed i terreni di fondazione presentano buone caratteristiche geotecniche; pertanto da un punto di vista geologico-geotecnico si esprime parere favorevole alla fattibilità del progetto medesimo.
- In fase di progettazione esecutiva occorrerà eseguire indagini geologico-geotecniche di dettaglio sui sedimi di ogni singolo fabbricato proposto, in accordo alla normativa sismica ed al D.M. LL.PP. 11.03.1988.

Riccione, gennaio 2003

Dott. Geol. Andrea Montanari

Bibliografia

AA. VV., 1992, “Appennino Tosco-Emiliano”, Guide Geologiche Regionali 12 itinerari, Società Geologica Italiana, BE-MA editrice.

Antoniazzi A., 1976, “L’erosione marina nel litorale tra Cervia e Pesaro” – a cura della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Forlì.

Colombo P., Colleselli F., 1996, “Elementi di geotecnica” – Zanichelli.

Crespellani T., Nardi R., Simoncini C., 1988, “La liquefazione del terreno in condizioni sismiche” – Zanichelli.

Fabbri O., Faina G., 1990, “Piano particolareggiato dell’Arenile del Comune di Riccione – Studio geologico-geotecnico” – Lavoro professionale inedito.

Casadio M., Elmi C., 1997, “Il Manuale del Geologo ” – Pitagora Editrice Bologna.

Ordine dei Geologi Emilia-Romagna, 2001, “Atti del Convegno Rischio Idrogeologico nel Riminese”.

Quaderni del Circondario di Rimini 4, 1993, “Acqua e Suolo: vulnerabilità, dissesto, equilibri e compatibilità”.

Comune di Riccione

(Provincia di Rimini)

Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile

Allegato 1

Corografia

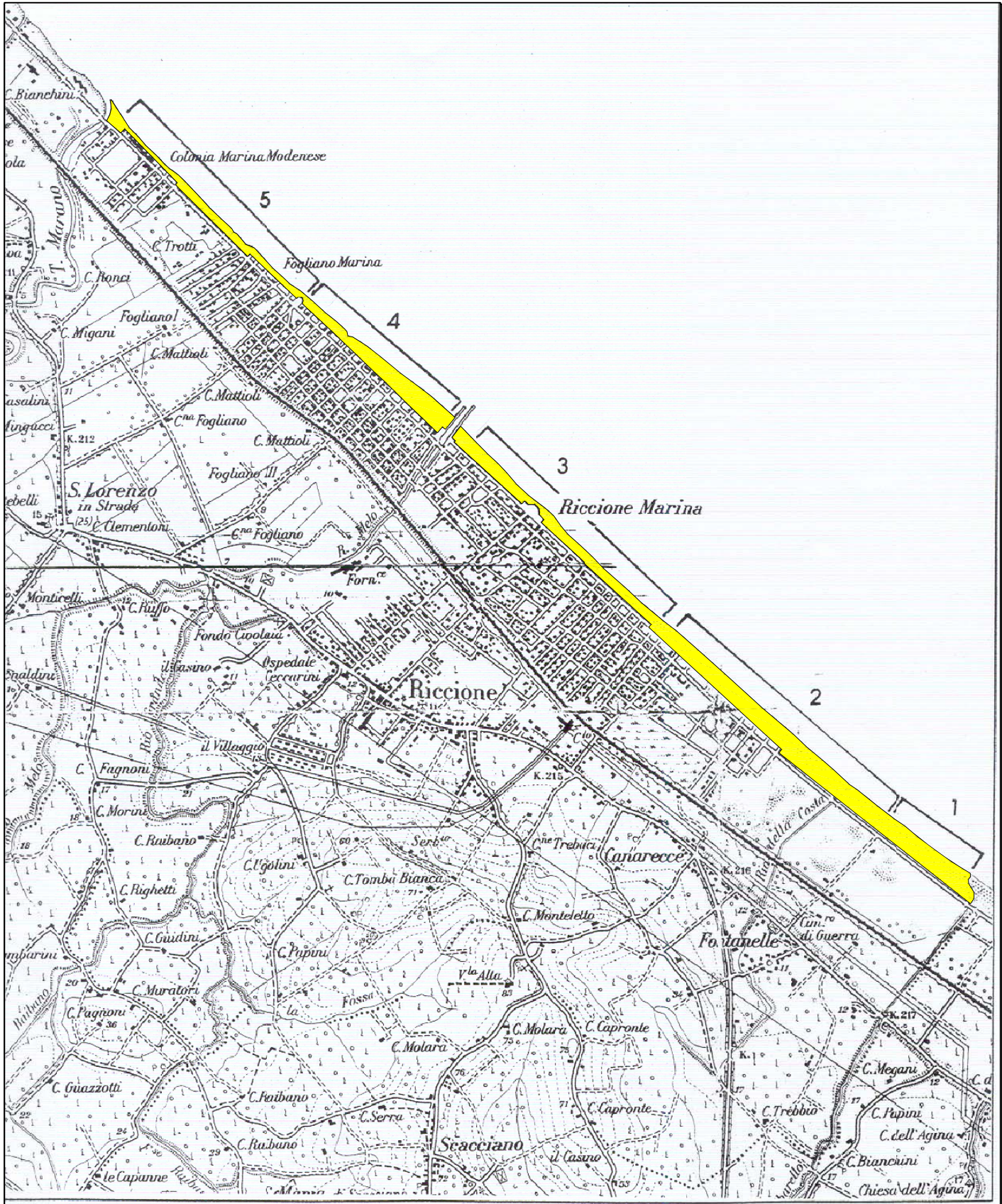
(I.G.M.I. in scala 1:25.000: - 101 III SE Riccione Marina; - 109 IV NE Riccione)

Legenda	
	Fascia di intervento
1	Zone di intervento

Riccione, gennaio 2003

Dott. Geol. Andrea Montanari

Dott. Geol. Andrea Montanari
Via Bellini 17 - 47838 Riccione (RN)
tel. 0541/648123 - cell. 328/2916563 - e.mail and.mont.@virgilio.it
c.f. MNT NDR 73S26 H274D - P.I. 03327420406



Comune di Riccione

(Provincia di Rimini)

Variante al Piano Particolareggiato dell'Arenile

Allegato 4

Prove penetrometriche dinamiche
Prove penetrometriche statiche (CPT)
Analisi granulometriche

Riccione, gennaio 2003

Dott. Geol. Andrea Montanari

Prova penetrometrica dinamica n.1

Committente: Comune di Riccione

Località: Viale Torino - spiaggia Riccione

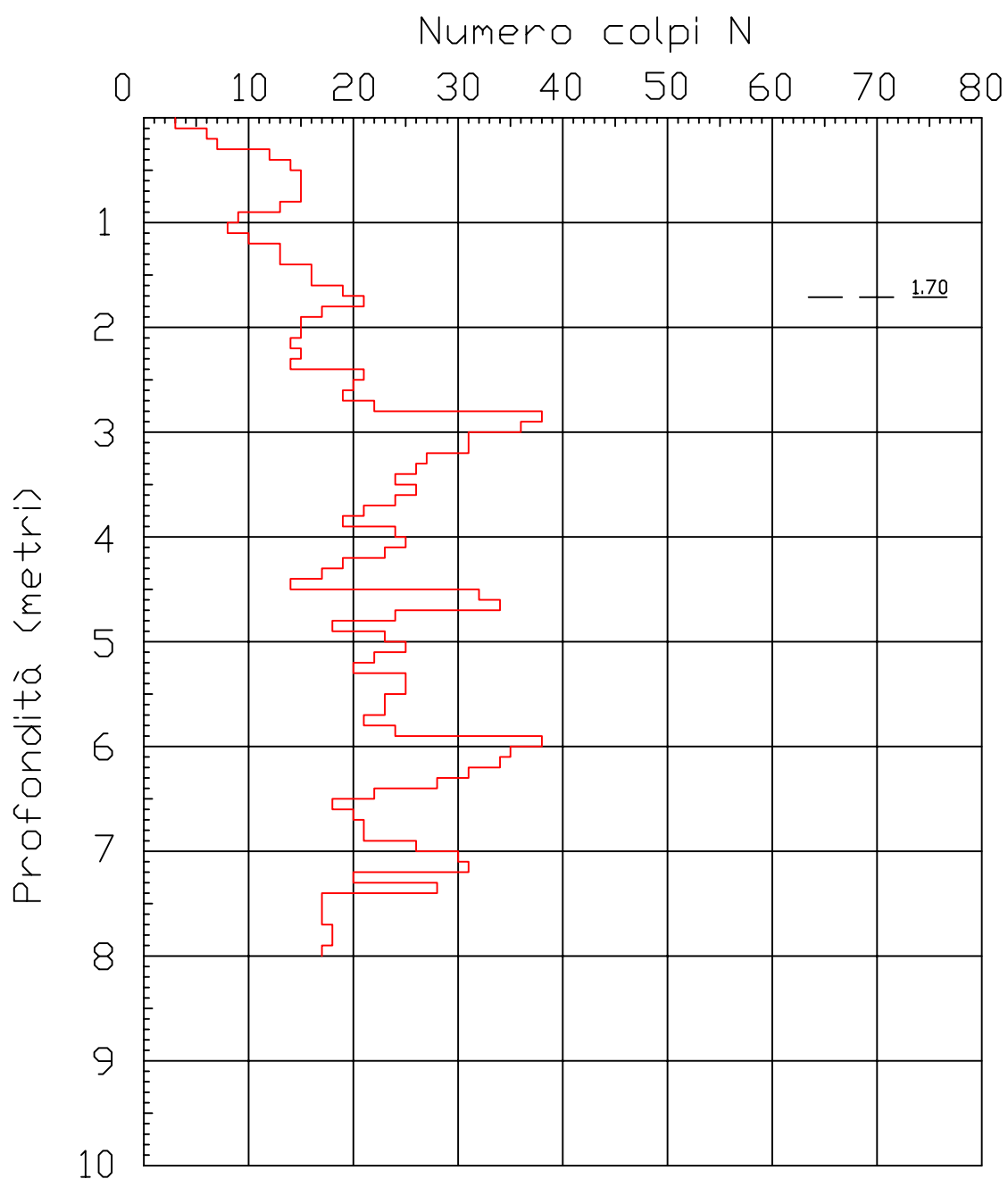
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.2

Committente: Comune di Riccione

Località: Viale Torino - spiaggia Riccione

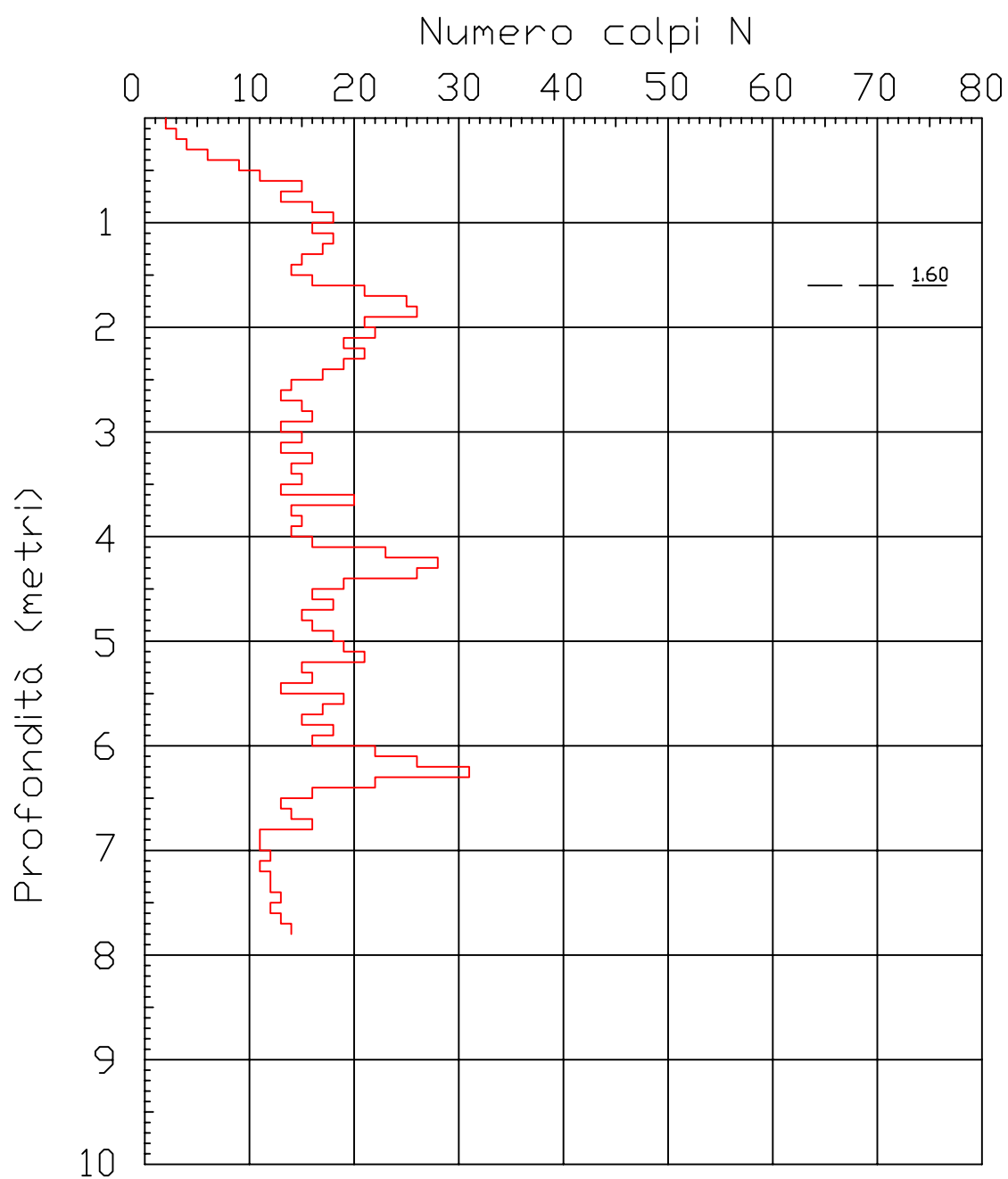
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.3

Committente: Comune di Riccione

Località: Viale Torino - spiaggia Riccione

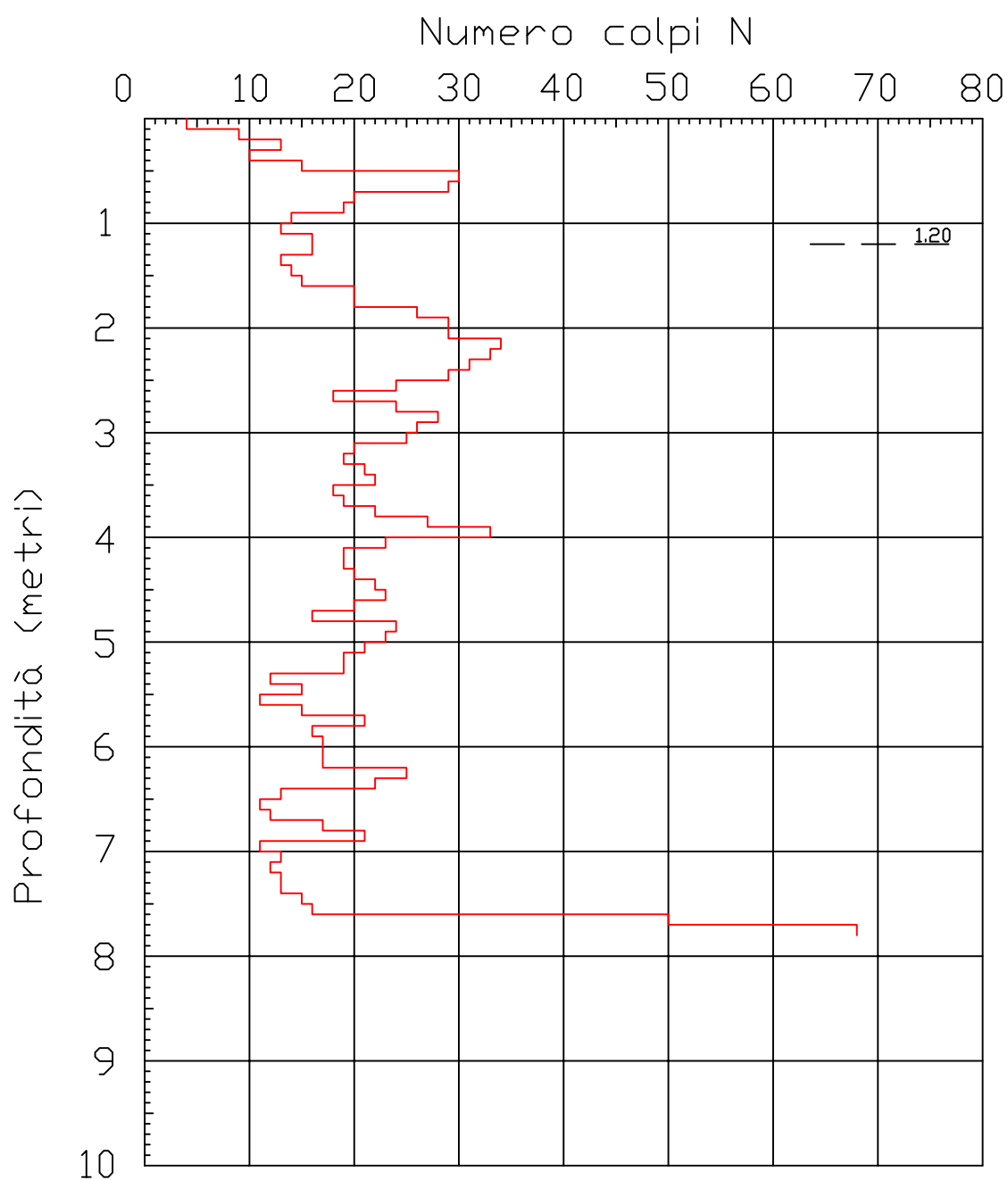
Data: Dicembre 2002 - gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.4

