



PROVINCIA DI FERMO
SERVIZIO GENIO CIVILE E PROTEZIONE CIVILE



COMUNE DI RAPAGNANO

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "DON BOSCO" IN ZONA S. TIBURZIO A RAPAGNANO (FM)

1° STRALCIO

CUP: B87B12000020002

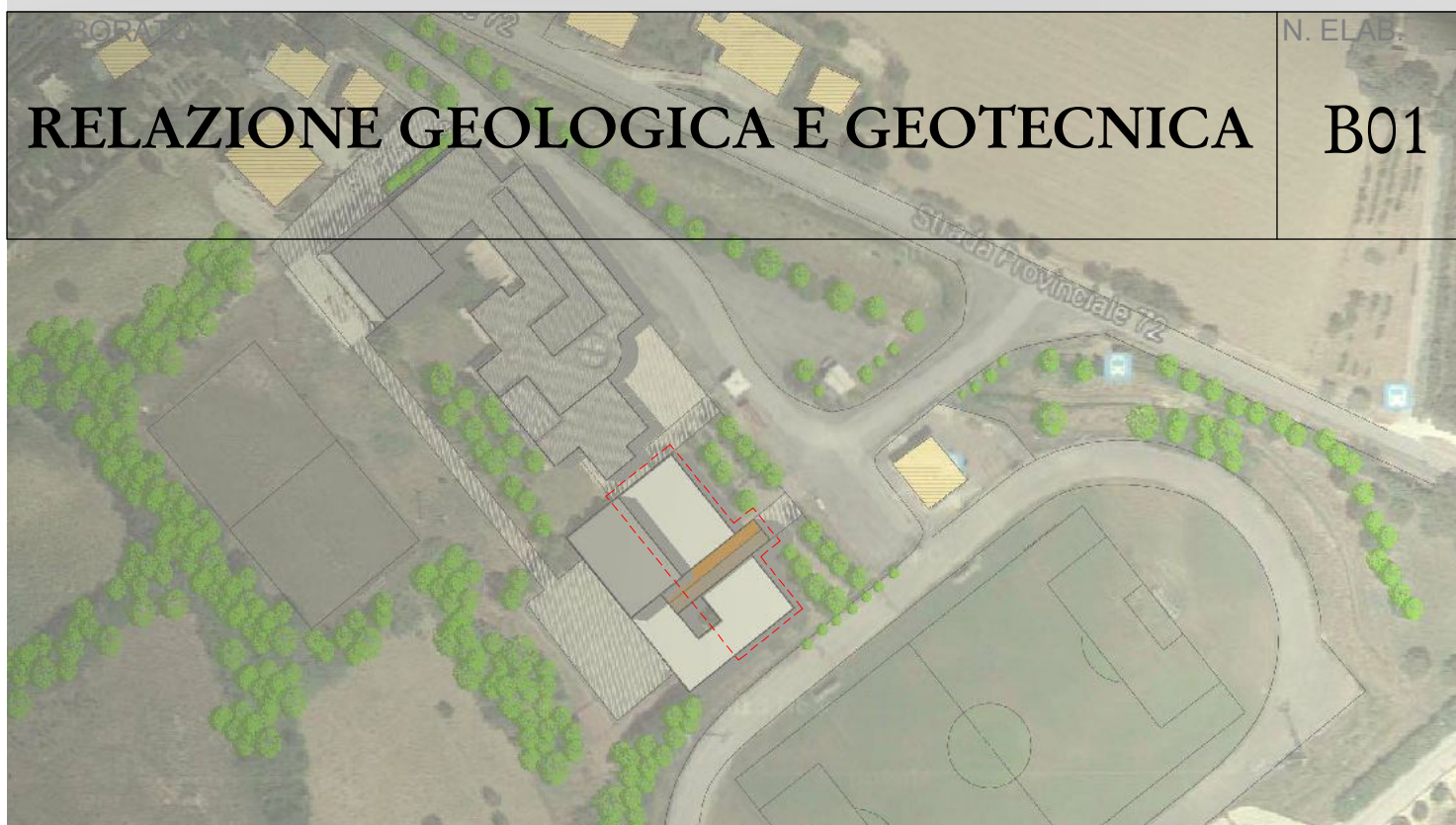
CONVENZIONE DI AVVALIMENTO n. 1019 del 18/03/2015 TRA IL COMUNE DI RAPAGNANO ED IL GENIO CIVILE DI FERMO
PER LE ATTIVITÀ DI RUP, DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA, DI DIREZIONE LAVORI, DI APPALTO E DI COLLAUDO

IMPORTO PROGETTO €. 400.000,00

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

N. ELAB.
B01



PROGETTISTI

Ing. Roberto Laiolo
Ing. Giuseppe Laureti
Ing. Marco Trovarelli
Arch. Maria Rita Spaziani
Geom. Simone Albertini
Geom. Andrea Ciccolini



INGEGNERE CAPO
(Stefano Babini)

DATA

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
IL DIRIGENTE Ing. Stefano BABINI

Dott. Geol.
EUGENIO PISTOLESI
via San Severino, 1
63025 Rapagnano (AP)

Dott.^{ssa} Geol.
SILVIA PAGGI
Piazza Vittoria, 18
62025 Fiuminata (MC)

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO

Via S. Severino, 1 63025 RAPAGNANO (AP)
0734/510669 - 335/5912909 - 368/3766379
e-mail geotokos@libero.it
Part. IVA 01678800440

PROVINCIA di ASCOLI PICENO
Settore GENIO CIVILE

ACQUISITO ALLA ATTI AL GENIO DELLA LEGGE
REGIONALE DELLO SCOLASTICO

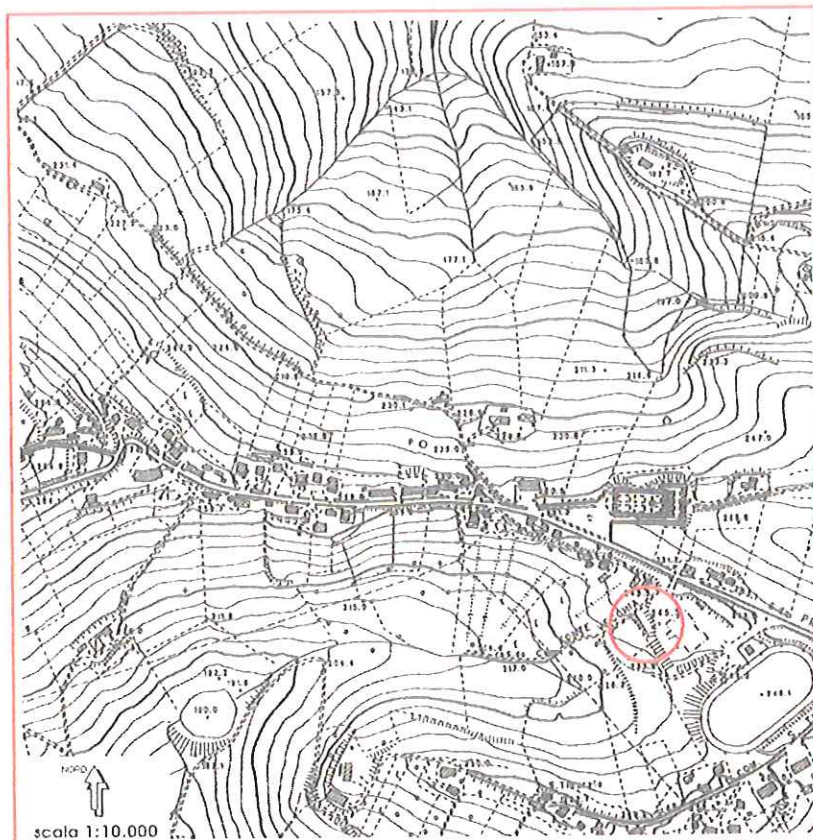
Oggetto: INDAGINE GEOLOGICA e GEOTECNICA PER
PROGETTO DI COMPLETAMENTO EDIFICIO SCOLASTICO
SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE
"REALIZZAZIONE PICCOLA PALESTRA
APERTA ANCHE ALL'USO DELLA COLLETTIVITA"

13 MAG. 2002

0776-19254

Elaborato: RELAZIONE ESPLICATIVA ED ELABORATI GRAFICI

Comm.: COMUNE DI RAPAGNANO



Provincia: ASCOLI PICENO
Comune: RAPAGNANO

Località: SAN TIBURZIO

Data: 11 maggio 2002

Il Responsabile
Dott. Geol. Eugenio Pistolesi



INDICE

1. INTRODUZIONE	pag. 2
1.1 Inquadramento geografico	pag. 2
1.2 Metodologia d'indagine	pag. 2
2. GEOLOGIA	pag. 4
2.1 Inquadramento geologico-strutturale	pag. 4
2.2 Successione stratigrafica locale	pag. 4
3. GEOMORFOLOGIA	pag. 5
3.1 Stabilità dell'area	pag. 5
4. IDROLOGIA ed IDROGEOLOGIA	pag. 5
5. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE	pag. 6
6. SINTESI e CONCLUSIONI	pag. 8
6.1 Capacità portante	pag. 8
6.2 Cedimenti	pag. 9
6.3 Coefficiente di reazione laterale	pag. 9
6.4 Coefficiente di fondazione	pag. 9

ALLEGATI

- Fig. 1 – Corografia (scala 1:25.000)
Fig. 2a – Carta geologica (scala 1:5.000)
Fig. 2b – Sezione geologica (scala 1:5.000)
Fig. 3 – Stralcio P.R.G. Comune di Rapagnano (scala 1:5.000)
Fig. 4 – Planimetria (scala 1:500)
Fig. 5 – Sezioni (scala 1:200)
Fig. 6 – Verifica stabilità (scala 1:5.000)
Fig. 7 – Documentazione fotografica

Stratigrafia sondaggi eseguiti

Tabella 1 – Esempi di calcolo della capacità portante

Prove di laboratorio reperite

Stratigrafie sondaggi reperiti

1. INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono esposti i risultati relativi ad un'indagine geologica e geotecnica eseguita per la "Realizzazione di una piccola palestra aperta anche all'uso della collettività" nell'ambito del progetto di completamento dell'edificio scolastico scuola materna ed elementare del Comune di Rapagnano (AP).

Committente: Comune di Rapagnano

Località: San Tiburzio

1.1 Inquadramento geografico

L'area in esame ricade:

- nel quadrante III del Foglio 125 Fermo della Carta Topografica Regionale (scala 1:25.000);
- nell'Ortofotocarta Regionale del Foglio 314 sezione n. 314040 (scala 1:10.000);
- ed è caratterizzata, in corrispondenza del punto medio, dalle coordinate geografiche di 43° 09' 36'' di latitudine e 13° 36' 22'' di longitudine e da una quota relativa al livello del mare di circa 240 mt. (fig. 1).

1.2 Metodologia d'indagine

Per tale studio, svolto in ottemperanza al D.M. LL.PP. 11.03.1988 e successive integrazioni, sono state eseguite le seguenti indagini.

- Sopralluoghi preliminari.
- Reperimento dei dati significativi esistenti (alcuni dei quali sono riportati come dati reperiti):
 - dati geognostici e prove di laboratorio derivanti da indagini geologiche eseguite da me medesimo per progetti ricadenti in adiacenza all'area su incarico dell'Amministrazione Comunale di Rapagnano (consolidamento scarpate strada provinciale) e di committenti privati (realizzazione edifici);
 - gli esiti di sondaggi geognostici seguiti dalla Dott.^{ssa} Geol. Rina Laura Ferretti per l'esecuzione dell'edificio scolastico esistente (1988);
 - gli esiti dell'indagine geologica per il P.R.G. del Comune di Rapagnano,

redatta dal Dott. Geol. Andrea Paoletti.

- Rilevamento geologico al fine della localizzazione del lotto nel contesto geologico generale dell'area; rilevamento geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio dell'area oggetto di studio e delle zone di influenza adiacenti, per l'inquadramento delle eventuali problematiche geomorfologiche ed idrogeologiche presenti; da tali indagini è stata prodotta la carta di fig. 2, restituita graficamente in scala 1:5.000.

- Indagini dirette sul sito, attraverso l'esecuzione di due sondaggi geognostici (fig. 4 e foto 2 e 3) tramite escavatore meccanico spinti rispettivamente fino a 3,0 m e 3,3 m di profondità dall'attuale piano campagna; profondità queste di fine sondaggio per il raggiungimento del substrato;

- Indagini dirette sul sito, attraverso l'analisi del substrato (foto 1) affiorante in una scarpata presente subito a valle della palestra in progetto.

Le sovra esposte indagini, opportunamente interpretate, hanno permesso di definire la successione stratigrafica locale e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni presenti e di produrre elaborati grafici e calcoli geotecnici determinanti ai fini di questo studio.

2. GEOLOGIA

2.1 Inquadramento geologico-strutturale

Il substrato che caratterizza l'area su cui insisterà il fabbricato è costituito da un'associazione *pelitico-arenacea* posta poco sotto al passaggio con una soprastante (figg. 2a e 2b) *associazione arenaceo-pelitica*; queste, appartenenti alla successione *plio-pleistocenica* del Bacino Marchigiano Esterno, immergono a nord-est di circa 02°-05°. Belle esposizioni si rinvennero sulla scarpata adiacente alla palestra da realizzare (foto 1 e fig. 4).

A valle dell'area, al di sopra del substrato, poggiano depositi colluviali quaternari costituiti prevalentemente da terreni di fine granulometria (fig. 2a).

2.2 Successione stratigrafica locale

Come verificato tramite la campagna geognostica e geologica, nel lotto d'indagine rispetto alla quota 0,0 m di fig. 4 (piano terra), al di sotto di un modesto spessore di riporto, è presente direttamente il substrato (cfr. fig. 5), costituito da un'associazione *pelitico-arenacea*.

SUBSTRATO ALTERATO: (fino a 2-2,8 m di profondità)	—————>	A) Associazione <i>pelitico-arenacea</i> : prevalenti strati argillosi e subordinati strati sabbiosi, con numerose fratture sub-verticali
SUBSTRATO INTEGRO (al di sotto di 2-2,8 m):	—————>	B) Associazione <i>pelitico-arenacea</i> : prevalenti strati argillosi e subordinati strati sabbiosi

A) Associazione *pelitico-arenacea* alterata

E' costituita prevalentemente da **argille siltose con componente marnosa**, grigie e nocciola, in strati sottili (3-10 cm) e medi (10-30 cm), laminate; queste sono alterate per circa 2 m in spessore da una frequente fratturazione sub-verticale orientata con direzione N060°E e sede di infiltrazione delle acque e di radici.

Alternati a detti strati di argille, sono presenti strati sottili di sabbie, da sciolte a debolmente cementate.

Il rapporto argilla/sabbia è superiore all'unità.

B) Associazione *pelitico-arenacea* integra

Presenta le stesse caratteristiche litologiche di cui sopra, con prevalenti strati di argille e subordinati strati sabbiosi, ma diminuisce notevolmente la frequenza di fratturazione.

3. GEOMORFOLOGIA

L'area in oggetto è ubicata in sul versante esposto a sud-ovest di una struttura collinare che, con andamento circa E-W, si congiunge più a nord-ovest con la collina di Rapagnano (314 mt. s.l.m.). La zona di crinale costituisce uno spartiacque morfologico: il versante esposto a nord infatti è inciso dal F.so di Rio, affluente del F. Ete Morto, mentre il versante esposto a sud (su cui insisterà la palestra da realizzare) costituisce una porzione del bacino idrografico del F.so Sinibaldi, affluente di sinistra del F. Tenna (fig. 1).

La palestra da realizzare trova ubicazione su una superficie topografica sub-orizzontale; verso valle dopo circa 6 m è presente una scarpata alta circa 6 m e pendente circa 26°, di origine antropica; ancora verso valle dopo il campo sportivo il versante degrada con una pendenza media di circa 5°.

La litologia e l'assetto strutturale del substrato hanno condizionato l'evoluzione geomorfologica dell'area: il rilievo più accentuato in corrispondenza del centro storico di Rapagnano e del Civico Cimitero e la morfologia più blanda del resto dell'area rappresentano il risultato di un'erosione selettiva più efficace in corrispondenza dei litotipi pelitici (meno resistenti all'erosione).

3.1 Stabilità dell'area

In corrispondenza del lotto in oggetto sono assenti fenomeni franosi; d'altra parte il fabbricato esistente e quelli adiacenti non mostrano deformazioni o fessurazioni associabili a simili dissesti.

Sono comunque state eseguite verifiche di stabilità (fig. 6) per ottenere un'idea di quanto il sistema si discosta dalla configurazione di equilibrio limite. Le verifiche sono state eseguite:

- per un pendio definito adottando il metodo di BISHOP modificato¹;
- con l'ipotetica zona di scorrimento in corrispondenza del substrato alterato;

¹ Secondo l'Autore, operando una suddivisione dell'ipotetico corpo di frana in conci si ha:

$$F_s = \frac{\sum [C dx + (W - U dx) \tan \phi]}{\sum W \sin \alpha} \cdot \frac{1}{M(\alpha)}$$

con:

$$M(\alpha) = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F_s} \right)$$

con: F_s = fattore di sicurezza; α = angolo tra la superficie del singolo concio e l'orizzontale; C = coesione; ϕ = angolo di attrito interno del terreno; l = lunghezza della singola superficie di scivolamento; W = peso del singolo concio; U = peso complessivo dell'acqua nel concio; dx = lunghezza sull'orizzontale del concio.

- nelle condizioni a lungo termine ed in assenza di falda idrica;
- in condizioni sia statiche che sismiche (in conformità alla Legge 2/2/1974 n.64, e considerando un coefficiente di intensità sismica $C = S-2/100 = 0,07$).

Risultano potenziali superfici critiche a valle dell'area (fig. 6) con valore minimo del coefficiente di stabilità:

- in condizioni statiche $F_s = 1,764$;
- in condizioni dinamiche $F_s = 1,522$.

Risultano pertanto nella situazione attuale condizioni di sicurezza.

4. IDROLOGIA ed IDROGEOLOGIA

In relazione all'idrografia, l'area in esame non è attraversata da vie preferenziali di scorrimento delle acque.