Committente: Comune di Riccione

Località: Viale Torino - spiaggia Riccione

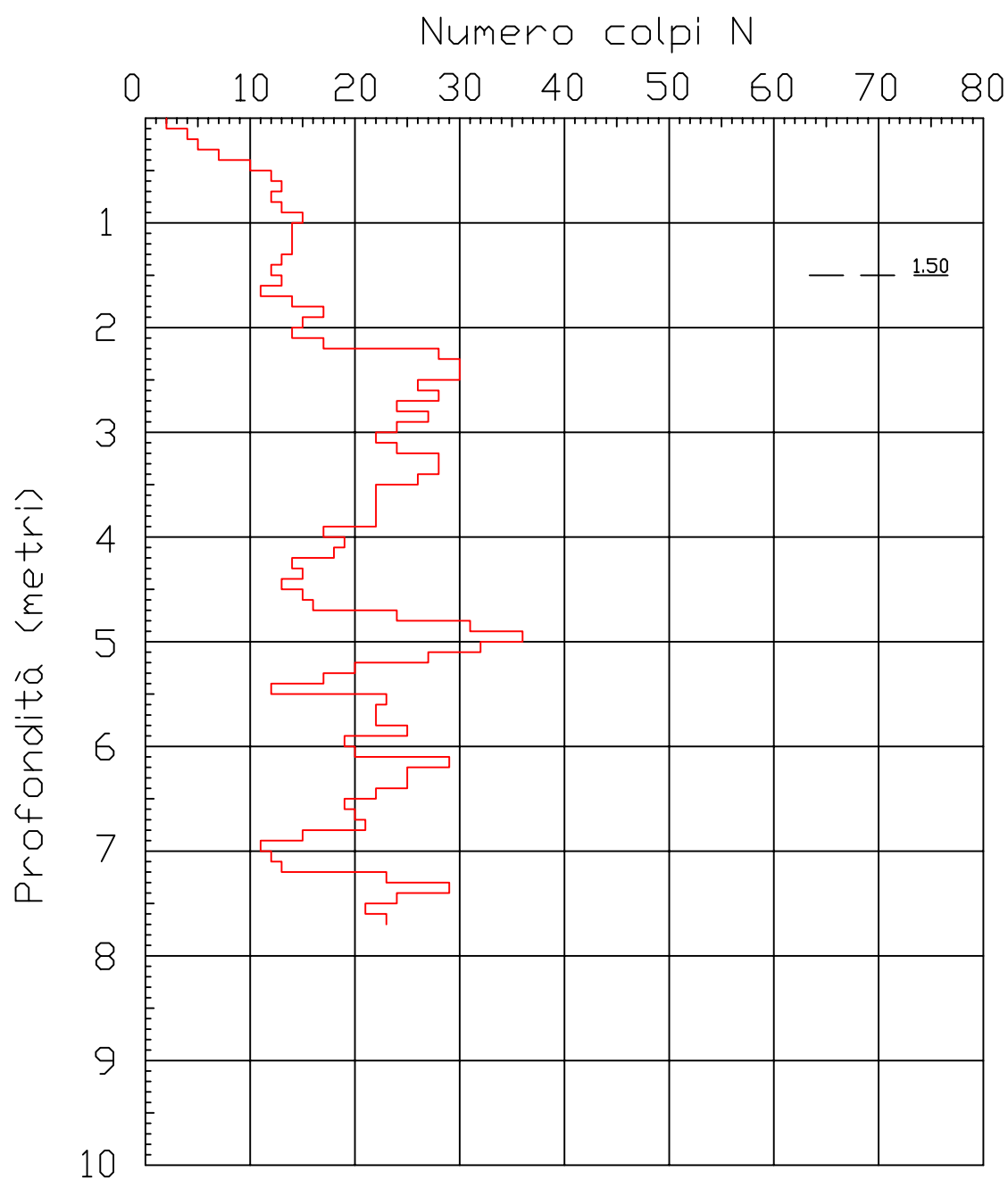
Data: Dicembre 2002 - gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.5

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Repubblica - spiaggia Riccione

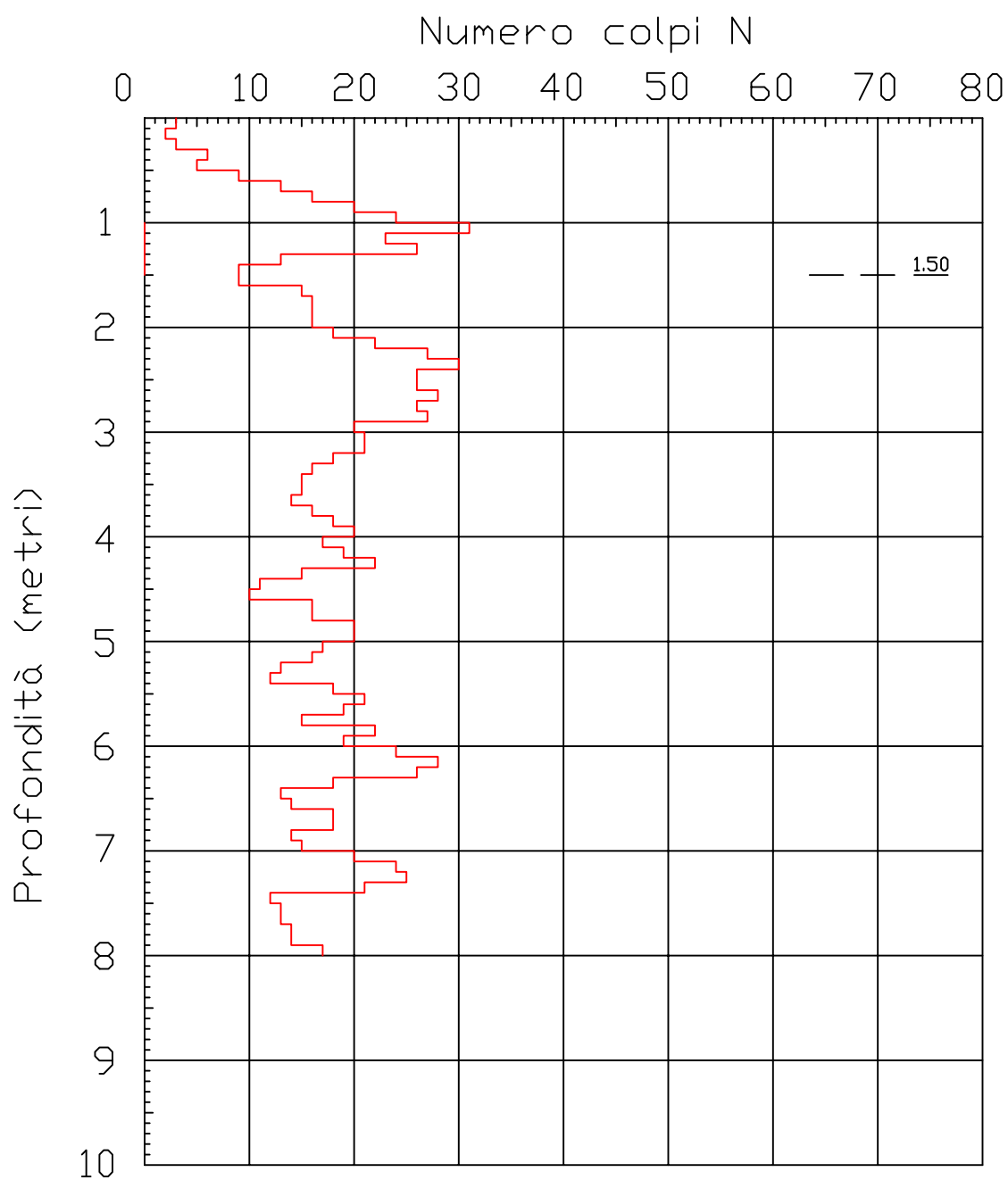
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.6

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Repubblica - spiaggia Riccione

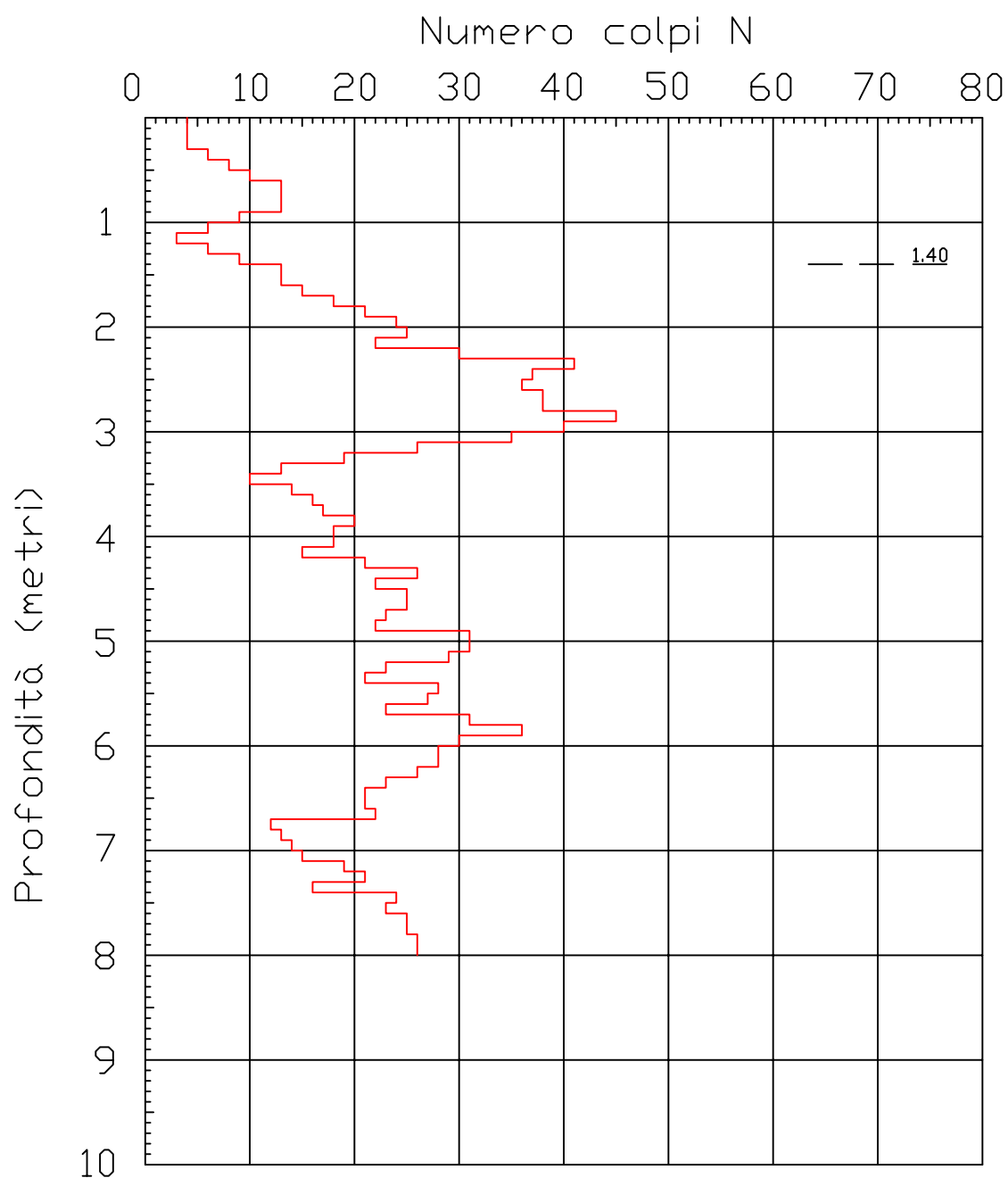
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.7

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Repubblica - spiaggia Riccione

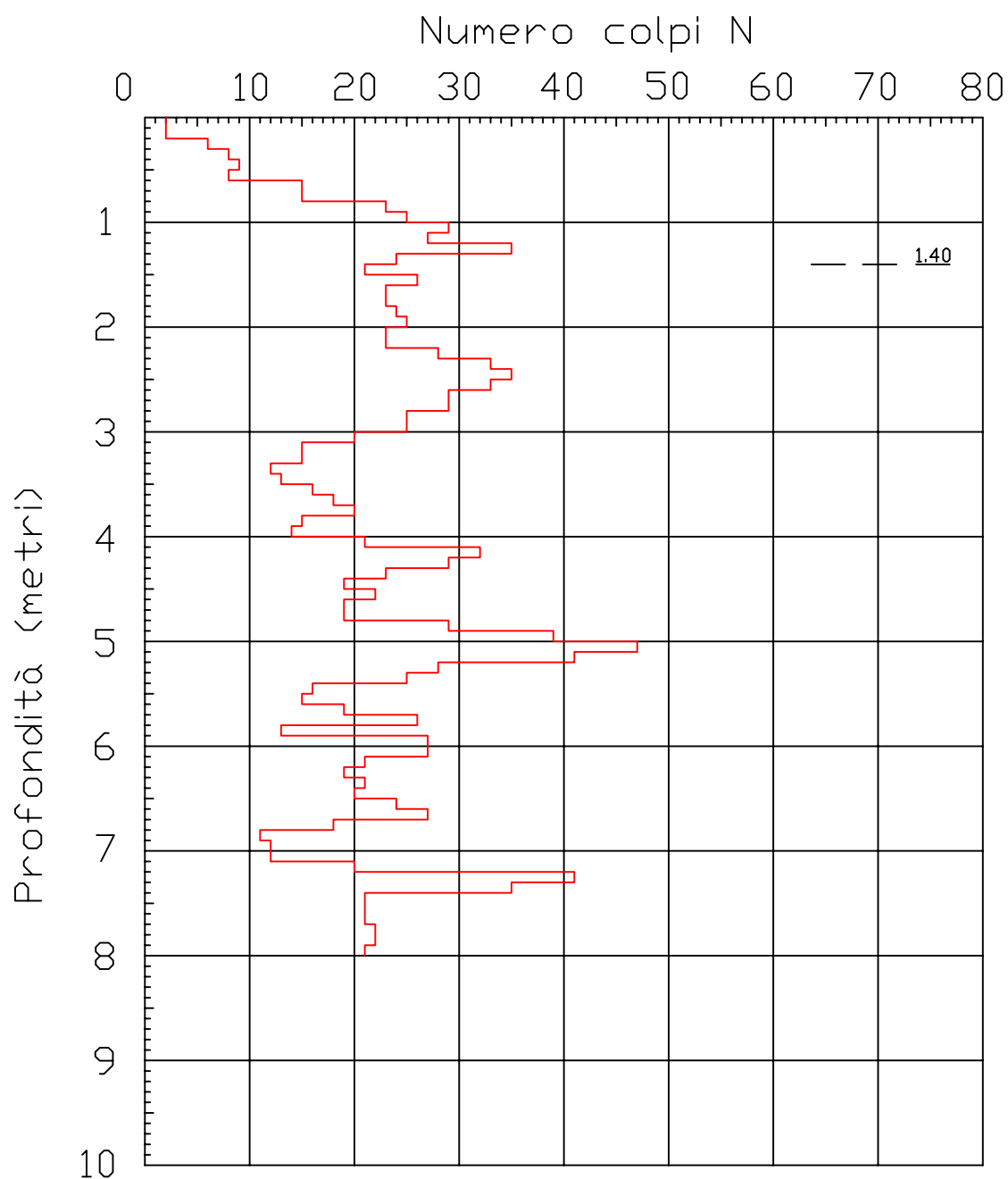
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.8

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Repubblica - spiaggia Riccione