In riferimento alle acque sotterranee, durante il corso della campagna geognostica non sono state rinvenute manifestazioni idriche di alcun genere.

Non si esclude comunque che possano essere presenti percolazioni idriche localizzate al passaggio fra strati con coefficiente di permeabilità sensibilmente differente (sabbie-argille) ed alimentate dalle acque meteoriche che si infiltrano nel sottosuolo.

5. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

I valori delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, sono stati stimati in base ai risultati di prove di laboratorio eseguite in data maggio 1999 per l'Amministrazione Comunale di Rapagnano, su campioni prelevati nel corso di sondaggi eseguiti per un'indagine sita nelle vicinanze del luogo d'interesse. Sono inoltre state effettuate ulteriori correlazioni con prove eseguite su campioni comparabili.

Il **substrato** (associazione pelitico-arenacea) è costituito da un'alternanza di prevalenti strati pelitici e di subordinati strati sabbiosi; pertanto ai fini dei calcoli verranno considerati i valori delle proprietà geotecniche dei primi che risultano determinanti per il comportamento meccanico a deformazione e rottura.

I litotipi **pelitici** sono sovraconsolidati, molto consistenti, rientrano nel campo delle argille a bassa plasticità nella carta di plasticità di CASAGRANDE

Inoltre si distingue la porzione alterata (circa 2 m di spessore) da quella integra sottostante.

A) Substrato alterato:

γ (peso volume)	=	2,0 t/mc
Cu (coesione non drenata)	=	1,5-2,0 Kg/cm ²

Occorre sottolineare che gli strati pelitici alterati e fratturati per almeno 2 m per allentamento dello stato tensionale sono suscettibili stagionalmente, per influenza delle acque, a rigonfiamento e ritiro e nel complesso ad un peggioramento delle proprietà meccaniche in presenza di acqua.

B) Substrato integro:

γ (peso volume)	=	2,0-2,05 t/mc
Cu (coesione non drenata)	=	>2,3 Kg/cm ²
C' (coesione in cond. drenate)	=	0,14 Kg/cm ²
ϕ' (angolo di attrito in cond. drenate)	=	27°
Ed (modulo edometrico)	=	130-180 Kg/cm ²

6. SINTESI e CONCLUSIONI

Stratigrafia

Come rappresentato nelle sezioni geologiche di fig. 5 la base d'imposta dell'edificio, in base alla situazione di progetto, andrà a poggiare pressoché interamente sulla porzione alterata del substrato pelitico-arenaceo.

Questa porzione alterata e fratturata per allentamento dello stato tensionale e presente fino circa 2-2,8 m di profondità rispetto al piano terra del fabbricato, è suscettibile stagionalmente, per influenza delle acque, a rigonfiamento e ritiro e nel complesso ad un peggioramento delle proprietà meccaniche in presenza di acqua.

Al di sotto è presente il substrato integro.

Acque

Non sono presenti manifestazioni idriche superficiali e profonde, non escludendo la possibilità di percolazioni idriche localizzate al passaggio fra gli strati pelitici e sabbiosi nei periodi più piovosi.

Stabilità

Non sono presenti problemi di stabilità, la scarpata antropica presente subito a valle risulta, dalle verifiche effettuate, in condizioni di stabilità.

Opere di fondazione

Si ritiene opportuno trasmettere i carichi di elevazione attraverso l'esecuzione di **pali trivellati**, che dovranno essere impostati per almeno 3-5 diametri all'interno del **substrato integro (B)**, oltrepassando la porzione alterata dello stesso (A).

6.1 Capacità portante (esempio di calcolo)

A titolo di esempio la capacità portante statica di un palo è stata calcolata utilizzando la soluzione di BRINCH-HANSEN (1970) per il contributo della capacità portante ultima di punta e con il metodo α proposto da TOMLISON (1971) per il contributo della portanza laterale (tabella 1).

Nei calcoli sono stati considerati parametri cautelativi:

- è stata considerata la coesione ridotta per la portanza laterale e una coesione non drenata pari a $2,5 \text{ Kg/cm}^2$ per la portanza alla punta nel substrato integro;
- il coefficiente di sicurezza è stato posto a 2,5.

Per un palo di diametro $D = 0,6$ m, di lunghezza $L = 10$ m, intestato sul substrato integro (litotipo B) scaturisce una capacità portante ammissibile, pari a $Q_{amm} = 89,0$ t. In allegato (tabella 1) sono riportati vari esempi per diversi diametri e profondità.

6.2 Cedimenti

Trasmettendo i carichi di elevazione omogeneamente in profondità attraverso pali, i cedimenti possono ritenersi trascurabili.

6.3 Coefficiente di reazione trasversale K_h

Per il calcolo della stabilità dei pali soggetti ad azioni trasversali applicate in testa, si può adottare il procedimento della trave su suolo elastico ideale e quindi il terreno ideale del "dominio di WINKLER" e la relazione di proporzionalità tra una pressione fittizia "p" in un punto del terreno ed un corrispondente cedimento "y" ($p=K_h y$).

Il coefficiente di reazione laterale " K_h " è stato calcolato attraverso l'equazione di CHIARUGI E MAIA, per un palo di diametro di 0,6 m (tabella 1).

6.4 Coefficiente di fondazione

Poiché il progetto in esame rientra nell'ambito di interventi di edilizia ordinaria, le disposizioni della Deliberazione della G.R. n. 1977 PR/LPU del 02/08/1999 non sono vincolanti (All. 1 – Cap. 4. Disposizioni generali – Punto c della D.G.R. n. 1977).

Viene pertanto definito il valore del coefficiente di fondazione, in riferimento al D.M. LL. PP. del 16/01/1996, per il quale si dovrà adottare " $\epsilon=1,0$ ".

11 maggio '02

IL GEOLOGO
Dott. Eugenio Pistolesi



Fig. 1 COROGRAFIA

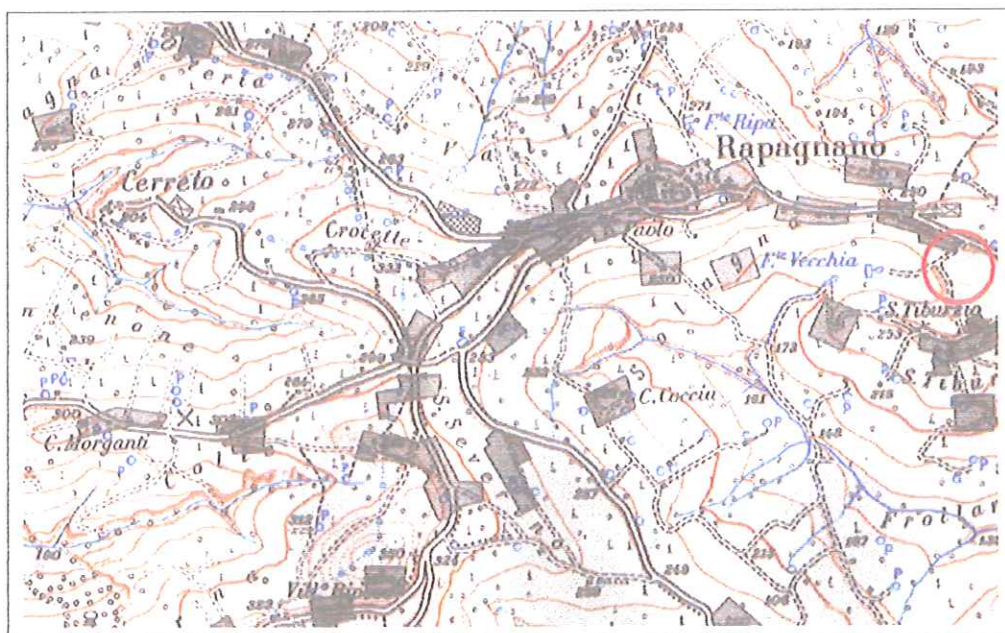
CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE
FOGLIO 1:100.000 - 125 FERMO
QUADRANTE 125 III