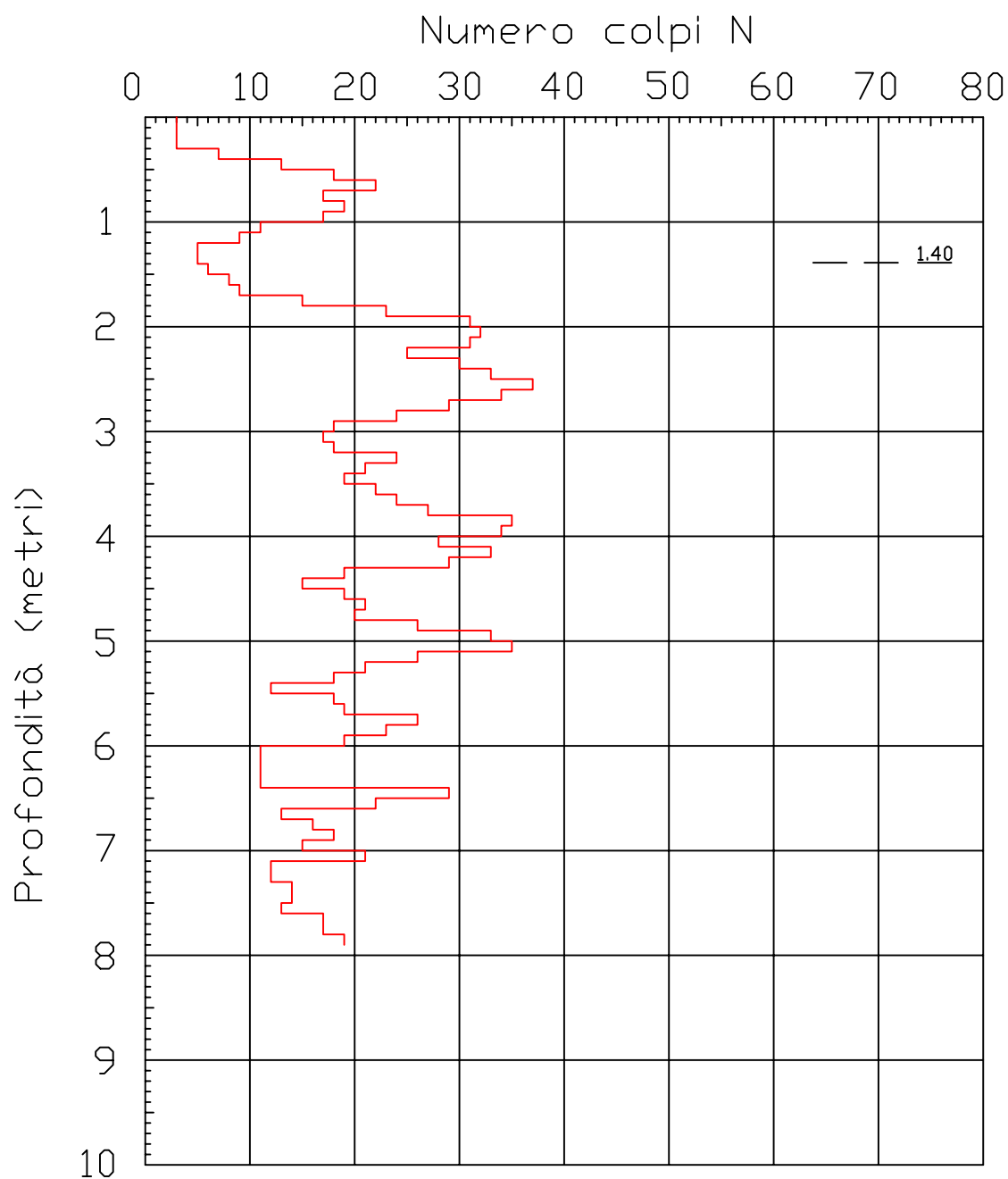
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.9

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Repubblica - spiaggia Riccione

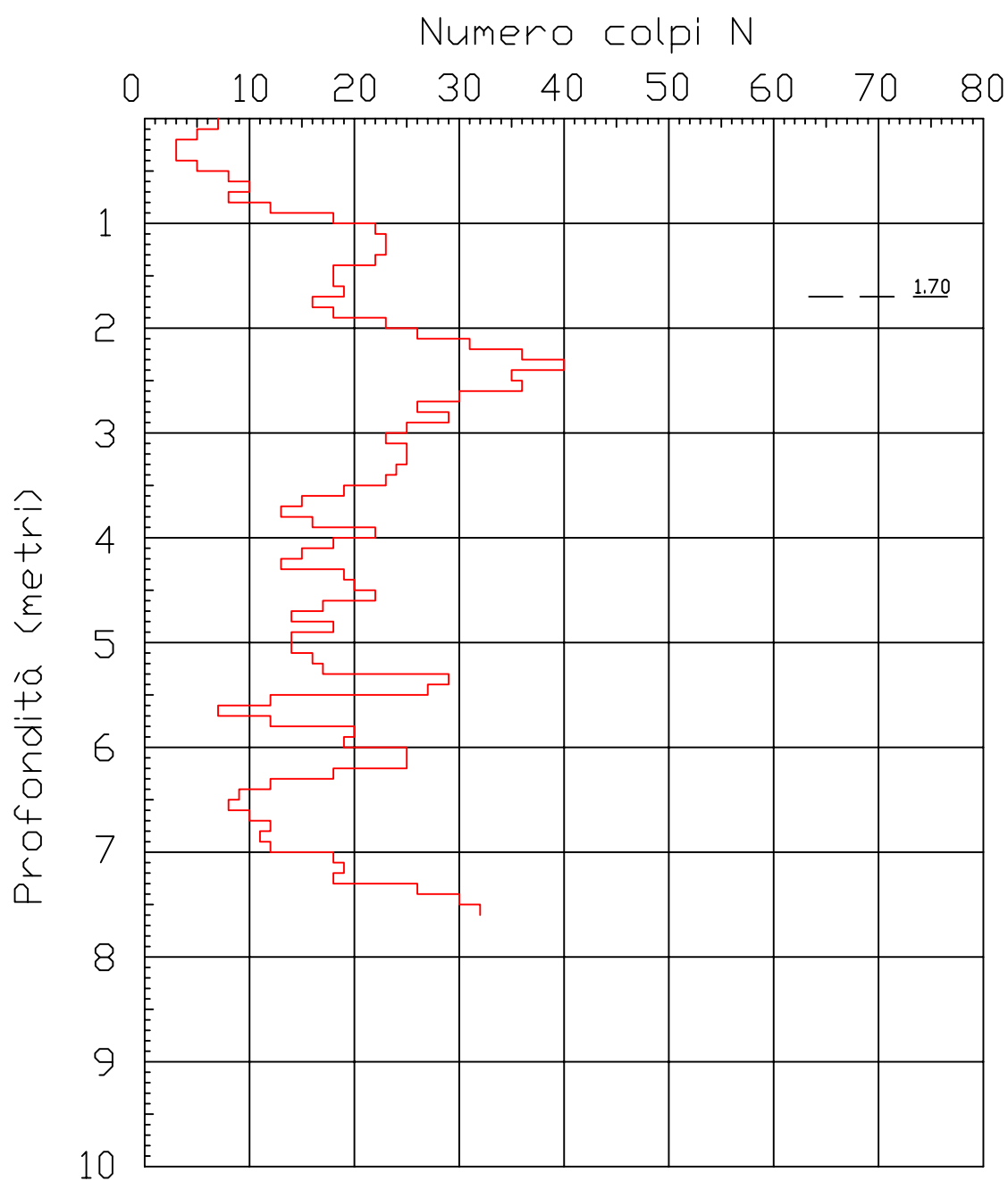
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.10

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Libertà - spiaggia Riccione

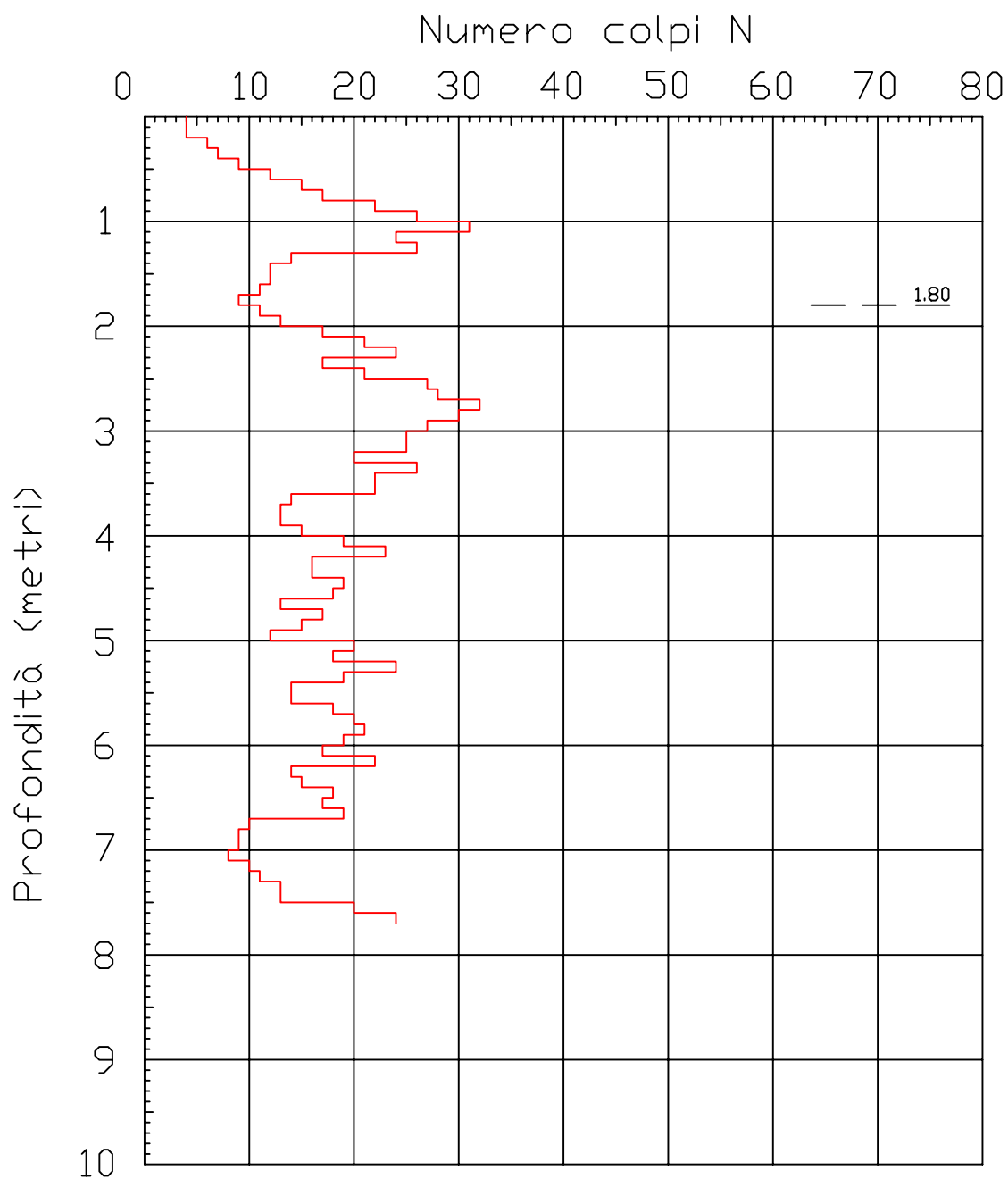
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.11

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Libertà - spiaggia Riccione

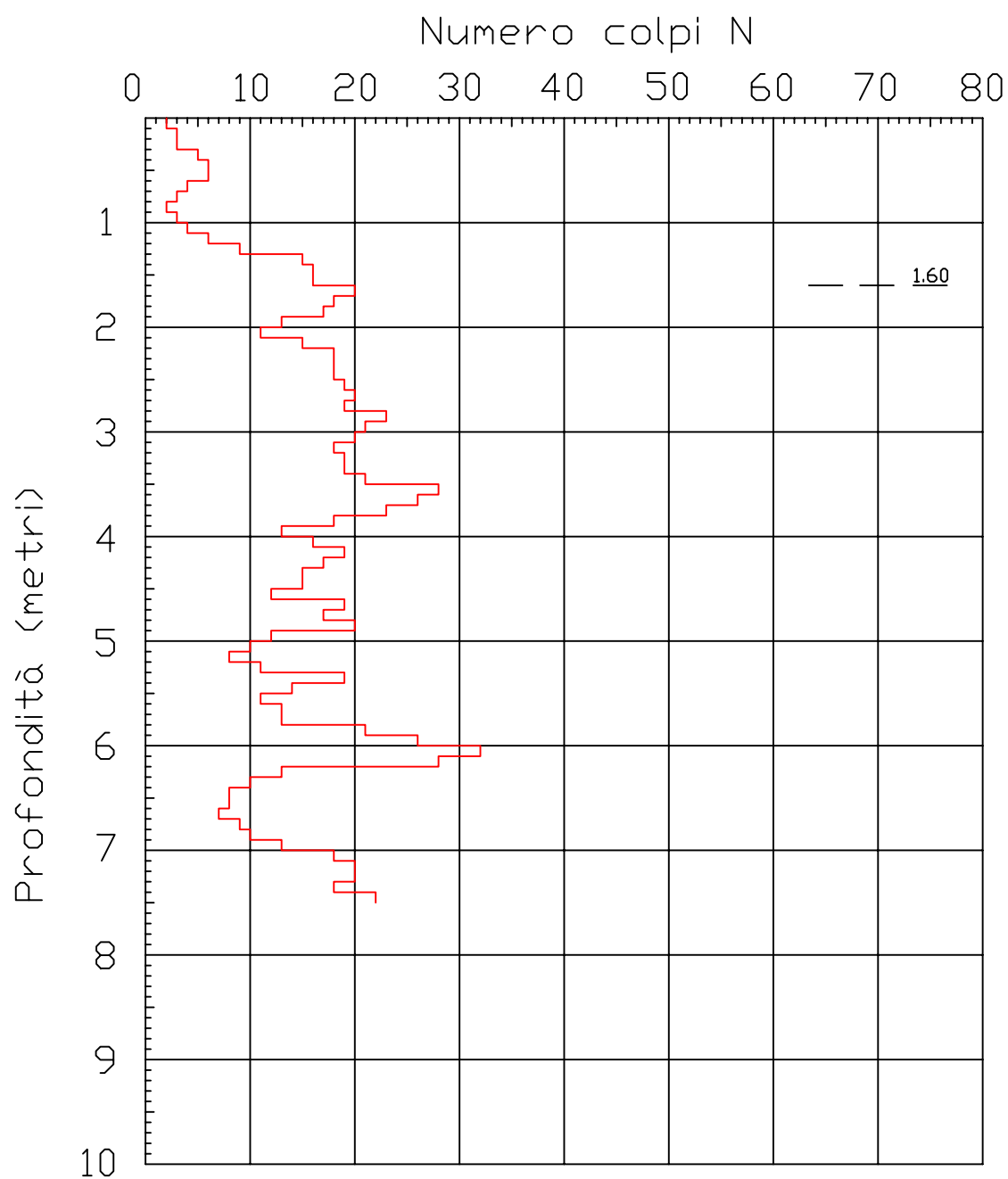
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.12

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Costituzione - spiaggia Riccione

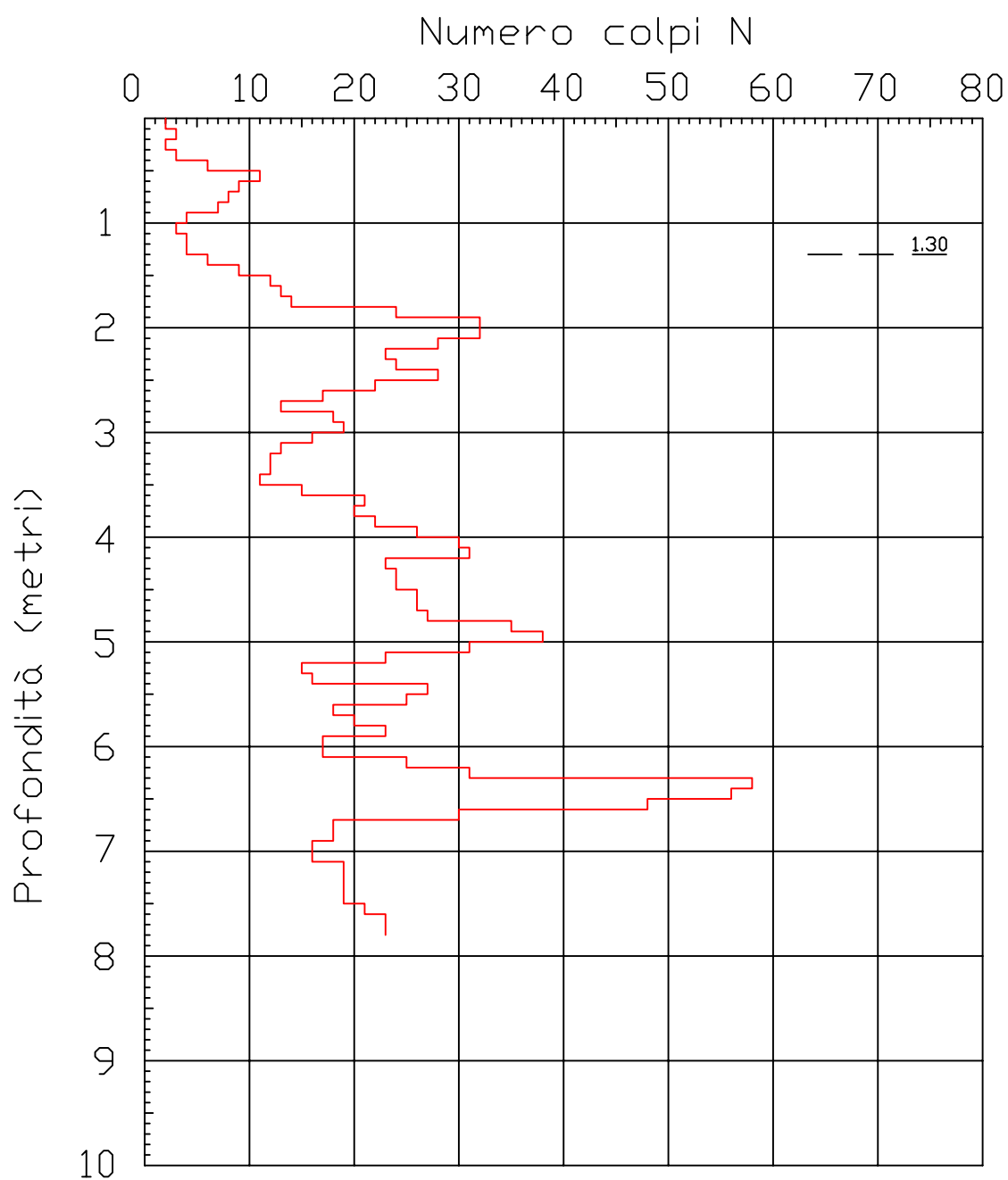
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.13

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Costituzione - spiaggia Riccione

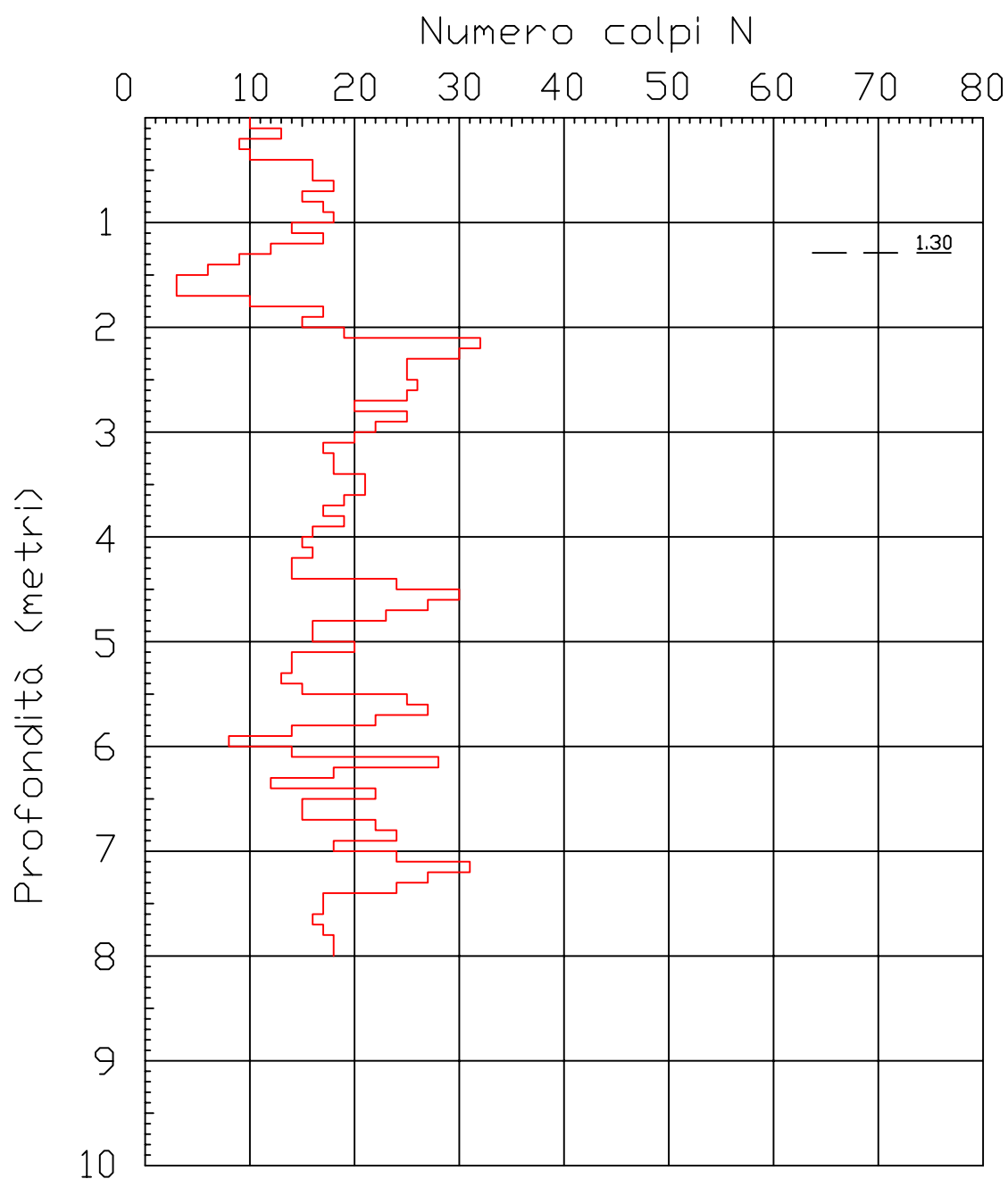
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.14

Committente: Comune di Riccione

Località: Lungomare della Costituzione - spiaggia Riccione

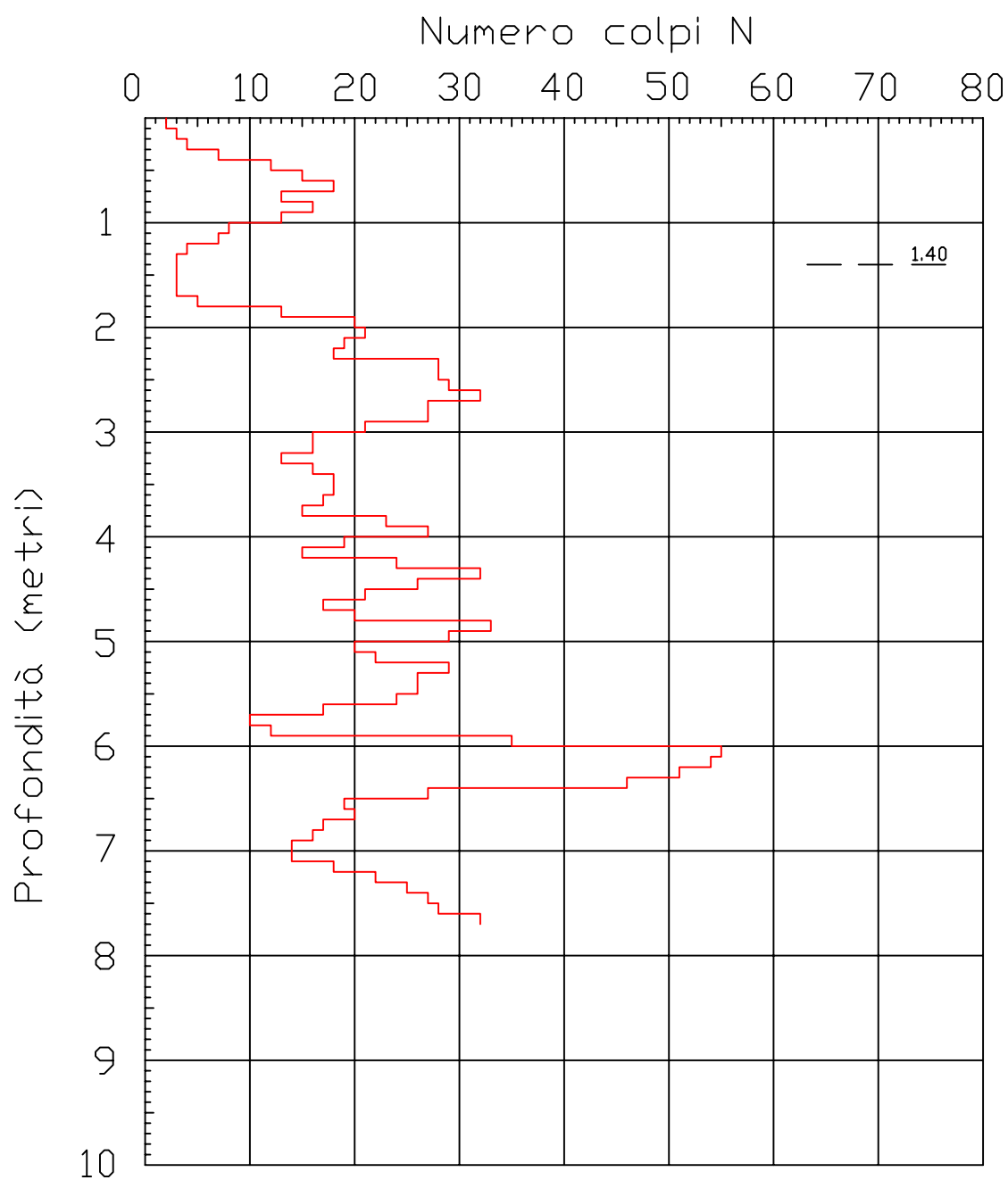
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.15

Committente: Comune di Riccione

Località: Viale G. D'Annunzio - spiaggia Riccione

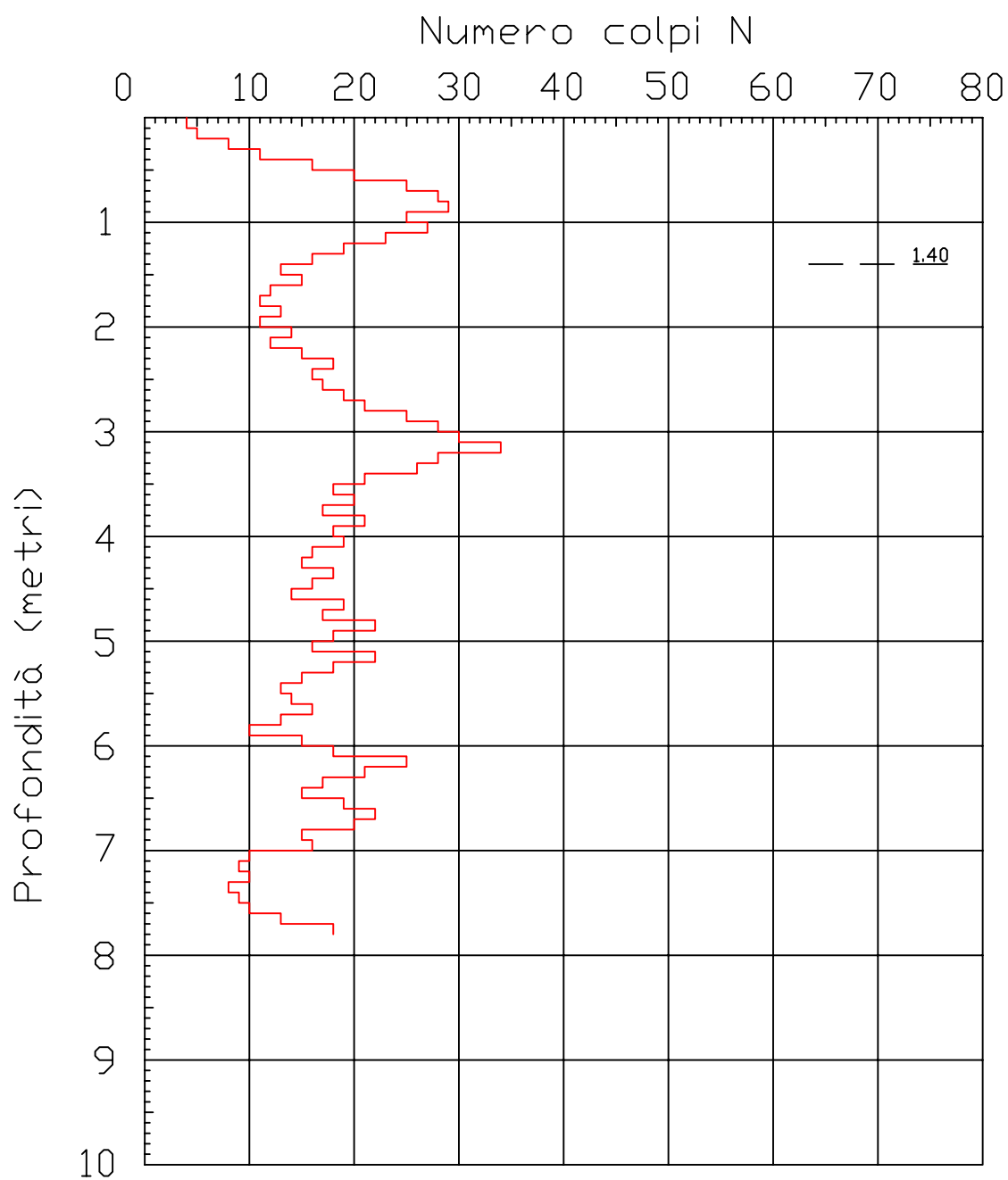
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.16

Committente: Comune di Riccione

Località: P.le Giovanni XXIII - spiaggia Riccione

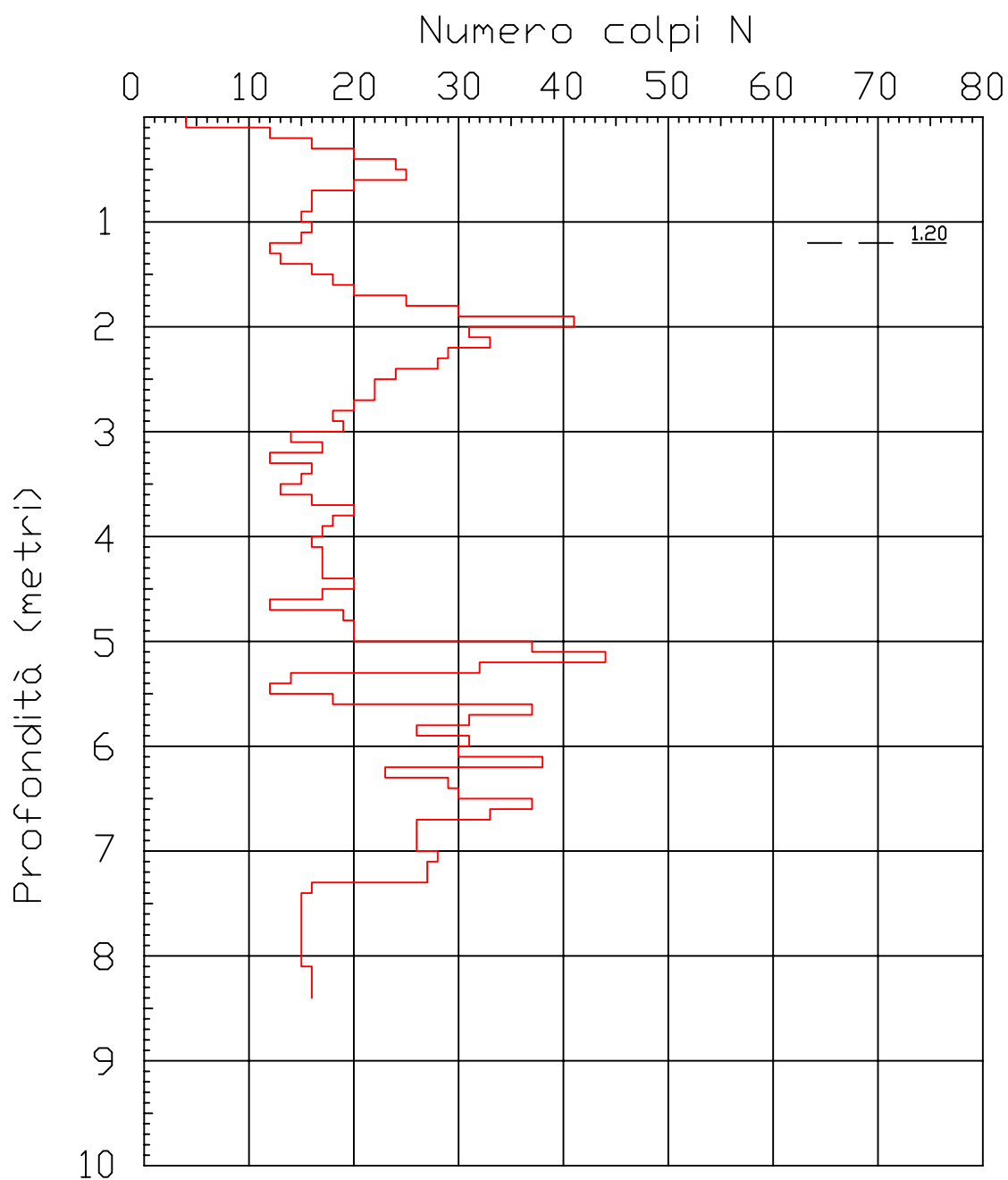
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.17