NORD



scala 1:25.000

Comune: Rapagnano
Provincia: Ascoli Piceno

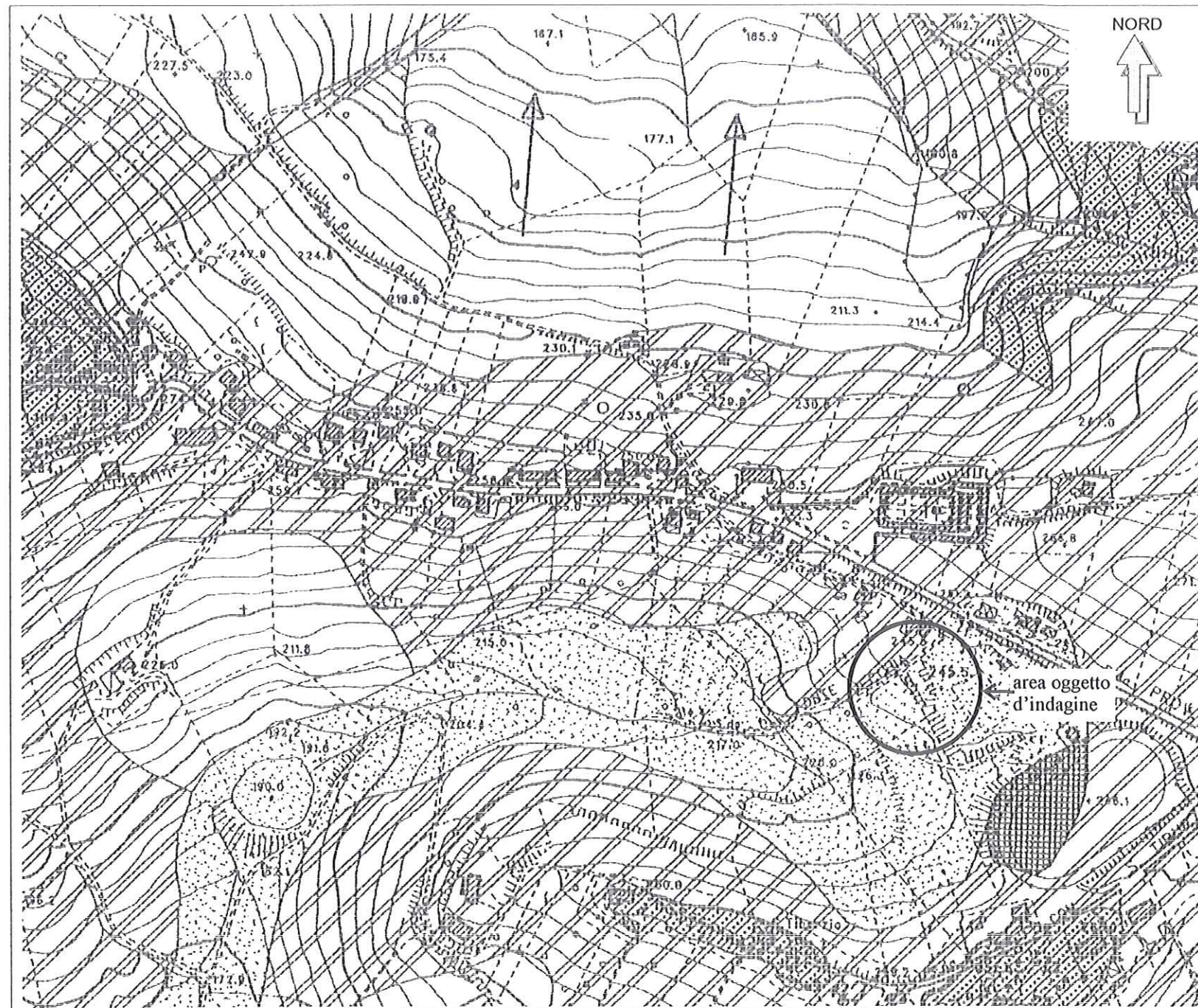


area d'indagine



Fig. 2 Stralcio
carta litologico-tecnica PRG
scala 1:5.000




Stralcio carta litologico-tecnica PRG comune di Rapagnano



LEGENDA

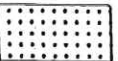

ASSOCIAZIONI SEDIMENTALI MARINE

C) Successioni conglomeratico-sabbioso-argillose


-  C) ARGILLE marnose prevalenti, stratificate a frequenti livelli sabbiosi sottili (Associazioni Pelitico-Arenacea)
-  C) SABBIE leggermente prevalenti, stratificate a livelli di argille marnose: basso rapporto sabbia/argilla (Associazione Arenaceo-Pelitico)
-  C) SABBIE ed arenarie stratificate con rarissimi livelli intercalati (Associazione Arenacea)

DEPOSITI DETRITICO-COLLUVIALI




D) Sedimenti a grana grossa

-  D2) MATERIALI "COESIVI" dotati di legante "argilloso-limoso" Ghiaie prevalenti con matrice e/o intercalazioni limoso-sabbiose (E2) o argillose (F1) (Deposito di Conoide Alluvionale)
-  D2) MATERIALI "COESIVI" dotati di legante "argilloso-limoso" Ghiaie prevalenti con matrice e/o intercalazioni limoso-sabbiose (E2) o argillose (F1) (Deposito detritico-colluviali delle Alluvioni Terrazz.)

F) Sedimenti a grana fine o finissima

-  F1) LIMI ARGILLOSI ED ARGILLE PREVALENTI anche con limi-sabbiosi (E2) (Depositi Colluviali)

DEPOSITI INTERESSATI DA FENOMENI GRAVITATIVI

-  F1) LIMI ED ARGILLE PREVALENTI con limi-sabbiosi (E2) (Frana attiva)
-  F2) LIMI ED ARGILLE PREVALENTI con limi-sabbiosi (E2) (Frane quiescenti e inattive)
-  F1) LIMI ED ARGILLE PREVALENTI con limi-sabbiosi (E2) (Deformazioni plastiche)

Carta geologica

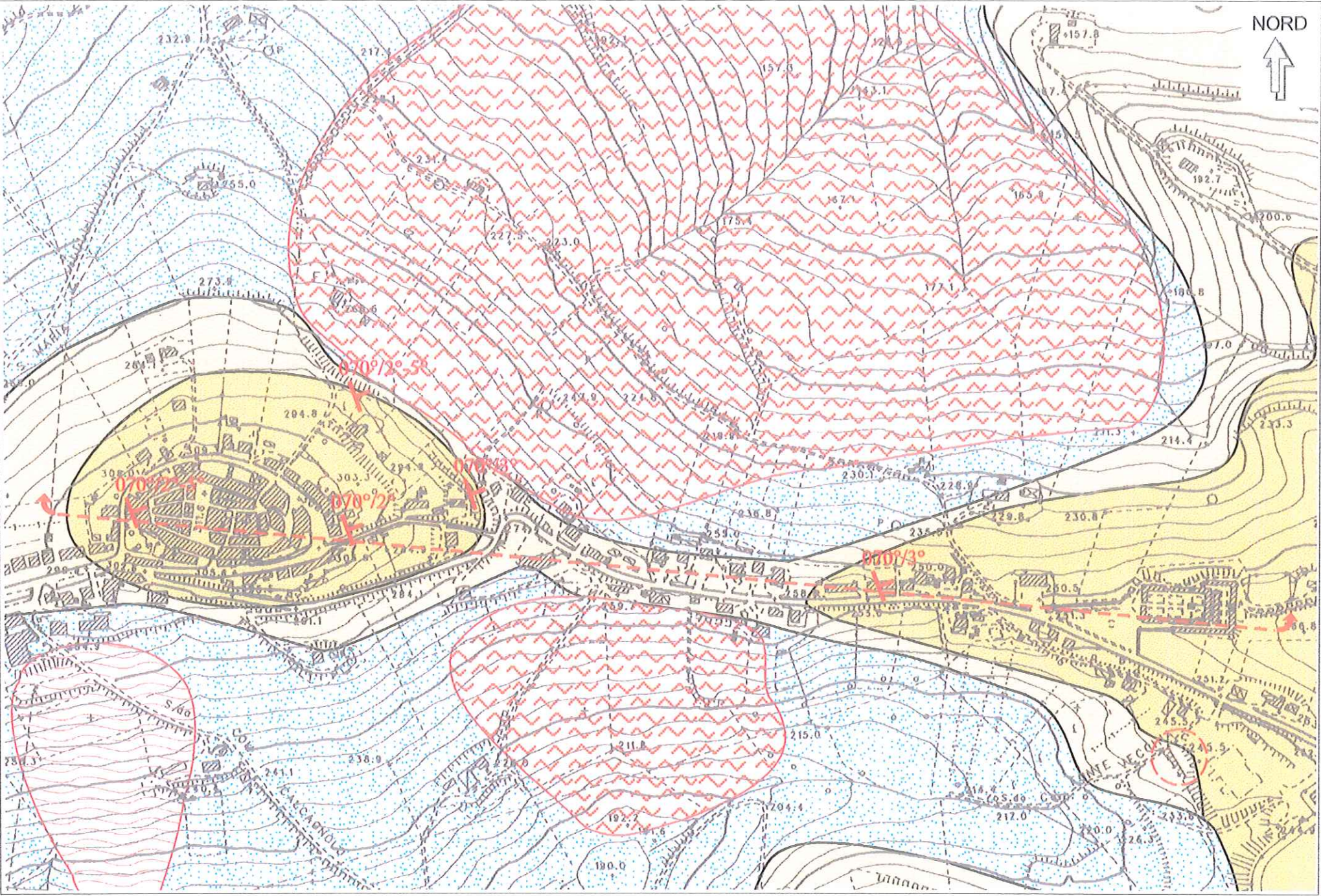


Fig. 3a Carta geologica
Fig. 3b Sezione geologica
scala 1:5.000

LEGENDA

- Coltre colluviale (spessore >4 mt.)
- Deformazioni plastiche superficiali
- Corpo di frana attivo
- Substrato: associazione pelitico-arenacea
- Substrato: associazione arenaceo-pelitica
- Traccia sezione geologica
- Giacitura degli strati (imm./pend).
- Area d'indagine