Committente: Comune di Riccione

Località: Viale G. D'Annunzio - spiaggia Riccione

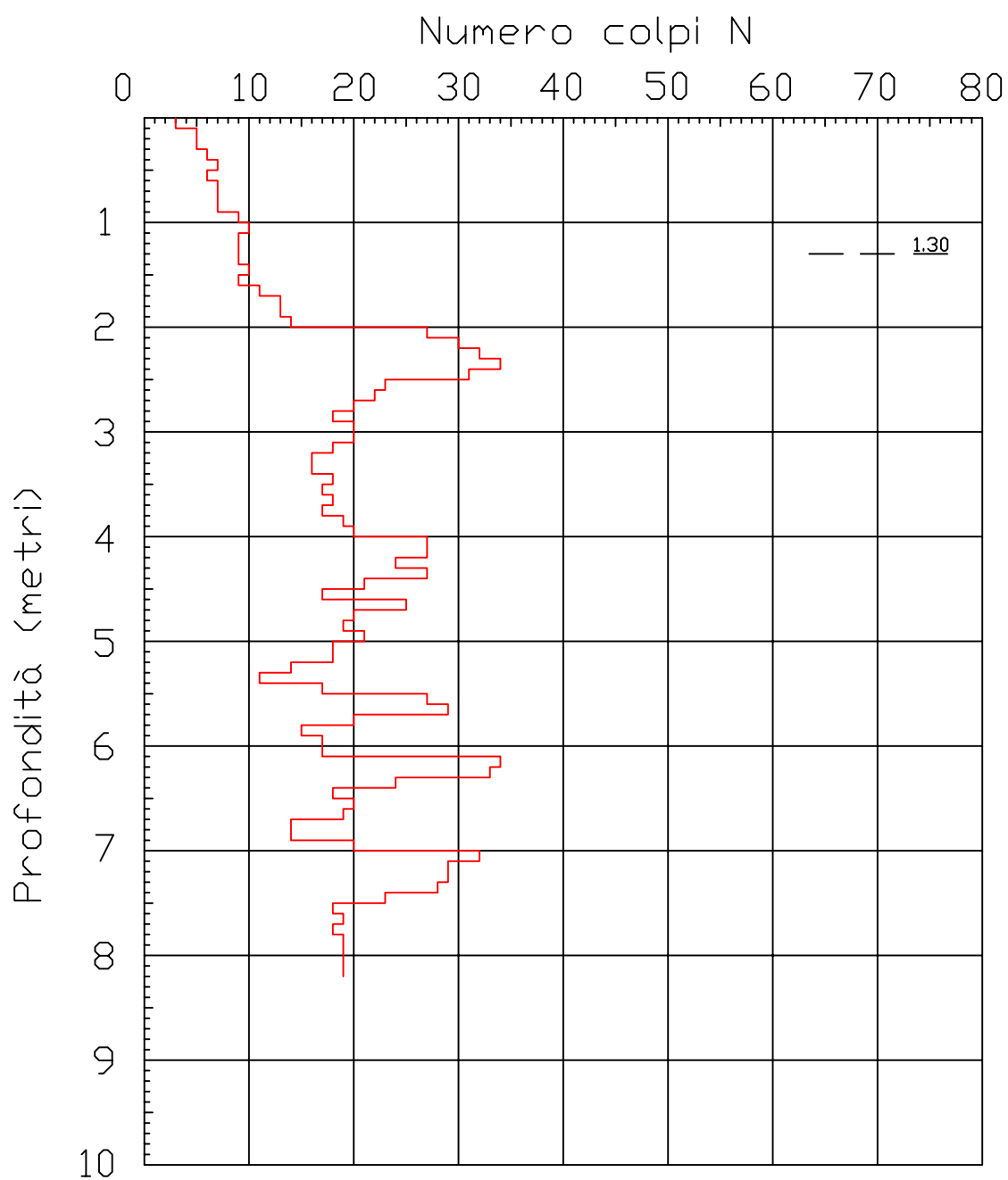
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Prova penetrometrica dinamica n.18

Committente: Comune di Riccione

Località: Viale G. D'Annunzio - spiaggia Riccione

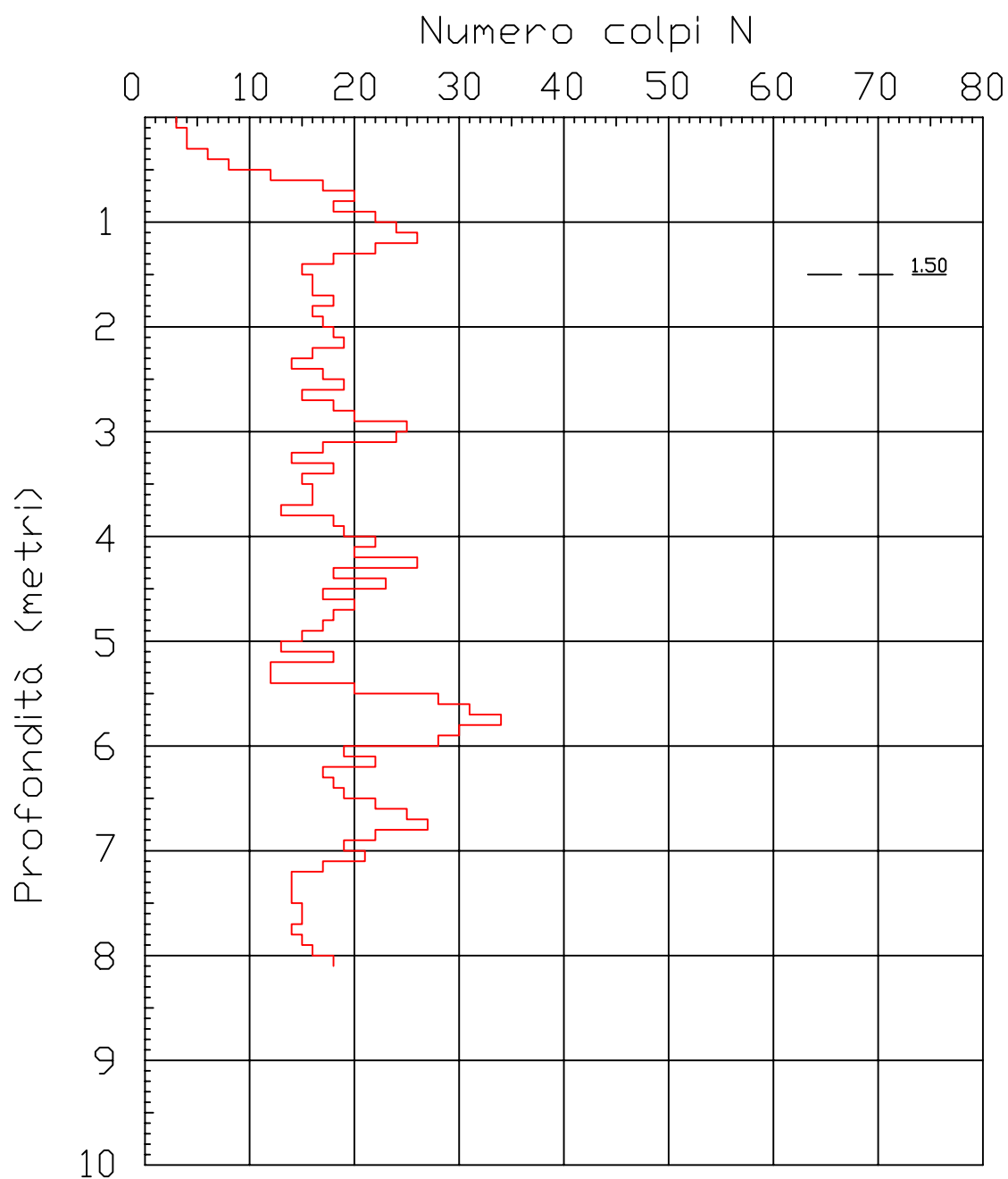
Data: Dicembre 2002 - Gennaio 2003

Peso maglio: 20 kg

Volata utile: 50 cm

Area punta conica: 16 cmq

Falda freatica superficiale — — —



Committente

Dr. A. MONTANARI

Lavoro

SPIAGGIA

Localita'

RICCIONE

Attrezzo

Pagani 20 t.

Rif. 02467

Data 16.12.02

GEO
EMME

2

GEOEMME 2

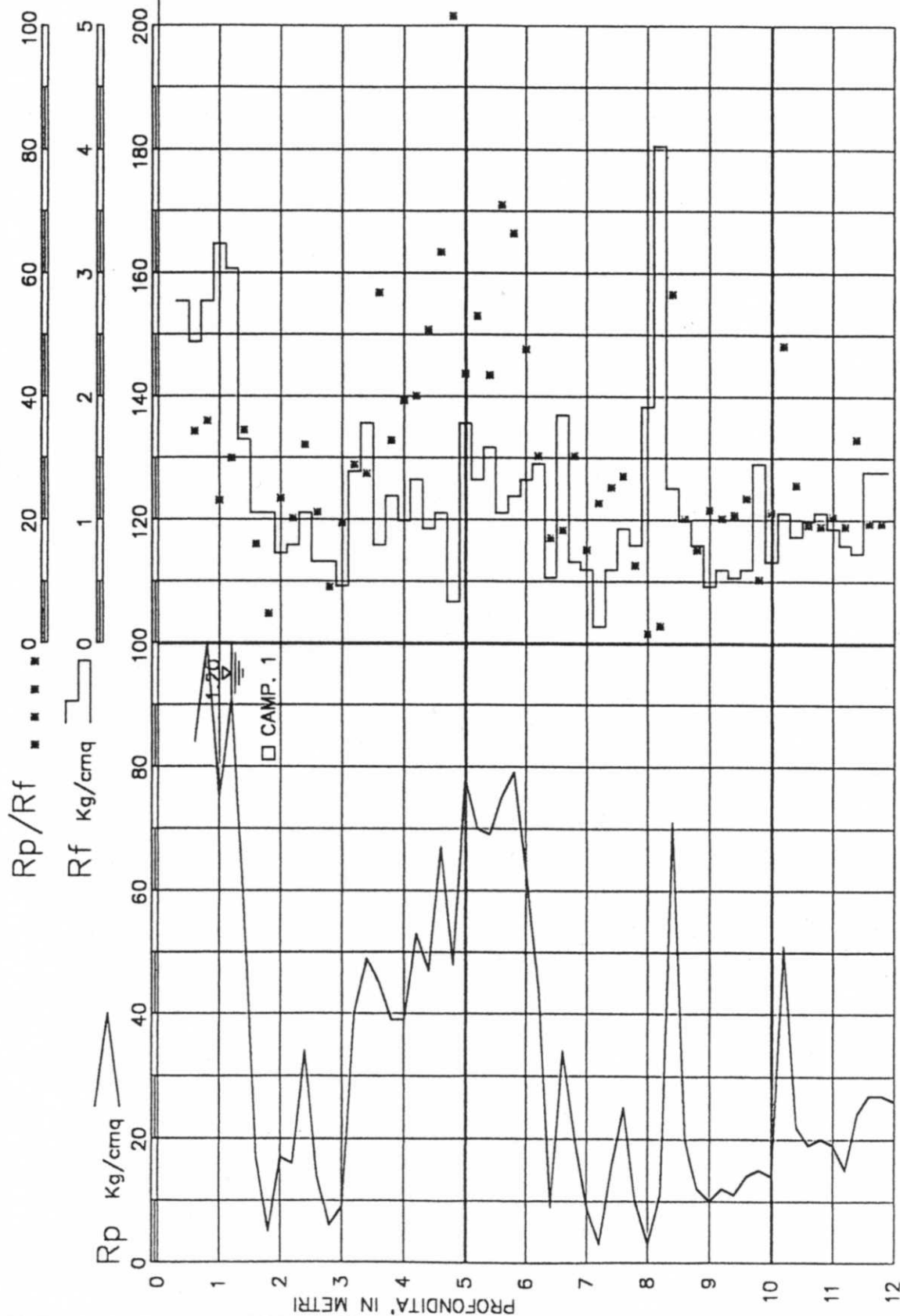
SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI
CONSOLIDAMENTI

RIMINI

PROVA STATICA C.P.T. n. 1

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.20



SABBIE FOSS.-R.CARB.	
DENSA O CEMEN.	
SABBIA	
SCIOLTA	
LIMI E SABBIE	
SABBIE ARGILL. E LIMI	
ARGILLE SABB. E LIMI	
MOLTO COMP.	
COMPATTA	
MEDIA	
TENERA	
MOLTO TENERA	
ARGILLA INORGAN. NON SEN. NON FESS.	
ARG.ORG.-TERR.MISTI	

SCHMERTMANN

Committente : Dr. A. MONTANARI
 Cantiere : SPIAGGIA
 Localita' : RICCIONE
 Riferimento : 02467
 PROVA PENETROMETRICA STATICA n.1

prof. m	A	B	Rp Kg/cm ²	Rf Kg/cm ²	Rp/Rf	Rf/Rp
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.00	0.00	0.00	2.77	0.00	0.00
0.60	83.00	125.00	84.00	2.44	34.40	2.91
0.80	99.00	136.00	100.00	2.77	36.08	2.77
1.00	74.00	116.00	75.00	3.23	23.19	4.31
1.20	90.00	139.00	91.00	3.04	29.97	3.34
1.40	56.00	102.00	57.00	1.65	34.55	2.89
1.60	16.00	41.00	17.00	1.06	16.10	6.21
1.80	4.00	20.00	5.00	1.06	4.73	21.12
2.00	16.00	32.00	17.00	0.73	23.42	4.27
2.20	15.00	26.00	16.00	0.79	20.20	4.95
2.40	33.00	45.00	34.00	1.06	32.20	3.11
2.60	13.00	29.00	14.00	0.66	21.21	4.71
2.80	5.00	15.00	6.00	0.66	9.09	11.00
3.00	8.00	18.00	9.00	0.46	19.48	5.13
3.20	39.00	46.00	40.00	1.39	28.86	3.47
3.40	48.00	69.00	49.00	1.78	27.50	3.64
3.60	44.00	71.00	45.00	0.79	56.82	1.76
3.80	38.00	50.00	39.00	1.19	32.83	3.05
4.00	38.00	56.00	39.00	0.99	39.39	2.54
4.20	52.00	67.00	53.00	1.32	40.15	2.49
4.40	46.00	66.00	47.00	0.92	50.87	1.97
4.60	66.00	80.00	67.00	1.06	63.45	1.58
4.80	47.00	63.00	48.00	0.33	145.45	0.69
5.00	77.00	82.00	78.00	1.78	43.77	2.28
5.20	69.00	96.00	70.00	1.32	53.03	1.89
5.40	68.00	88.00	69.00	1.58	43.56	2.30
5.60	74.00	98.00	75.00	1.06	71.02	1.41
5.80	78.00	94.00	79.00	1.19	66.50	1.50
6.00	62.00	80.00	63.00	1.32	47.73	2.10
6.20	43.00	63.00	44.00	1.45	30.30	3.30
6.40	8.00	30.00	9.00	0.53	17.05	5.87
6.60	33.00	41.00	34.00	1.85	18.40	5.44
6.80	19.00	47.00	20.00	0.66	30.30	3.30
7.00	8.00	18.00	9.00	0.59	15.15	6.60
7.20	2.00	11.00	3.00	0.13	22.73	4.40
7.40	14.00	16.00	15.00	0.59	25.25	3.96
7.60	24.00	33.00	25.00	0.92	27.06	3.70
7.80	9.00	23.00	10.00	0.79	12.63	7.92
8.00	2.00	14.00	3.00	1.91	1.57	63.80
8.20	10.00	39.00	11.00	4.03	2.73	36.60
8.40	70.00	131.00	71.00	1.25	56.62	1.77
8.60	19.00	38.00	20.00	0.99	20.20	4.95
8.80	11.00	26.00	12.00	0.79	15.15	6.60
9.00	9.00	21.00	10.00	0.46	21.65	4.62
9.20	11.00	18.00	12.00	0.59	20.20	4.95
9.40	10.00	19.00	11.00	0.53	20.83	4.80
9.60	13.00	21.00	14.00	0.59	23.57	4.24
9.80	14.00	23.00	15.00	1.45	10.33	9.68
10.00	13.00	35.00	14.00	0.66	21.21	4.71

SEGUE PROVA PENETROMETRICA STATICA n.1

prof. m	A	B	Rp Kg/cm ²	Rf Kg/cm ²	Rp/Rf	Rf/Rp
10.20	50.00	60.00	51.00	1.06	48.30	2.07
10.40	21.00	37.00	22.00	0.86	25.64	3.90
10.60	18.00	31.00	19.00	0.99	19.19	5.21
10.80	19.00	34.00	20.00	1.06	18.94	5.28
11.00	18.00	34.00	19.00	0.92	20.56	4.86
11.20	14.00	28.00	15.00	0.79	18.94	5.28
11.40	23.00	35.00	24.00	0.73	33.06	3.03
11.60	26.00	37.00	27.00	1.39	19.48	5.13
11.80	26.00	47.00	27.00	1.39	19.48	5.13
12.00	25.00	46.00	26.00	0.00	0.00	0.00

GEOEMME 2

Committente Dr. A. MONTANARI
Lavoro SPIAGGIA
Localita' RICCIONE
Attrezzo Pagani 20 t.

Rif. 02467
Data 16.12.02

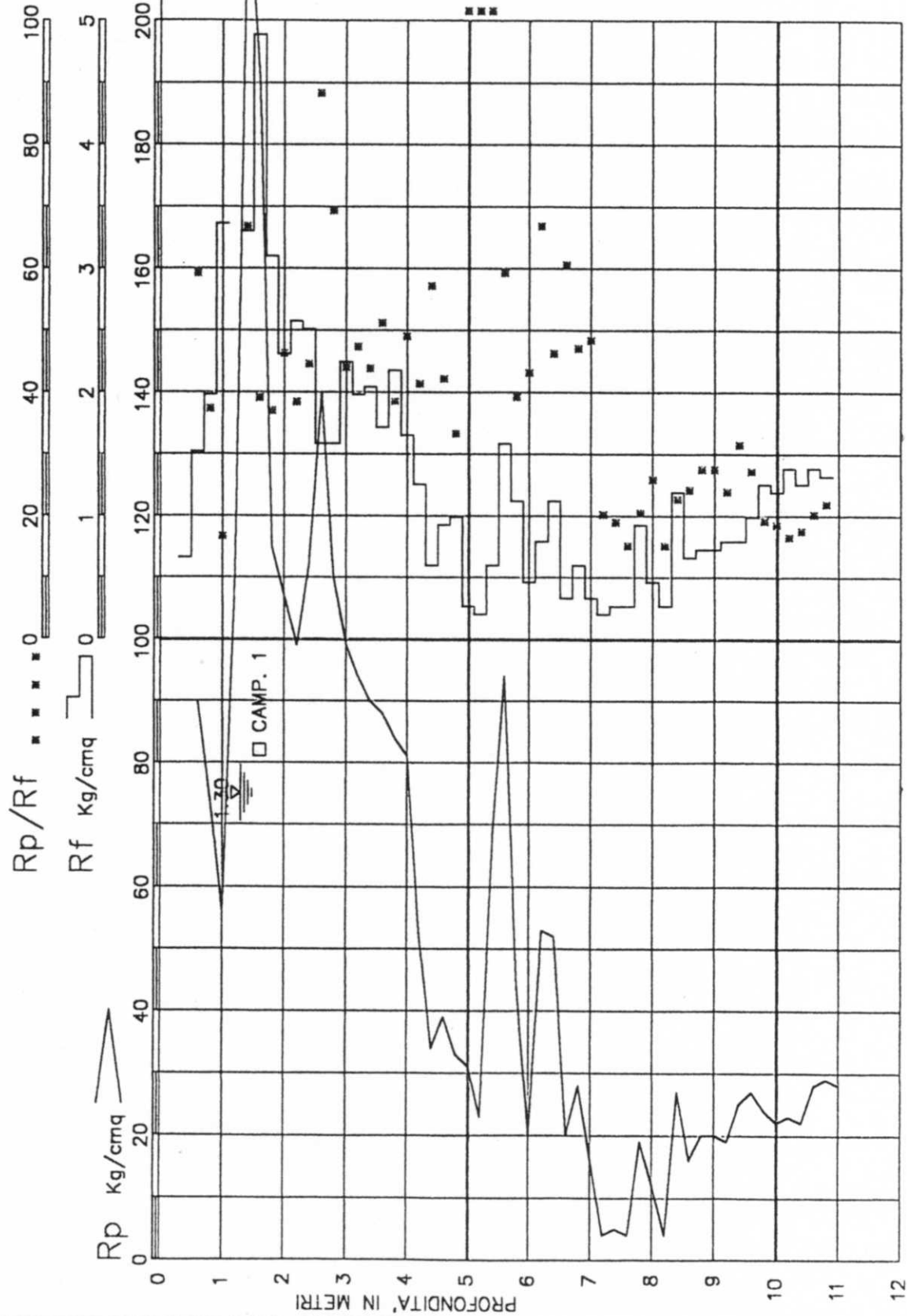
GEOEMME 2
SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI
CONSOLIDAMENTI

RIMINI

PROVA STATICA C.P.T. n. 2

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.30



SABBIE FOSS.-R.CARB.	
DENSA O CEMENT.	
SABBIA	
SCIOLTA	
LIMI E SABBIE	
SABBIE ARGILL. E LIM.	
ARGILLE SABB. E LIM.	
MOLTO COMP.	
COMPATTA	
MEDIA	
TENERA	
MOLTO TENERA	
ARG. ORG.-TERR. MISTI	

SCHMERTMANN

Committente : Dr. A. MONTANARI
 Cantiere : SPIAGGIA
 Localita' : RICCIONE
 Riferimento : 02467
 PROVA PENETROMETRICA STATICA n.2

prof. m	A	B	Rp Kg/cm ²	Rf Kg/cm ²	Rp/Rf	Rf/Rp
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00
0.60	89.00	99.00	90.00	1.52	59.29	1.69
0.80	73.00	96.00	74.00	1.98	37.37	2.68
1.00	55.00	85.00	56.00	3.37	16.64	6.01
1.20	110.00	161.00	111.00	0.00	0.00	0.00
1.40	220.00	0.00	221.00	3.30	66.97	1.49
1.60	190.00	240.00	191.00	4.88	39.11	2.56
1.80	114.00	188.00	115.00	3.10	37.07	2.70
2.00	106.00	153.00	107.00	2.31	46.32	2.16
2.20	98.00	133.00	99.00	2.57	38.46	2.60
2.40	111.00	150.00	112.00	2.51	44.66	2.24
2.60	139.00	177.00	140.00	1.58	88.38	1.13
2.80	109.00	133.00	110.00	1.58	69.44	1.44
3.00	98.00	122.00	99.00	2.24	44.12	2.27
3.20	93.00	127.00	94.00	1.98	47.47	2.11
3.40	89.00	119.00	90.00	2.05	43.99	2.27
3.60	87.00	118.00	88.00	1.72	51.28	1.95
3.80	83.00	109.00	84.00	2.18	38.57	2.59
4.00	80.00	113.00	81.00	1.65	49.09	2.04
4.20	51.00	76.00	52.00	1.25	41.47	2.41
4.40	33.00	52.00	34.00	0.59	57.24	1.75
4.60	38.00	47.00	39.00	0.92	42.21	2.37
4.80	32.00	46.00	33.00	0.99	33.33	3.00
5.00	30.00	45.00	31.00	0.26	117.42	0.85
5.20	22.00	26.00	23.00	0.20	116.16	0.86
5.40	67.00	70.00	68.00	0.59	114.48	0.87
5.60	93.00	102.00	94.00	1.58	59.34	1.69
5.80	43.00	67.00	44.00	1.12	39.22	2.55
6.00	19.00	36.00	20.00	0.46	43.29	2.31
6.20	52.00	59.00	53.00	0.79	66.92	1.49
6.40	51.00	63.00	52.00	1.12	46.35	2.16
6.60	19.00	36.00	20.00	0.33	60.61	1.65
6.80	27.00	32.00	28.00	0.59	47.14	2.12
7.00	15.00	24.00	16.00	0.33	48.48	2.06
7.20	3.00	8.00	4.00	0.20	20.20	4.95
7.40	4.00	7.00	5.00	0.26	18.94	5.28
7.60	3.00	7.00	4.00	0.26	15.15	6.60
7.80	18.00	22.00	19.00	0.92	20.56	4.86
8.00	11.00	25.00	12.00	0.46	25.97	3.85
8.20	3.00	10.00	4.00	0.26	15.15	6.60
8.40	26.00	30.00	27.00	1.19	22.73	4.40
8.60	15.00	33.00	16.00	0.66	24.24	4.12
8.80	19.00	29.00	20.00	0.73	27.55	3.63
9.00	19.00	30.00	20.00	0.73	27.55	3.63
9.20	18.00	29.00	19.00	0.79	23.99	4.17
9.40	24.00	36.00	25.00	0.79	31.57	3.17
9.60	26.00	38.00	27.00	0.99	27.27	3.67
9.80	23.00	38.00	24.00	1.25	19.14	5.22
10.00	21.00	40.00	22.00	1.19	18.52	5.40

SEGUE PROVA PENETROMETRICA STATICA n.2

prof. m	A	B	Rp Kg/cmq	Rf Kg/cmq	Rp/Rf	Rf/Rp
10.20	22.00	40.00	23.00	1.39	16.59	6.03
10.40	21.00	42.00	22.00	1.25	17.54	5.70
10.60	27.00	46.00	28.00	1.39	20.20	4.95
10.80	28.00	49.00	29.00	1.32	21.97	4.55
11.00	27.00	47.00	28.00	0.00	0.00	0.00

GEOEMME 2

Committente

Dr. A. MONTANARI

Lavoro

SPIAGGIA

Località

RICCIONE

Attrezzatura

Pagani 20 t.

Rif. 02467

Data 16.12.02



GEOEMME 2

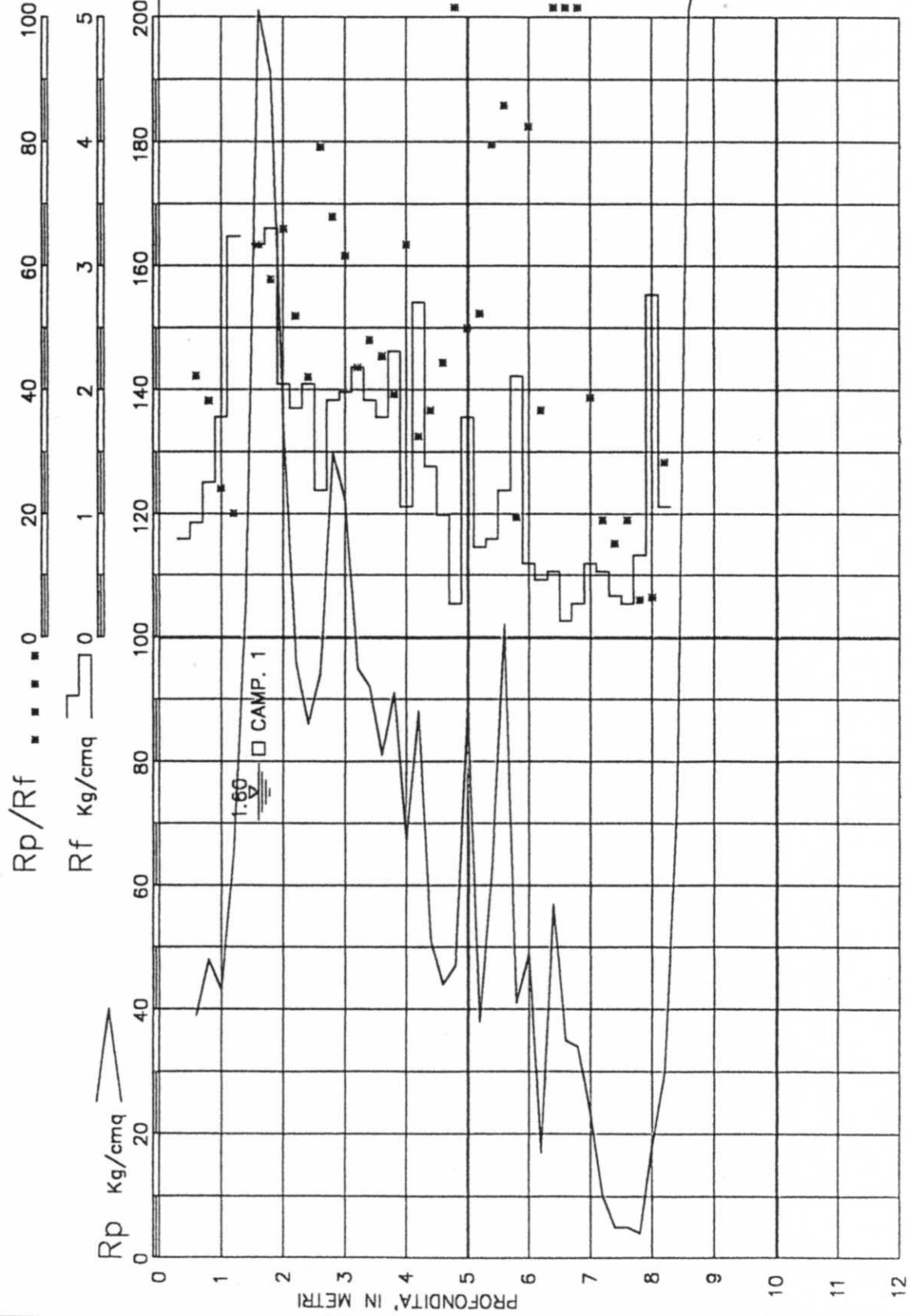
SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI
CONSOLIDAMENTI

RIMINI

PROVA STATICA C.P.T. n. 3

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.60



SCHMERTMANN

Committente : Dr. A. MONTANARI
 Cantiere : SPIAGGIA
 Localita' : RICCIONE
 Riferimento : 02467

PROVA PENETROMETRICA STATICA n.3

prof. m	A	B	Rp Kg/cm ²	Rf Kg/cm ²	Rp/Rf	Rf/Rp
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00
0.60	38.00	50.00	39.00	0.92	42.21	2.37
0.80	47.00	61.00	48.00	1.25	38.28	2.61
1.00	42.00	61.00	43.00	1.78	24.13	4.14
1.20	64.00	91.00	65.00	3.23	20.10	4.98
1.40	105.00	154.00	106.00	0.00	0.00	0.00
1.60	200.00	0.00	201.00	3.17	63.45	1.58
1.80	190.00	238.00	191.00	3.30	57.88	1.73
2.00	134.00	184.00	135.00	2.05	65.98	1.52
2.20	95.00	126.00	96.00	1.85	51.95	1.93
2.40	85.00	113.00	86.00	2.05	42.03	2.38
2.60	93.00	124.00	94.00	1.19	79.12	1.26
2.80	129.00	147.00	130.00	1.91	67.92	1.47
3.00	121.00	150.00	122.00	1.98	61.62	1.62
3.20	94.00	124.00	95.00	2.18	43.62	2.29
3.40	91.00	124.00	92.00	1.91	48.07	2.08
3.60	80.00	109.00	81.00	1.78	45.45	2.20
3.80	90.00	117.00	91.00	2.31	39.39	2.54
4.00	66.00	101.00	67.00	1.06	63.45	1.58
4.20	87.00	103.00	88.00	2.71	32.52	3.08
4.40	50.00	91.00	51.00	1.39	36.80	2.72
4.60	43.00	64.00	44.00	0.99	44.44	2.25
4.80	46.00	61.00	47.00	0.26	178.03	0.56
5.00	88.00	92.00	89.00	1.78	49.94	2.00
5.20	37.00	64.00	38.00	0.73	52.34	1.91
5.40	62.00	73.00	63.00	0.79	79.55	1.26
5.60	101.00	113.00	102.00	1.19	85.86	1.16
5.80	40.00	58.00	41.00	2.11	19.41	5.15
6.00	48.00	80.00	49.00	0.59	82.49	1.21
6.20	16.00	25.00	17.00	0.46	36.80	2.72
6.40	56.00	63.00	57.00	0.53	107.95	0.93
6.60	34.00	42.00	35.00	0.13	265.15	0.38
6.80	33.00	35.00	34.00	0.26	128.79	0.78
7.00	22.00	26.00	23.00	0.59	38.72	2.58
7.20	9.00	18.00	10.00	0.53	18.94	5.28
7.40	4.00	12.00	5.00	0.33	15.15	6.60
7.60	4.00	9.00	5.00	0.26	18.94	5.28
7.80	3.00	7.00	4.00	0.66	6.06	16.50
8.00	17.00	27.00	18.00	2.77	6.49	15.40
8.20	29.00	71.00	30.00	1.06	28.41	3.52
8.40	72.00	88.00	73.00	0.00	0.00	0.00
8.60	200.00	0.00	201.00	0.00	0.00	0.00
8.80	210.00	0.00	211.00	0.00	0.00	0.00
9.00	220.00	0.00	221.00	0.00	0.00	0.00

Committente
Lavoro
Localita'
Attrezzo

Dr. A. MONTANARI
SPIAGGIA
RICCIONE
Pagani 20 t.

Rif. 02467
Data 16.12.02

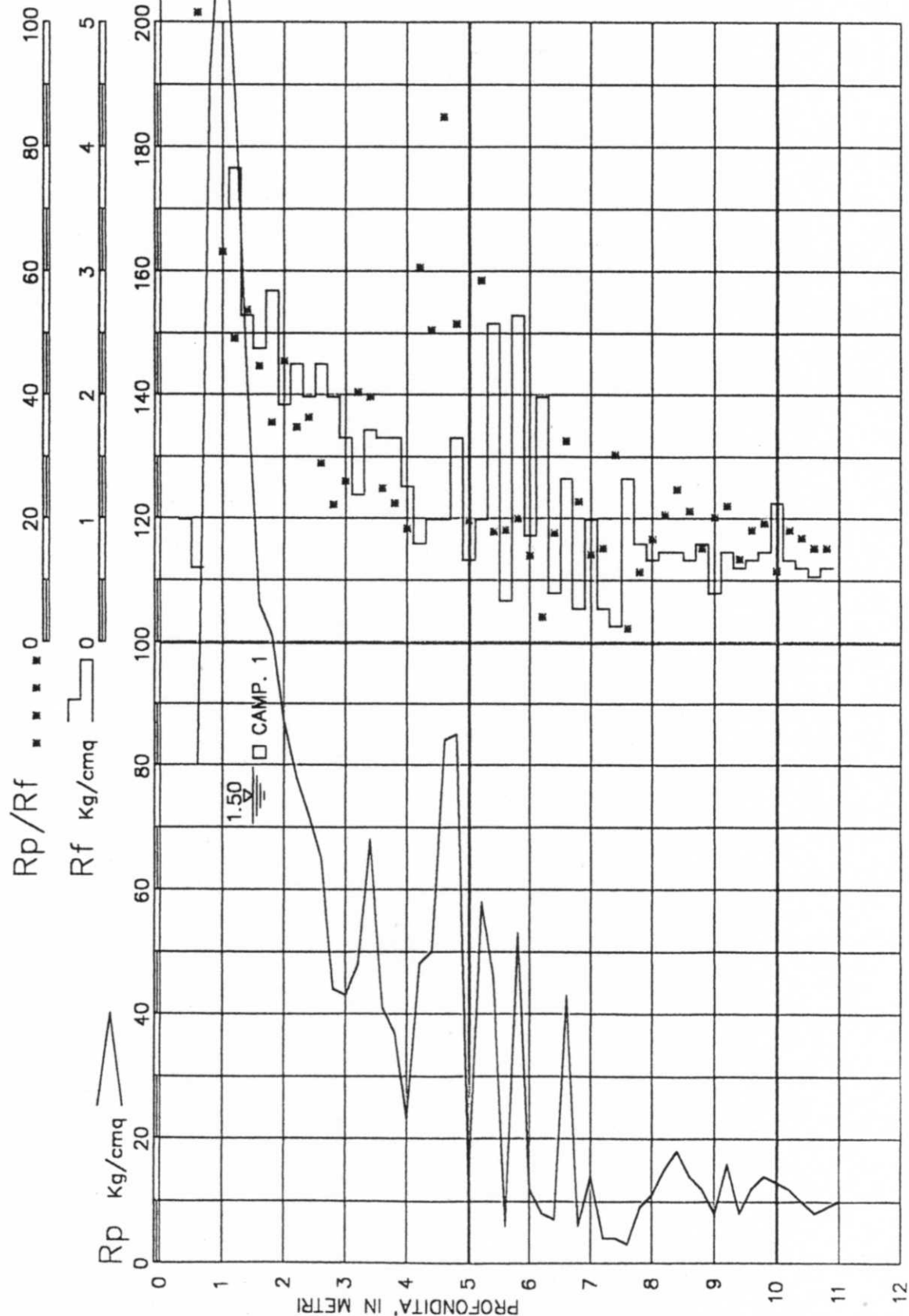
GEOEMME 2
SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI
CONSOLIDAMENTI