Sezione geologica

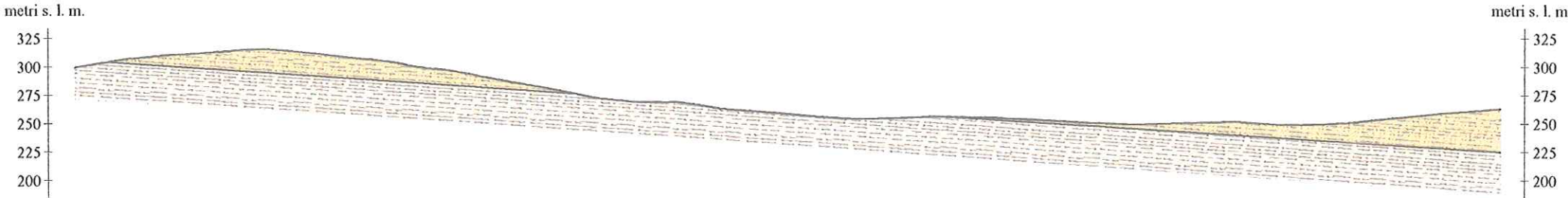


Fig. 4 Planimetria scala 1:500

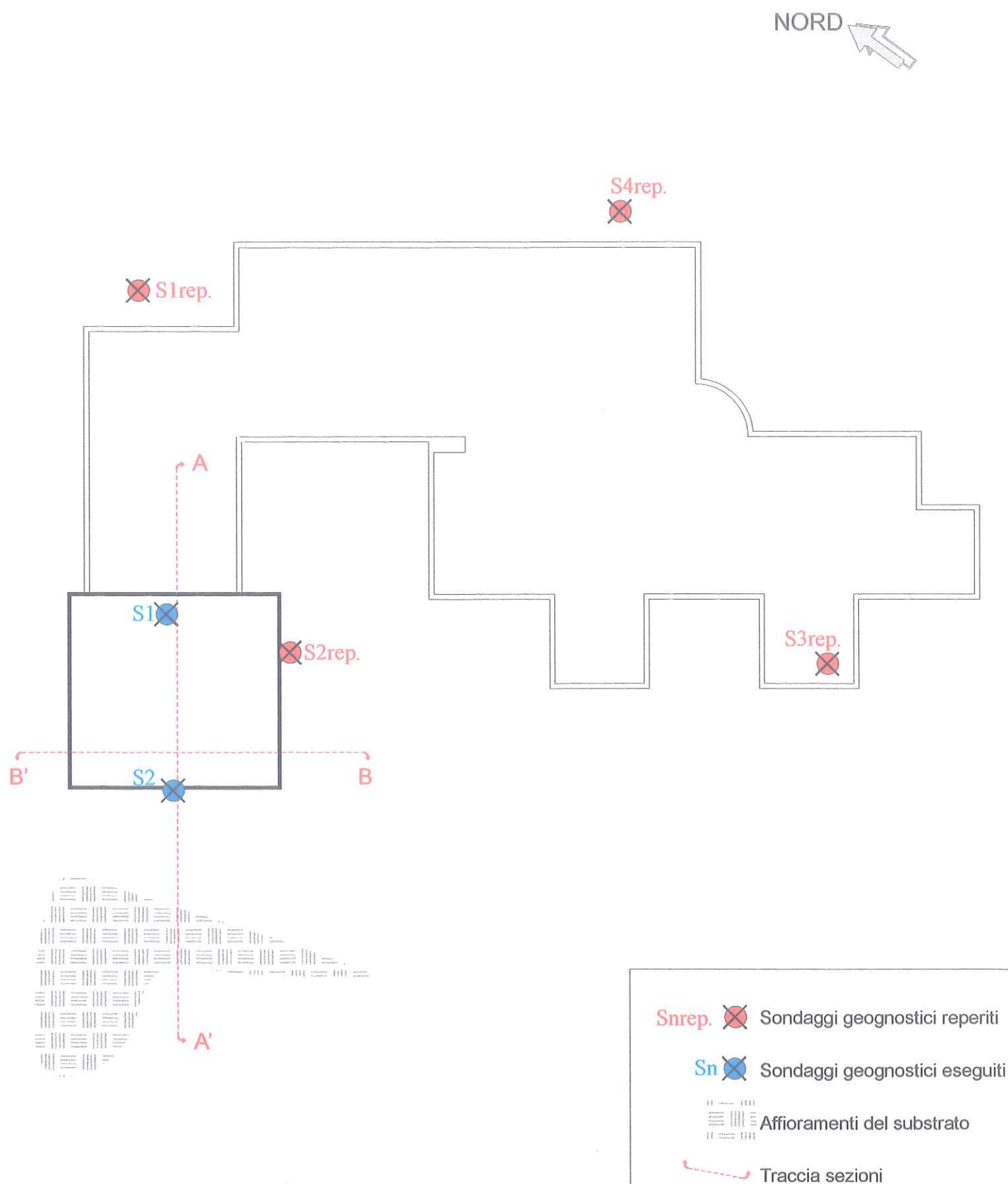
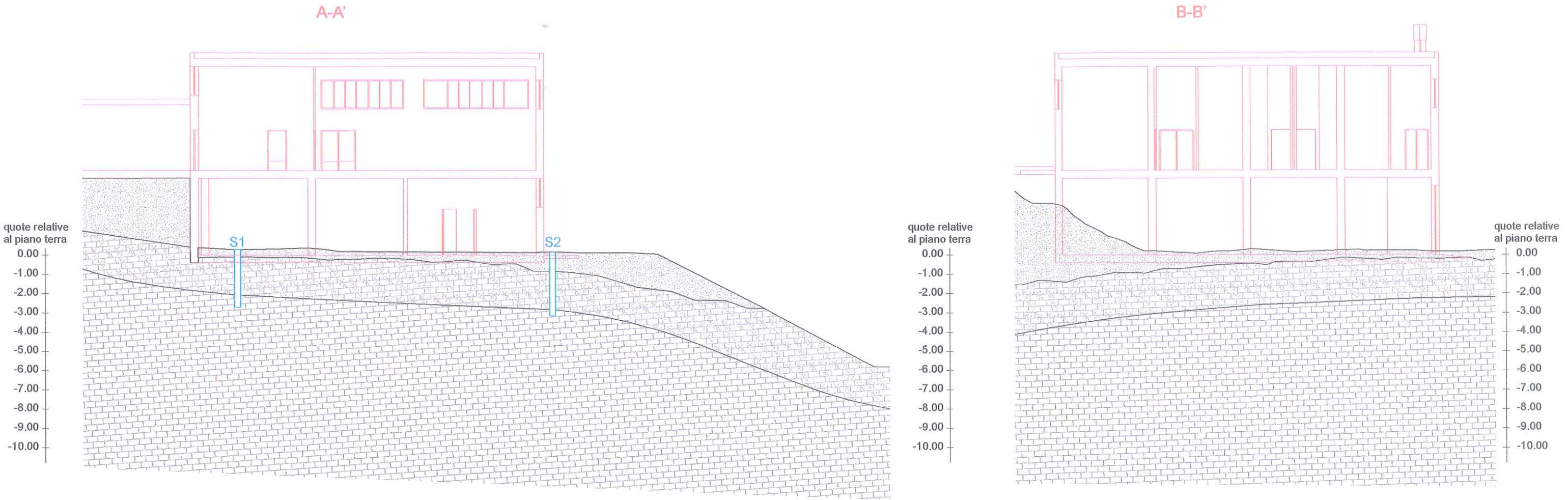
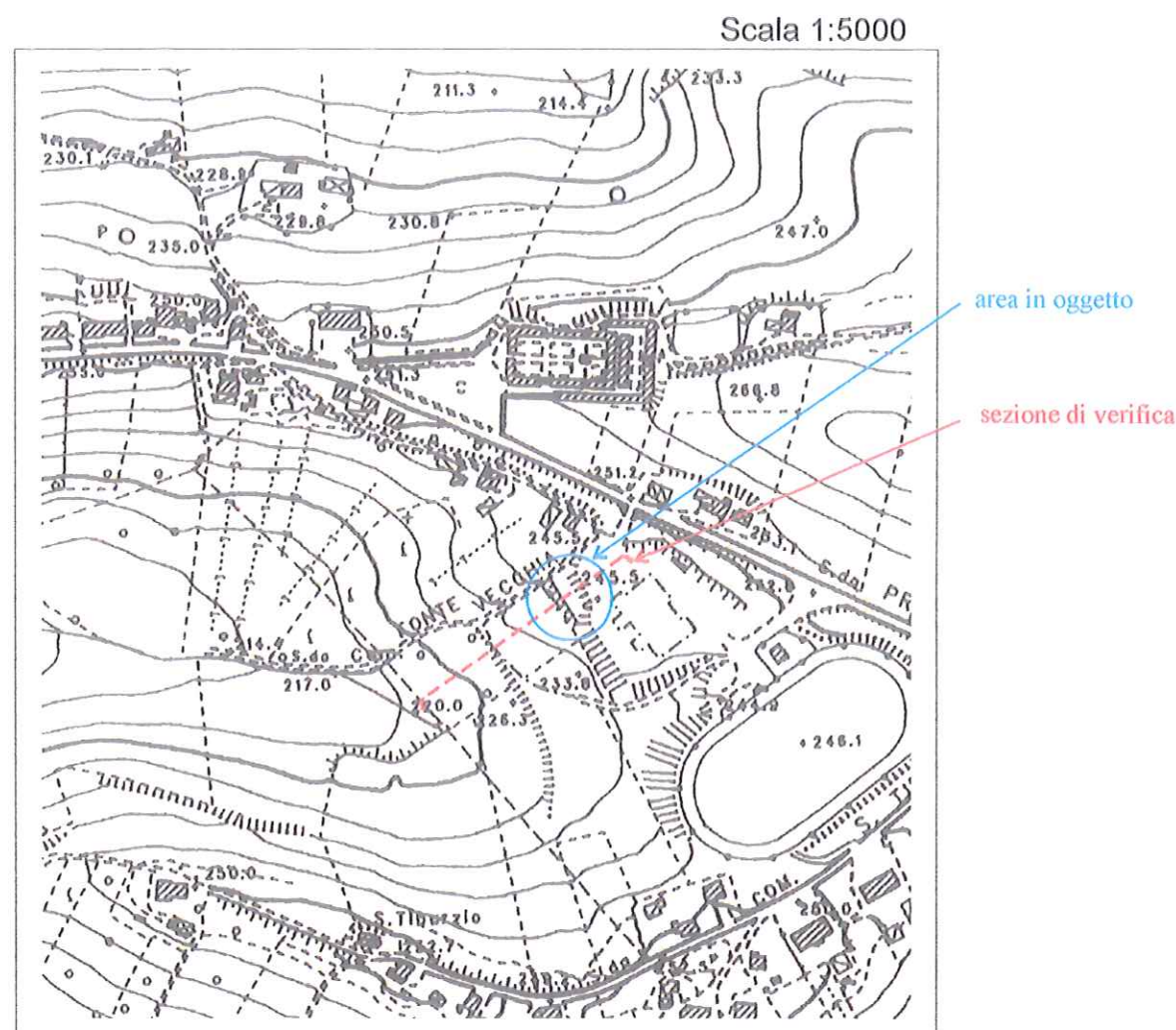


Fig. 5 Sezioni scala 1:200



- Terreno di riporto e vegetale
- Substrato alterato: assoc. pelitico-arenacea
- Substrato integro: assoc. pelitico-arenacea

Fig. 6 Verifica di stabilità



Stabilità per pendio definito - Metodo di Bishop modificato

NUMBER OF SPECIFIED CENTERS	0
NUMBER OF DEPTH LIMITING TANGENTS	0
NUMBER OF VERTICAL SECTIONS	11
NUMBER OF SOIL LAYER BOUNDARIES	3
NUMBER OF PORE PRESSURE LINES	1
NUMBER OF POINTS DEFINING COHESION PROFILE	0
NUMBER OF REINFORCING LAYERS	0
SEISMIC COEFFICIENTS, S1, S207 .07
UNIT WEIGHT OF WATER	1.00

SOIL PROPERTIES

LAYER	COHESION	FRICTION ANGLE	DENSITY
1	.0	26.0	1.9
2	1.4	22.5	2.0

SOLUZIONE 1

Fs minimo in condizioni statiche = 1.764
Fs minimo in condizioni dinamiche = 1.522

SOLUZIONE 2

Fs minimo in condizioni statiche = 4.047
Fs minimo in condizioni dinamiche = 2.627

Sezione geologica scala 1:1.000

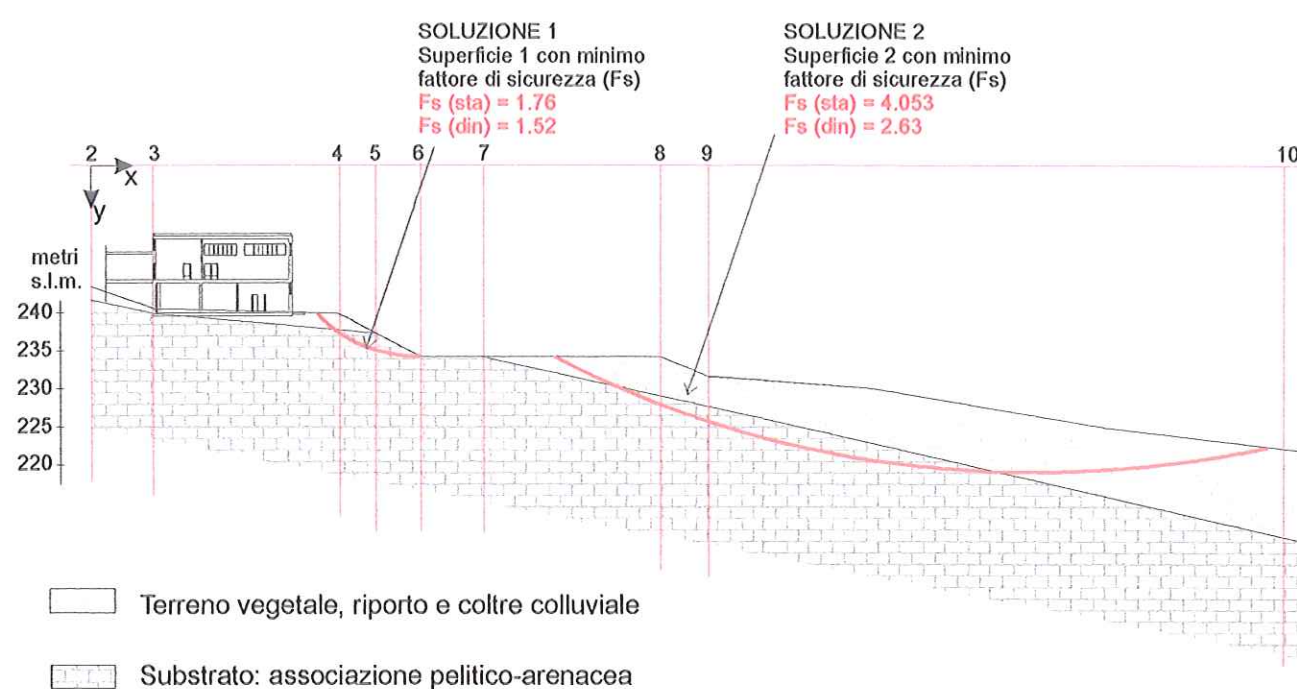


Fig. 7 Documentazione fotografica



Foto 1: particolare del substrato alterato (associazione pelitico-arenacea) affiorante sulla scarpata subito a valle della palestra in progetto.



Foto 2: particolare durante l'esecuzione dello scavo S1.



Foto 3: particolare durante l'esecuzione dello scavo S2.

Dott. Geol.
EUGENIO PISTOLESI
via San Severino, 1
63025 Rapagnano (AP)

Dott. ^{ssa} Geol.
SILVIA PAGGI
Piazza Vittoria, 18
62025 Fiuminata (MC)

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO
Via S. Severino, 1 63025 RAPAGNANO (AP)
0734/510669 - 335/5912909 - 368/3766379
e-mail geolokos@libero.it
Part. IVA 01678800440

SONDAGGIO N° 1 - DATA PERFORAZIONE 07/05/02
COMMITTENTE: "Comune di Rapagnano"

LOCALITA': San Tiburzio
COMUNE: Rapagnano (AP)

METODO DI PERFORAZIONE: escavatore meccanico
CIRCOLAZIONE FLUIDO: no - TIPO FLUIDO:
DIAMETRO PERFORAZIONE:

RIVESTIMENTO: nessuno

QUOTA: 244 mt.

SCALA: 1:70

GEOLOGO RESPONSABILE: Dott. Eugenio Pistolesi

					RIVESTIMENTO: nessuno		QUOTA: 244 mt.		SCALA: 1:70	
					Kg/cm ²		Rp Penetrometro tascabile		Registrazioni	
					0 1 2 3 4 5 _{fs}					

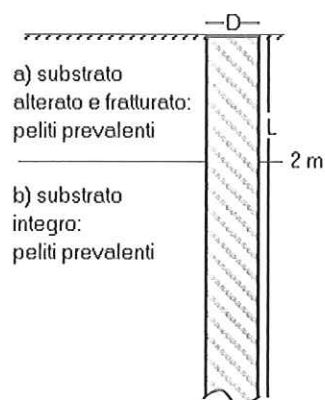
ESEMPIO DI CALCOLO DELLA PORTANZA DI UN PALO TRIVELLATO

TABELLA 1

Comm.: Comune di Rapagnano

DATI TERRENO

descrizione	profondità base strato dal piano di posa (m)	peso volume (t/m ³)	coesione (t/m ²)	angolo di attrito (°)	coefficiente "v" di Poisson	modulo elastico (Kg/cm ²)	modulo di reazione trasversale "Kh" (kg/cm ³)
a) substrato alterato: peliti	2,0	2,0	16		0,40	40	0,49
b) substrato integro: peliti		2,05	25		0,35	300	4,14



DATI PALO

	D Diametro (m)	L Lunghezza (m)
esempio 1	0,60	8
esempio 2	0,60	10
esempio 3	0,60	12
esempio 4	0,80	8
esempio 5	0,80	10
esempio 6	0,80	12

CAPACITA' PORTANTE

Q laterale (t)	Q punta (t)	Q totale (t)	Qammiss. (t)
120,07	68,23	188,30	75,3
153,06	69,39	222,44	89,0
186,05	70,54	256,59	102,6
160,10	121,29	281,39	112,6
204,08	123,35	327,43	131,0
248,06	125,41	373,47	149,4

Coefficiente di sicurezza = 2,5

CAPACITA' PORTANTE ULTIMA (metodo statico - palo trivellato) $Q_{ult} = Q_p + Q_{lat}$.