RIMINI

PROVA STATICA C.P.T. n. 4

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.50



SABBIA	SABBIA FOSS.-R.CARB.
DENSA O CEMEN.	
SCOLTA	
LIMI E SABBIE	
SABBIE ARGILL. E LIM.	
ARGILLE SABB. E LIM.	
MOLTO COMP.	
COMPATTA	
MEDIA	
TENERA	
MOLTO TENERA	
ARGILLA INORGAN. NON FESS.	
ARG. ORG.-TERR. MISTI	

SCHMERTMANN

Committente : Dr. A. MONTANARI
 Cantiere : SPIAGGIA
 Localita' : RICCIONE
 Riferimento : 02467
 PROVA PENETROMETRICA STATICA n.4

prof. m	A	B	Rp Kg/cm ²	Rf Kg/cm ²	Rp/Rf	Rf/Rp
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00
0.60	79.00	94.00	80.00	0.59	134.68	0.74
0.80	191.00	200.00	192.00	0.00	0.00	0.00
1.00	220.00	0.00	221.00	3.50	63.18	1.58
1.20	187.00	240.00	188.00	3.83	49.11	2.04
1.40	141.00	199.00	142.00	2.64	53.79	1.86
1.60	105.00	145.00	106.00	2.38	44.61	2.24
1.80	100.00	136.00	101.00	2.84	35.59	2.81
2.00	86.00	129.00	87.00	1.91	45.45	2.20
2.20	77.00	106.00	78.00	2.24	34.76	2.88
2.40	71.00	105.00	72.00	1.98	36.36	2.75
2.60	64.00	94.00	65.00	2.24	28.97	3.45
2.80	43.00	77.00	44.00	1.98	22.22	4.50
3.00	42.00	72.00	43.00	1.65	26.06	3.84
3.20	47.00	72.00	48.00	1.19	40.40	2.47
3.40	67.00	85.00	68.00	1.72	39.63	2.52
3.60	40.00	66.00	41.00	1.65	24.85	4.02
3.80	36.00	61.00	37.00	1.65	22.42	4.46
4.00	22.00	47.00	23.00	1.25	18.34	5.45
4.20	47.00	66.00	48.00	0.79	60.61	1.65
4.40	49.00	61.00	50.00	0.99	50.51	1.98
4.60	83.00	98.00	84.00	0.99	84.85	1.18
4.80	84.00	99.00	85.00	1.65	51.52	1.94
5.00	12.00	37.00	13.00	0.66	19.70	5.08
5.20	57.00	67.00	58.00	0.99	58.59	1.71
5.40	45.00	60.00	46.00	2.57	17.87	5.60
5.60	5.00	44.00	6.00	0.33	18.18	5.50
5.80	52.00	57.00	53.00	2.64	20.08	4.98
6.00	11.00	51.00	12.00	0.86	13.99	7.15
6.20	7.00	20.00	8.00	1.98	4.04	24.75
6.40	6.00	36.00	7.00	0.40	17.68	5.66
6.60	42.00	48.00	43.00	1.32	32.58	3.07
6.80	5.00	25.00	6.00	0.26	22.73	4.40
7.00	13.00	17.00	14.00	0.99	14.14	7.07
7.20	3.00	18.00	4.00	0.26	15.15	6.60
7.40	3.00	7.00	4.00	0.13	30.30	3.30
7.60	2.00	4.00	3.00	1.32	2.27	44.00
7.80	8.00	28.00	9.00	0.79	11.36	8.80
8.00	10.00	22.00	11.00	0.66	16.67	6.00
8.20	14.00	24.00	15.00	0.73	20.66	4.84
8.40	17.00	28.00	18.00	0.73	24.79	4.03
8.60	13.00	24.00	14.00	0.66	21.21	4.71
8.80	11.00	21.00	12.00	0.79	15.15	6.60
9.00	7.00	19.00	8.00	0.40	20.20	4.95
9.20	15.00	21.00	16.00	0.73	22.04	4.54
9.40	7.00	18.00	8.00	0.59	13.47	7.42
9.60	11.00	20.00	12.00	0.66	18.18	5.50
9.80	13.00	23.00	14.00	0.73	19.28	5.19
10.00	12.00	23.00	13.00	1.12	11.59	8.63

SEGUE PROVA PENETROMETRICA STATICA n.4

prof. m	A	B	Rp Kg/cmq	Rf Kg/cmq	Rp/Rf	Rf/Rp
10.20	11.00	28.00	12.00	0.66	18.18	5.50
10.40	9.00	19.00	10.00	0.59	16.84	5.94
10.60	7.00	16.00	8.00	0.53	15.15	6.60
10.80	8.00	16.00	9.00	0.59	15.15	6.60
11.00	9.00	18.00	10.00	0.00	0.00	0.00

GEOEMME 2

Committente

Dr. A. MONTANARI

Lavoro

SPIAGGIA

Localita'

RICCIONE

Attrezzo

Pagani 20 t.

Rif. 02467

Data 16.12.02

Dr. A. MONTANARI

Rif. 02467



GEOEMME 2

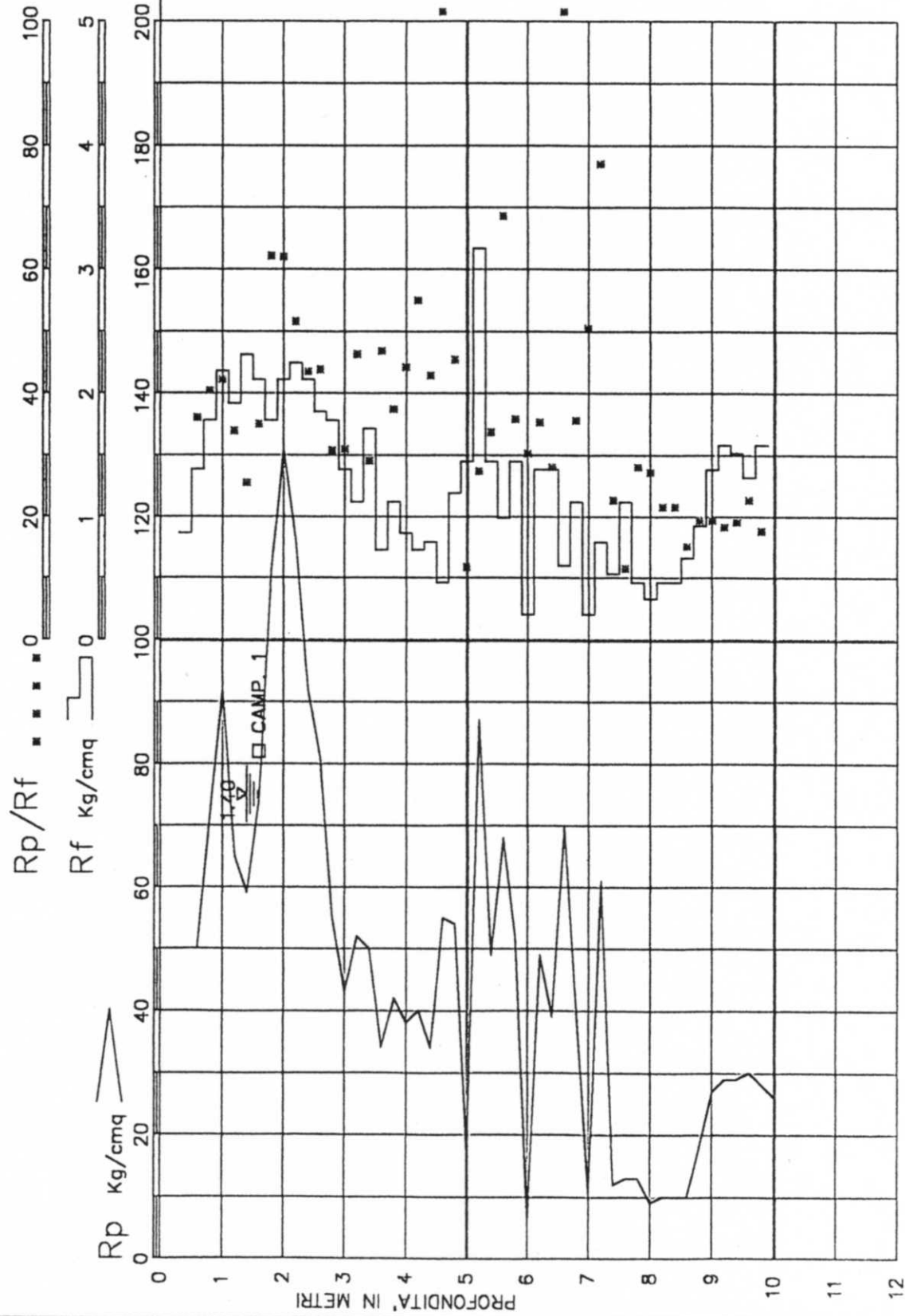
SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI
CONSOLIDAMENTI

RIMINI

PROVA STATICA C.P.T. n. 5

QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : 1.40



SABBIE FOSS.-R.CARB.	
DENSA O CEMENT.	
SABBIA	
SCIOLTA	
LIMI E SABBIE	
SABBIE ARGILL. E LIMI	
ARGILLE SABB. E LIMI	
MOLTO COMP.	
COMPATTA	
MEDIA	
TENERA	
MOLTO TENERA	
ARG. ORG. - TERR. MISTI	

SCHMERTMANN

Committente : Dr. A. MONTANARI
 Cantiere : SPIAGGIA
 Localita' : RICCIONE
 Riferimento : 02467
 PROVA PENETROMETRICA STATICA n.5

prof. m	A	B	Rp Kg/cm ²	Rf Kg/cm ²	Rp/Rf	Rf/Rp
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.00	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00
0.60	49.00	62.00	50.00	1.39	36.08	2.77
0.80	71.00	92.00	72.00	1.78	40.40	2.47
1.00	91.00	118.00	92.00	2.18	42.24	2.37
1.20	64.00	97.00	65.00	1.91	33.96	2.94
1.40	58.00	87.00	59.00	2.31	25.54	3.92
1.60	73.00	108.00	74.00	2.11	35.04	2.85
1.80	110.00	142.00	111.00	1.78	62.29	1.61
2.00	130.00	157.00	131.00	2.11	62.03	1.61
2.20	115.00	147.00	116.00	2.24	51.69	1.93
2.40	91.00	125.00	92.00	2.11	43.56	2.30
2.60	80.00	112.00	81.00	1.85	43.83	2.28
2.80	54.00	82.00	55.00	1.78	30.86	3.24
3.00	42.00	69.00	43.00	1.39	31.02	3.22
3.20	51.00	72.00	52.00	1.12	46.35	2.16
3.40	49.00	66.00	50.00	1.72	29.14	3.43
3.60	33.00	59.00	34.00	0.73	46.83	2.14
3.80	41.00	52.00	42.00	1.12	37.43	2.67
4.00	37.00	54.00	38.00	0.86	44.29	2.26
4.20	39.00	52.00	40.00	0.73	55.10	1.82
4.40	33.00	44.00	34.00	0.79	42.93	2.33
4.60	54.00	66.00	55.00	0.46	119.05	0.84
4.80	53.00	60.00	54.00	1.19	45.45	2.20
5.00	16.00	34.00	17.00	1.45	11.71	8.54
5.20	86.00	108.00	87.00	3.17	27.46	3.64
5.40	48.00	96.00	49.00	1.45	33.75	2.96
5.60	67.00	89.00	68.00	0.99	68.69	1.46
5.80	51.00	66.00	52.00	1.45	35.81	2.79
6.00	5.00	27.00	6.00	0.20	30.30	3.30
6.20	48.00	51.00	49.00	1.39	35.35	2.83
6.40	38.00	59.00	39.00	1.39	28.14	3.55
6.60	69.00	90.00	70.00	0.59	117.85	0.85
6.80	39.00	48.00	40.00	1.12	35.65	2.81
7.00	9.00	26.00	10.00	0.20	50.51	1.98
7.20	60.00	63.00	61.00	0.79	77.02	1.30
7.40	11.00	23.00	12.00	0.53	22.73	4.40
7.60	12.00	20.00	13.00	1.12	11.59	8.63
7.80	12.00	29.00	13.00	0.46	28.14	3.55
8.00	8.00	15.00	9.00	0.33	27.27	3.67
8.20	9.00	14.00	10.00	0.46	21.65	4.62
8.40	9.00	16.00	10.00	0.46	21.65	4.62
8.60	9.00	16.00	10.00	0.66	15.15	6.60
8.80	17.00	27.00	18.00	0.92	19.48	5.13
9.00	26.00	40.00	27.00	1.39	19.48	5.13
9.20	28.00	49.00	29.00	1.58	18.31	5.46
9.40	28.00	52.00	29.00	1.52	19.10	5.23
9.60	29.00	52.00	30.00	1.32	22.73	4.40
9.80	27.00	47.00	28.00	1.58	17.68	5.66
10.00	25.00	49.00	26.00	0.00	0.00	0.00

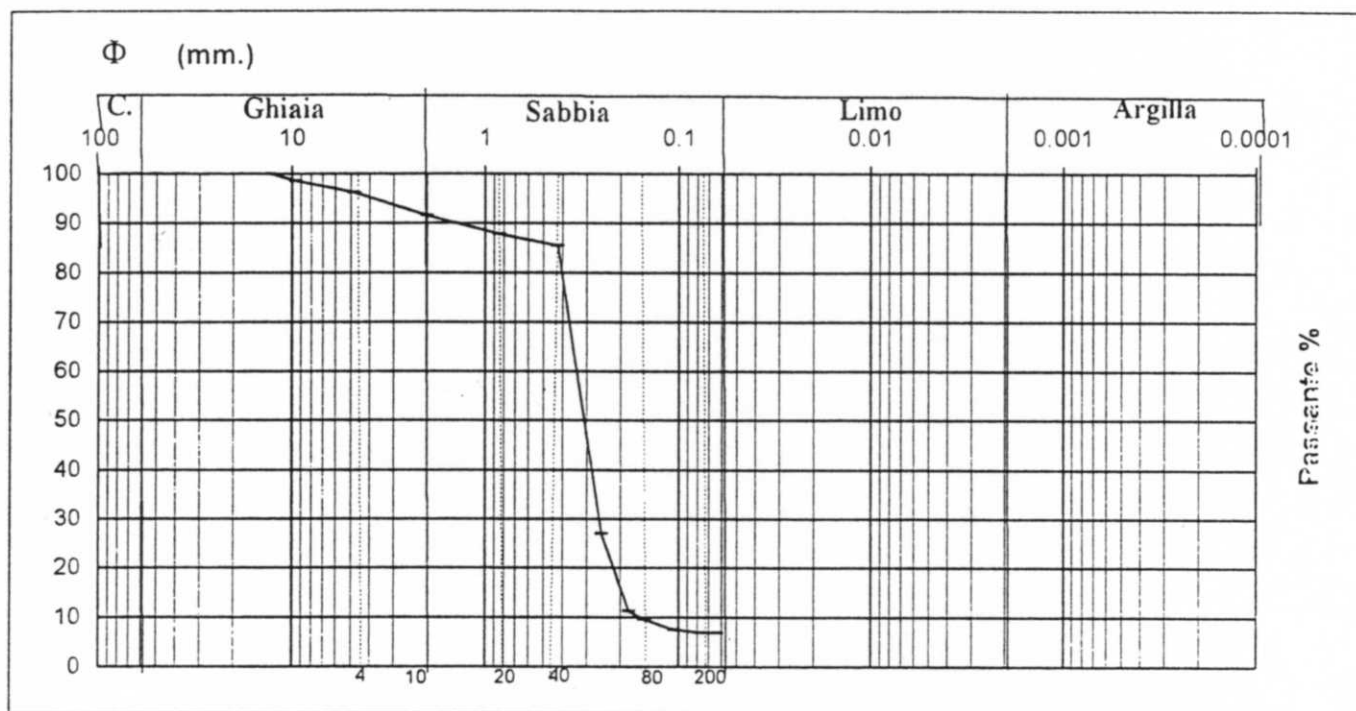
Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT1
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.7 - 1.9
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

☐ VIA SECCA

☒ VIA UMIDA



Descrizione AGI

SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA
DEBOLMENTE GHIAIOSA

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità
(d60/d10) $U = 2.266667$

d10 (mm) 0.15
d15 (mm) 0.19
d60 (mm) 0.34
d85 (mm) 0.4

Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
%	%	%	%	%
0.0	8.4	84.7	6.9	0.0

P. spec. (g/cmc)	P. camp. (g)
0	1000

Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT1
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.7 - 1.9
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA☐ VIA SECCA☐ VIA UMIDA

SET ACCI		P. Trat.	Pass.
ASTM	mm	(g.)	%
3"	76.20	0	100.00
2,5"	64.00	0	100.00
2"	50.80	0	100.00
1,5"	38.20	0	100.00
1"	25.40	0	100.00
3/4"	19.10	0	100.00
0,5"	12.70	0	100.00
3/8"	9.50	14	98.60
4	4.76	38	96.20
10	2.00	84	91.60
20	0.84	122	87.80
40	0.42	145	85.50
60	0.25	730	27.00
80	0.18	887	11.30
100	0.15	904	9.60
140	0.11	925	7.50
200	0.07	931	6.90
230	0.06	932	6.80

Note

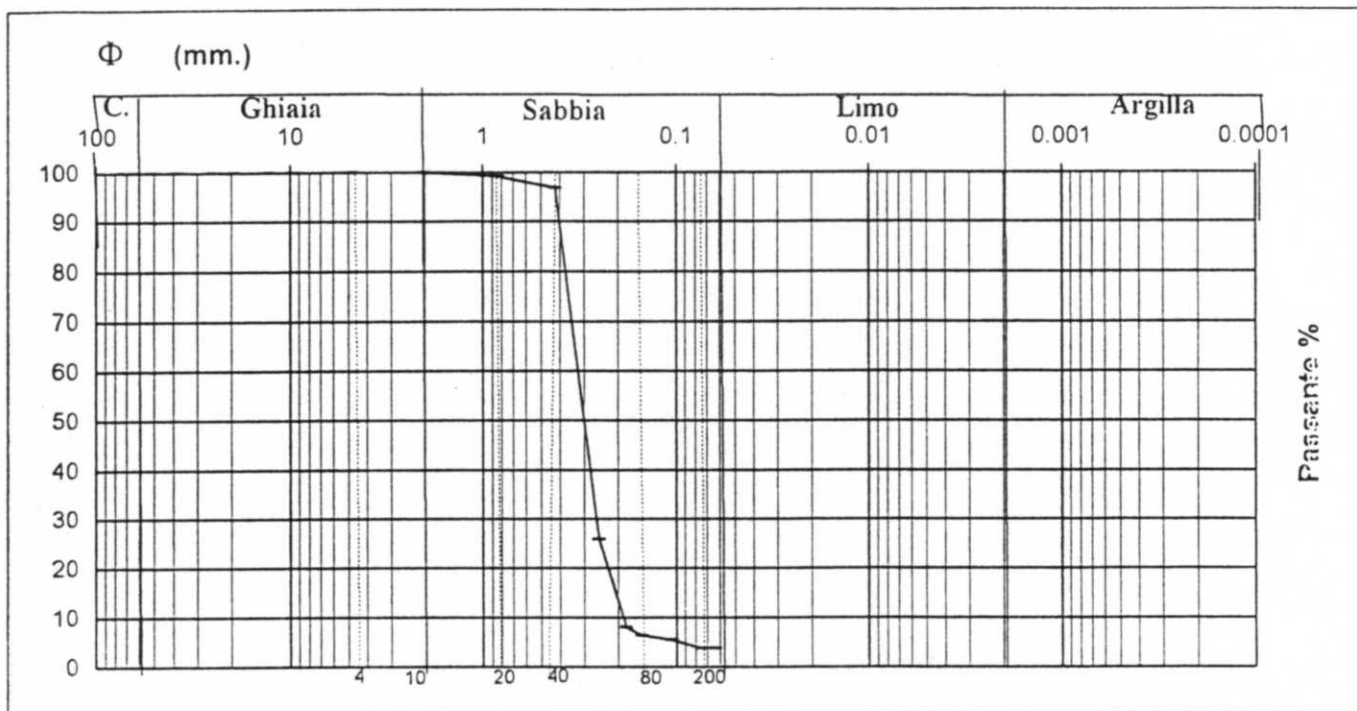
Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT 2
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.5 - 1.7
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

☐ VIA SECCA

☒ VIA UMIDA



Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT 2
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.5 - 1.7
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA☐ VIA SECCA☐ VIA UMIDA

SET ACCI		P. Trat.	Pass.
ASTM	mm	(g.)	%
3"	76.20	0	100.00
2,5"	64.00	0	100.00
2"	50.80	0	100.00
1,5"	38.20	0	100.00
1"	25.40	0	100.00
3/4"	19.10	0	100.00
0,5"	12.70	0	100.00
3/8"	9.50	0	100.00
4	4.76	0	100.00
10	2.00	0	100.00
20	0.84	8	99.20
40	0.42	31	96.90
60	0.25	741	25.90
80	0.18	920	8.00
100	0.15	937	6.30
140	0.11	946	5.40
200	0.07	962	3.80
230	0.06	963	3.70

Note

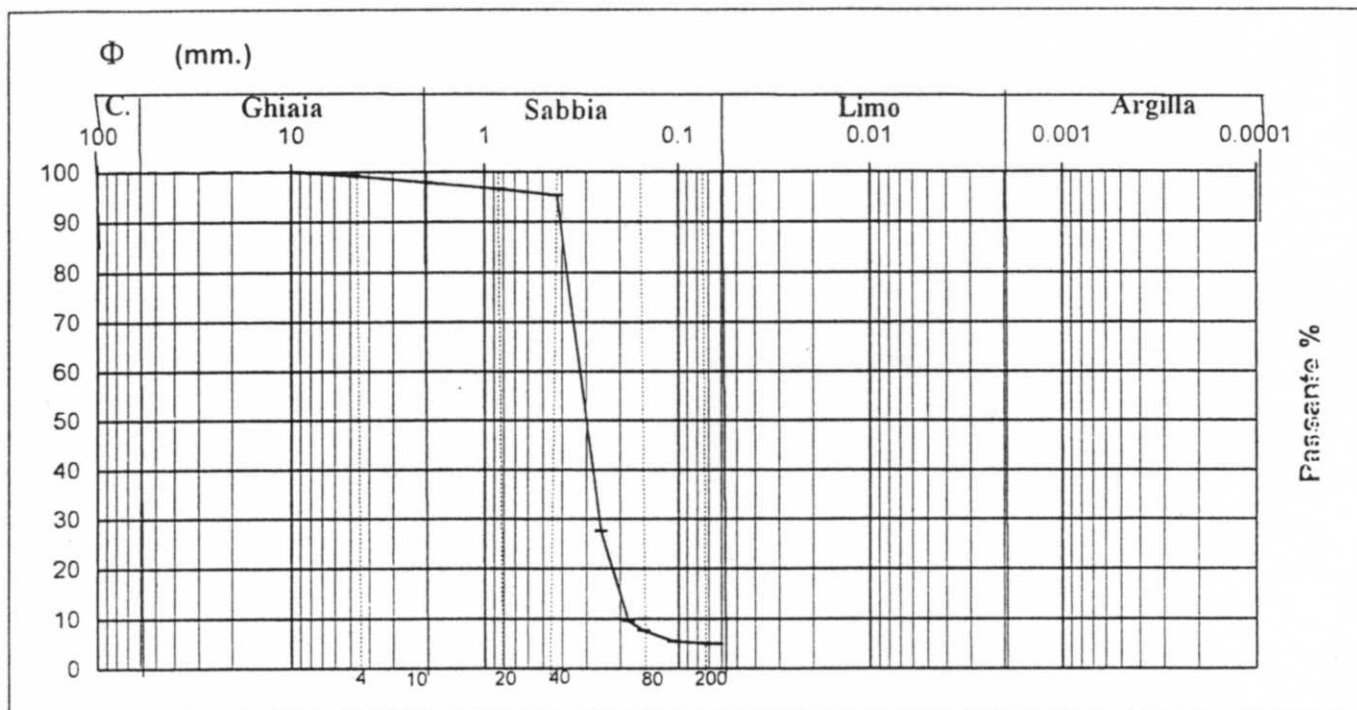
Committente **Dr. MONTANARI**
 Cantiere **SPIAGGIA**
 Località **RICCIONE**
 Data **DIC. 2002**

Sondaggio n° **CPT 3**
 Campione n° **1**
 Prof. (m.) **1.5 - 1.7**
 Riferimento **2467**

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

☐ VIA SECCA

☒ VIA UMIDA



Descrizione AGI
SABBIA

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità
 (d60/d10) **U = 1.722222**

d10 (mm) **0.18**
 d15 (mm) **0.2**
 d60 (mm) **0.31**
 d85 (mm) **0.39**

Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
%	%	%	%	%
0.0	2.1	92.9	5.0	0.0

P. spec. (g/cmc)	P. camp. (g)
0	1000

Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT 3
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.5 - 1.7
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA☐ VIA SECCA☐ VIA UMIDA

SET ACCI		P. Trat.	Pass.
ASTM	mm	(g.)	%
3"	76.20	0	100.00
2,5"	64.00	0	100.00
2"	50.80	0	100.00
1,5"	38.20	0	100.00
1"	25.40	0	100.00
3/4"	19.10	0	100.00
0,5"	12.70	0	100.00
3/8"	9.50	0	100.00
4	4.76	8	99.20
10	2.00	21	97.90
20	0.84	34	96.60
40	0.42	46	95.40
60	0.25	725	27.50
80	0.18	904	9.60
100	0.15	924	7.60
140	0.11	946	5.40
200	0.07	950	5.00
230	0.06	951	4.90

Note

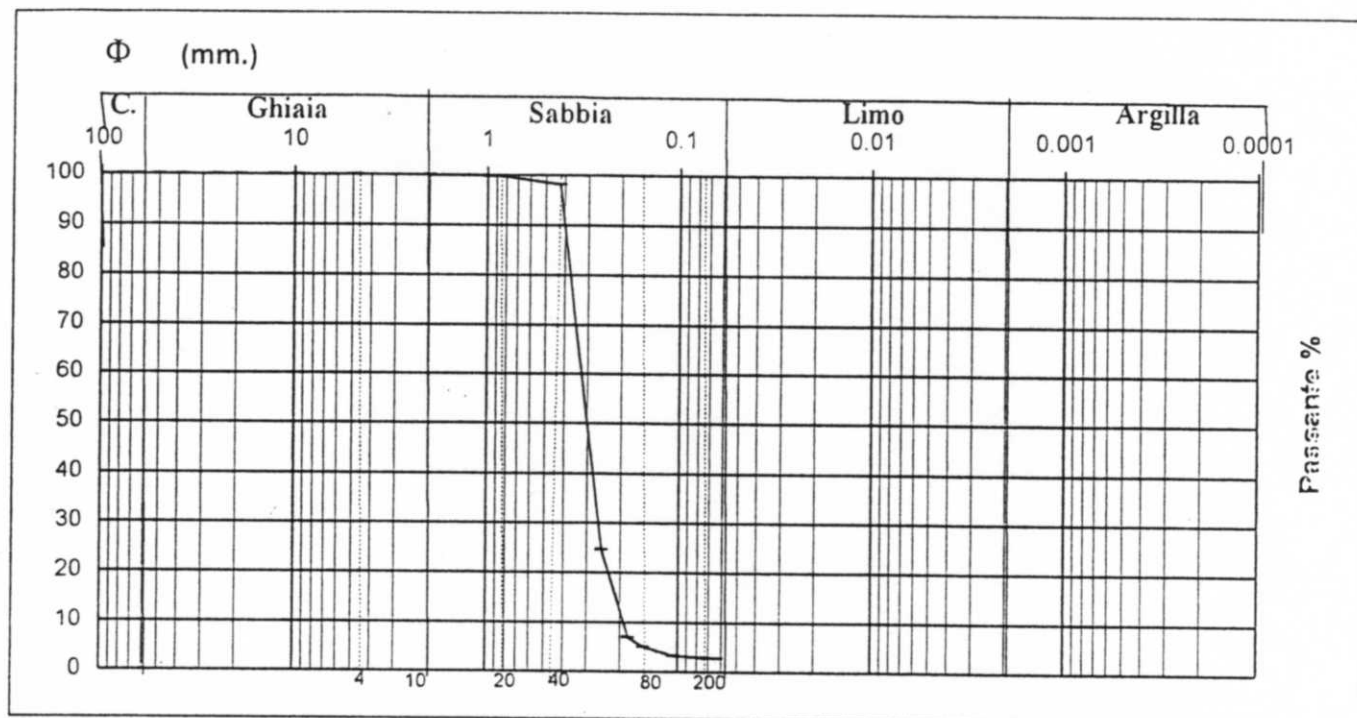
Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT 4
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.5 - 1.7
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

☐ VIA SECCA

☒ VIA UMIDA



Descrizione AGI
SABBIA

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità
(d₆₀/d₁₀) U = 1.684211

d₁₀ (mm) 0.19
d₁₅ (mm) 0.21
d₆₀ (mm) 0.32
d₈₅ (mm) 0.38

Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
%	%	%	%	%
0.0	0.0	97.2	2.8	0.0

P. spec. (g/cmc)	P. camp. (g)
0	1000

Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT 4
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.5 - 1.7
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA☐ VIA SECCA☐ VIA UMIDA

SET ACCI		P. Trat.	Pass.
ASTM	mm	(g.)	%
3"	76.20	0	100.00
2,5"	64.00	0	100.00
2"	50.80	0	100.00
1,5"	38.20	0	100.00
1"	25.40	0	100.00
3/4"	19.10	0	100.00
0,5"	12.70	0	100.00
3/8"	9.50	0	100.00
4	4.76	0	100.00
10	2.00	0	100.00
20	0.84	2	99.80
40	0.42	18	98.20
60	0.25	753	24.70
80	0.18	930	7.00
100	0.15	950	5.00
140	0.11	968	3.20
200	0.07	972	2.80
230	0.06	973	2.70

Note

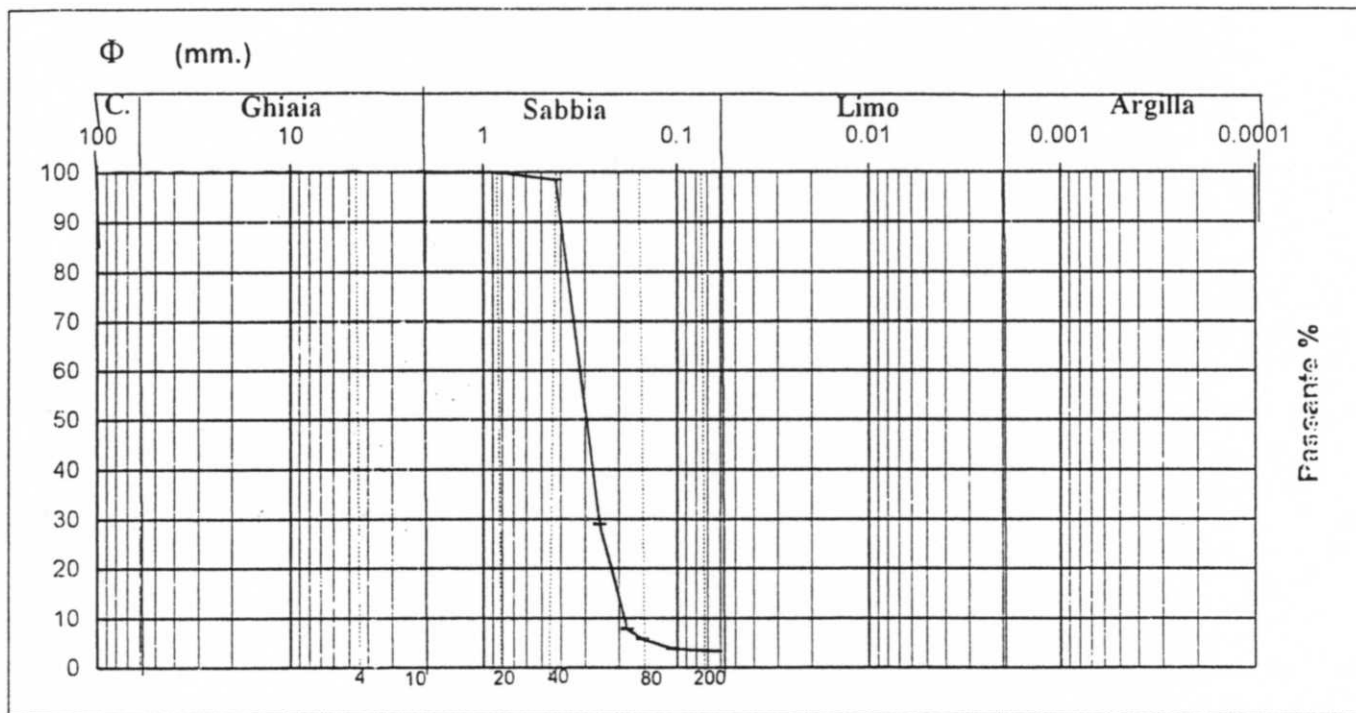
Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT 5
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.5 - 1.7
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

☐ VIA SECCA

☒ VIA UMIDA



Descrizione AGI
SABBIA

Classificazione UNI-CNR 10006

Coefficiente di uniformità
(d60/d10) $U = 1.722222$

d10 (mm) 0.18
d15 (mm) 0.2
d60 (mm) 0.31
d85 (mm) 0.38

Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
%	%	%	%	%
0.0	0.0	96.7	3.3	0.0

P. spec. (g/cmc)	P. camp. (g)
0	1000

Committente Dr. MONTANARI
Cantiere SPIAGGIA
Località RICCIONE
Data DIC. 2002

Sondaggio n° CPT 5
Campione n° 1
Prof. (m.) 1.5 - 1.7
Riferimento 2467

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA☐ VIA SECCA☐ VIA UMIDA

SET ACCI		P. Trat.	Pass.
ASTM	mm	(g.)	%
3"	76.20	0	100.00
2,5"	64.00	0	100.00
2"	50.80	0	100.00
1,5"	38.20	0	100.00
1"	25.40	0	100.00
3/4"	19.10	0	100.00
0,5"	12.70	0	100.00
3/8"	9.50	0	100.00
4	4.76	0	100.00
10	2.00	0	100.00
20	0.84	1	99.90
40	0.42	15	98.50
60	0.25	710	29.00
80	0.18	923	7.70
100	0.15	943	5.70
140	0.11	962	3.80
200	0.07	967	3.30
230	0.06	968	3.20

Note