Per il calcolo della capacità portante di punta si utilizza il metodo di Hansen.

Nel caso generale: $Q_p = A_p(CN_c s_c d_c + qN_q s_q d_q)$

per $\phi = 0$ (terreni coesivi - condizioni non drenate)

$$Q_p = A (9C_u + q)$$

con: Q_p = capacità portante ultima di punta; A_p = area della base del palo; C = coesione del terreno; N_c , N_q = coefficienti di capacità portante; q = sforzo verticale efficace ($\Sigma \gamma D$); s_c , s_q = fattori di forma; d_c , d_q = fattori di profondità.

Il contributo della capacità portante laterale viene calcolato utilizzando il metodo α proposto da Tomlison (1971)

$$Q_{lat} = \Sigma A_{lat} (\alpha C + q K \tan \delta)$$

con: A_{lat} = area della superficie del palo nel tratto considerato; α = coefficiente di adesione; C = coesione; q = sforzo verticale efficace; K = coefficiente di spinta orizzontale del terreno; δ = angolo di attrito efficace tra il terreno ed il materiale costituente il palo.

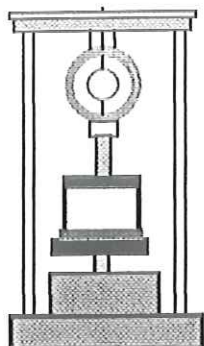
Il coefficiente di reazione laterale "Kh" è stato calcolato attraverso l'equazione di Chiarugi e Maia

$$Kh = E / (D (1 - \nu^2)) (E_b^4 / E_b J_b)^{1/12}$$

con: E = modulo elastico del terreno; D = diametro del palo; ν = coefficiente di Poisson; E_b = modulo elastico del calcestruzzo; J_b = momento d'inerzia del palo riferito alla sezione retta. Il modulo di reazione trasversale "Kh" è stato calcolato per un palo del diametro di 0,60 mt.

N.B. Nel calcolo non è stato sottratto il peso proprio del palo.

DOCUMENTAZIONE REPERITA



GEOTECNO s.n.c
di Dr. Bellesi R. e Dr. Cassitelli M.

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cluentina, 57 62100 Piediripa (MC)
Tel e Fax 0733/283589 Cod. fisc. e part. I.V.A. 01369650435
Iscrizione A.L.G.I. in corso

DATI DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Richiedente:
Pistolesi Dr. Eugenio

Indagine: S.P. Rapagnano (AP)

7 febbraio 2000



Certificato n° 79

Richiedente:	Pistolessi Dr. Eugenio		
con sede in:	Rapagnano (AP)		
Indagine:	S.P. Rapagnano		
Sondaggio:	S1	Campione:	C1
		Profondità prelievo m	3.70
Dimensione del campione:		Diametro	200 mm
		lunghezza	300 mm

Caratteristiche generali del campione

indisturbato
Stato del campione
rimaneggiato

Data di prelievo
Data di apertura
05/01/2000

Prove eseguite

Rp=	kg/cm ²
Alto	
Tv=	kg/cm ²

Rp=	kg/cm ²
Basso	
Tv=	kg/cm ²

0

Identificazione

Descrizione visuale

Limo argilloso grigio a tratti avana, struttura rimaneggiata, fratture subverticali riempite da sabbie fini ossidate (molto consistente)

10 cm

20 cm

30 cm

40 cm

50 cm

60 cm

Peso di volume γ	47.15	Limite liquido	WI
19.07	Contenuto in acqua Wn	22.50	Limite plastico Wp
	Grado di saturazione Sr	24.65	Indice plastico Ip
	Peso volume secco γ_d	1.14	Indice di consistenza Ic
	Indice dei vuoti e	-0.14	Indice di liquidità IL
	Porosità n		Limite di ritiro Ws
	Peso specifico dei grani Gs		Attività A

Granulometria

% Argilla %Limo % Sabbia % Ghiaia

Classificazione

USCS (AGI)

AASHTO (CNR UNI 10006)

Caratterizzazione meccanica

	Compressione laterale libera
X	Taglio diretto CD
X	Taglio diretto RS
	Consolidazione edometrica
	Compressione triassiale UU
	Compressione triassiale CU
	Compressione triassiale CD
	Costipamento Proctor standard
	Costipamento Proctor Modificata
	Permeabilità diretta a carico variabile in cella edometrica
	Permeabilità diretta a carico variabile
	Permeabilità diretta a carico costante

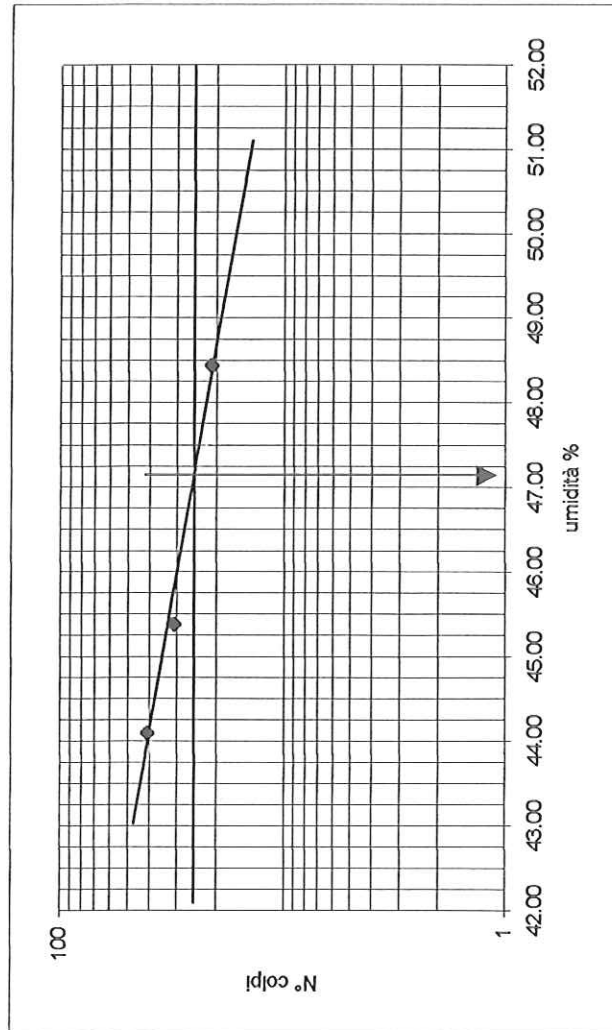
Limo argilloso



Richiedente:	Pistolesi Dr. Eugenio		
con sede in:	Rapagnano (AP)		
Indagine:	S.P. Rapagnano		
Sondaggio:	S1	Campione C1	Profondità prelievo m 3.70

Determinazione del limite di liquidità e di plasticità

N° dei colpi	21	31	41	Limite plastico
Recipiente	25	27	30	39 41
Peso lordo campione umido	57.03	55.98	45.54	44.05 51.11
Peso lordo campione asciutto	49.07	48.74	38.96	40.70 47.74
Peso acqua	7.96	7.24	6.58	3.35 3.37
Tara	32.64	32.79	24.04	25.96 32.61
Peso netto secco	16.43	15.95	14.92	14.74 15.13
Umidità	48.45	45.39	44.10	22.73 22.27



Limite liquido	47.15
Limite plastico	22.50
Indice di plasticità	24.65

Osservazioni:
argille inorganiche a media
plasticità (CL)



Richiedente:	Pistoiesi Dr. Eugenio
con sede in:	Rapagnano (AP)
Indagine:	S.P. Rapagnano
Sondaggio:	S1
Campione	C1
Profondità prelievo	m 3.70

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Caratteristiche iniziali medie dei provini

Peso:	=	115.84	g
Peso dell'unità di volume:	Y=	2.05	g/cm ³
Peso specifico dei grani:	Ys=		g/cm ³
Contenuto in acqua:	W=	18.79	%
Indice di porosità:	e=		%
Porosità:	n=		%
Grado di saturazione:	Sr=		%

Velocità di deformazione:

0.006

mm/min

Stato del campione:

$\phi =$

60 mm

Dimensione dei provini:

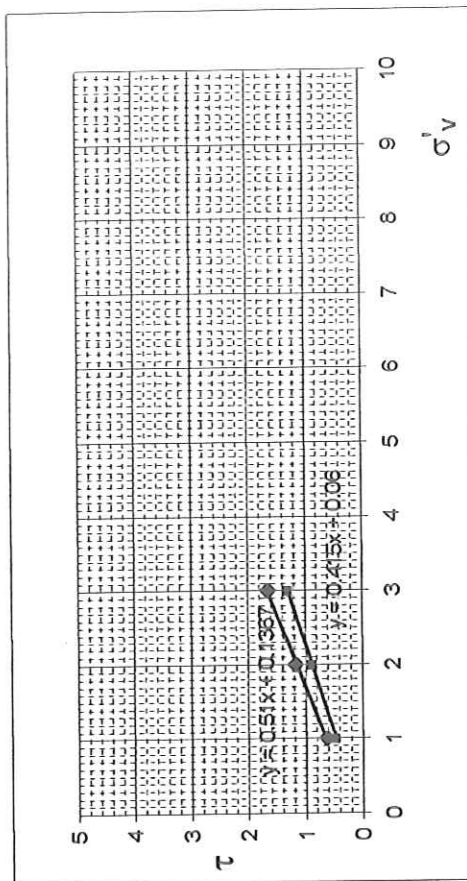
altezza

20 mm

Tipo della prova:

indisturbato
rimaneggiato
costipato
Non consolidata-non drenata
Consolidata-non drenata
Consolidata-drenata

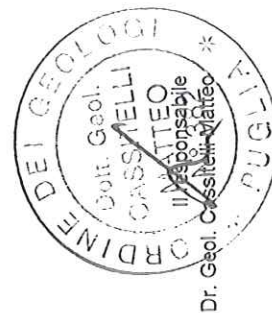
PROVINO	1	2	3
CONSOLIDAZIONE			
Pressione verticale	σ	Kg/cm ²	1.00
Tempo di consolidazione	h	24.00	24.00
Cedimento finale	δ_t	mm	0.22
ROTTURA			
Sollecitazione tangenziale di picco	τ	Kg/cm ²	0.64
Deformazione trasversale	$\delta\tau$	mm	1.27
Deformazione normale	$\delta\sigma$	mm	-0.02
Sollecitazione tangenziale residua	τ	Kg/cm ²	0.48
Deformazione trasversale	$\delta\tau$	mm	1.09
Deformazione normale	$\delta\sigma$	mm	-0.01
Contenuti in acqua finale	Wf	%	22.08



$c' =$ 0.14 Kg/cm²

$\phi' =$ 27°

$\phi' =$ 22.5°



Richiedente:	Pistolesi Dr. Eugenio		
con sede in:	Rapagnano (AP)		
Indagine:	S.P. Rapagnano		
Sondaggio:	S1	Campione C1	Profondità prelievo m 3.70

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Dimensione dei provini $\phi = 60$ mm
altezza 20 mm

Caratteristiche iniziali dei provini

	1	2	3
Peso lordo campione	161.80	159.13	152.99
Peso fustella	43.23	42.50	40.66
Peso netto campione	118.57	116.63	112.33

tipo della prova

consolidata-drenata
consolidata-non drenata
non consolidata-non drenata

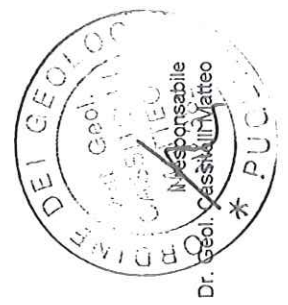
Velocità di deformazione: 0.006 mm/min

Contenuto in acqua iniziale

Recipiente	n°	8	2	6
Peso lordo campione umido	g	25.38	39.80	23.19
Peso lordo campione asciutto	g	22.64	34.08	21.17
Peso acqua	g	2.74	5.72	2.02
Tara	g	8.62	2.31	10.43
Peso netto secco	g	14.02	31.77	10.74
Umidità	%	19.54	18.00	18.81

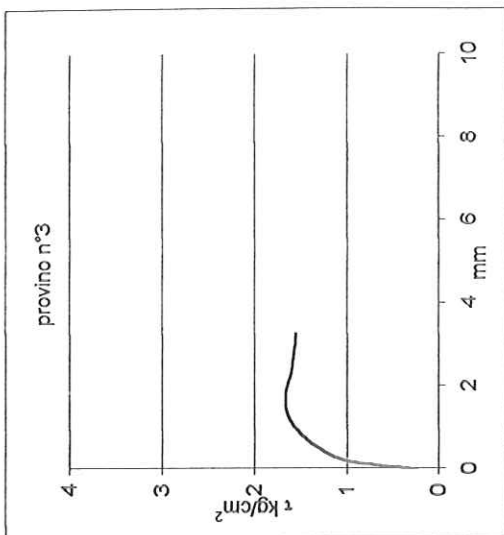
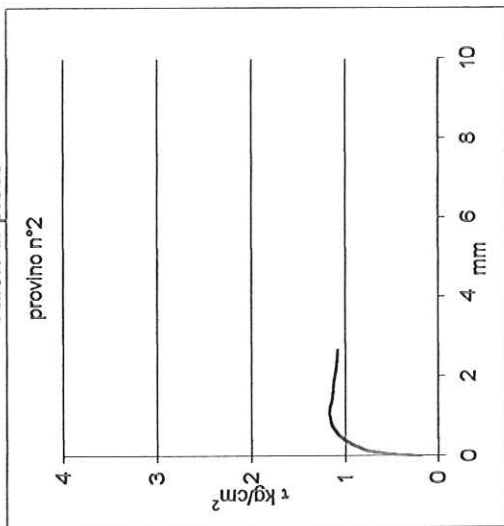
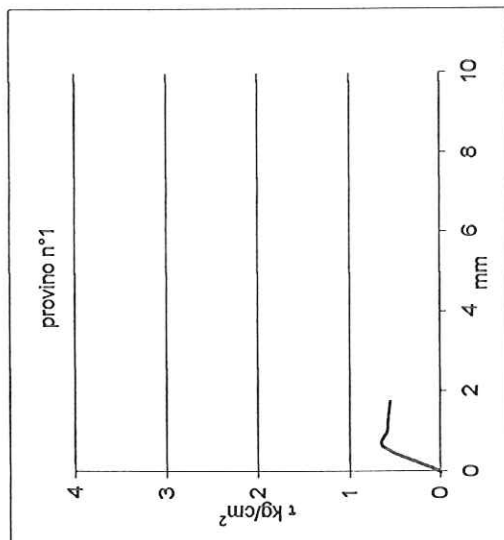
Contenuto in acqua finale

Recipiente	n°	17	10	12
Peso lordo campione umido	g	123.25	116.24	114.06
Peso lordo campione asciutto	g	101.37	97.08	96.25
Peso acqua	g	21.88	19.16	17.81
Tara	g	2.29	2.30	3.74
Peso netto secco	g	99.08	94.78	92.51
Umidità	%	22.08	20.22	19.25

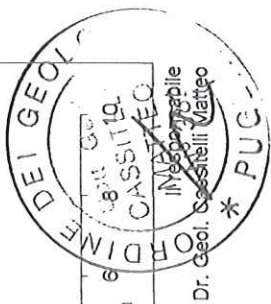
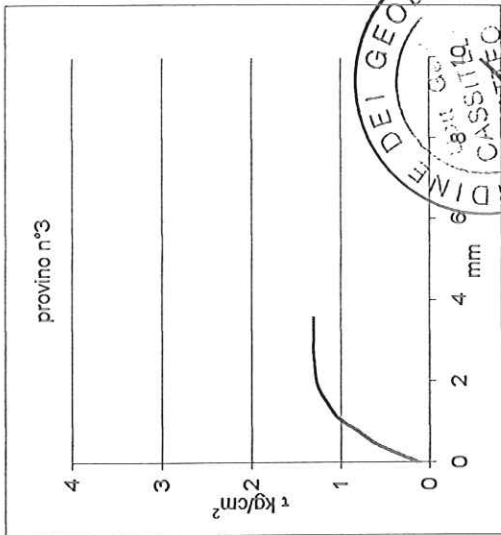
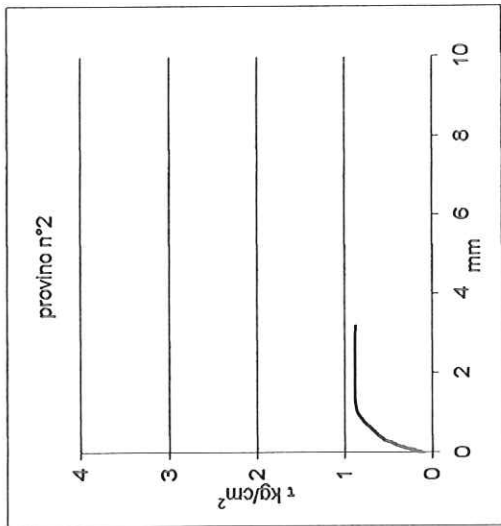
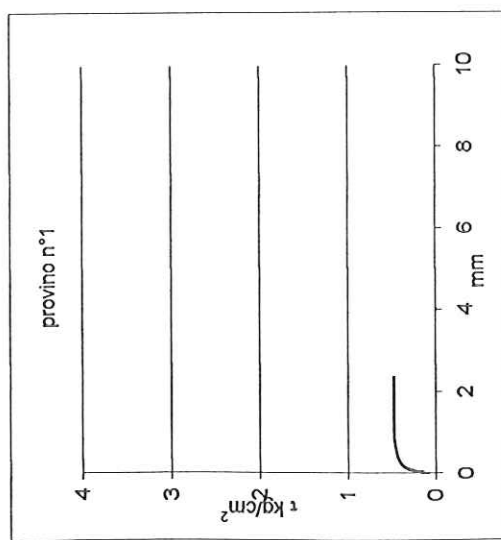


Richiedente:	Pistoiesi Dr. Eugenio	Campione:	C1	Profondità prelievo m	3.70
Sondaggio:	S1	Prova di taglio diretto			

valori di picco



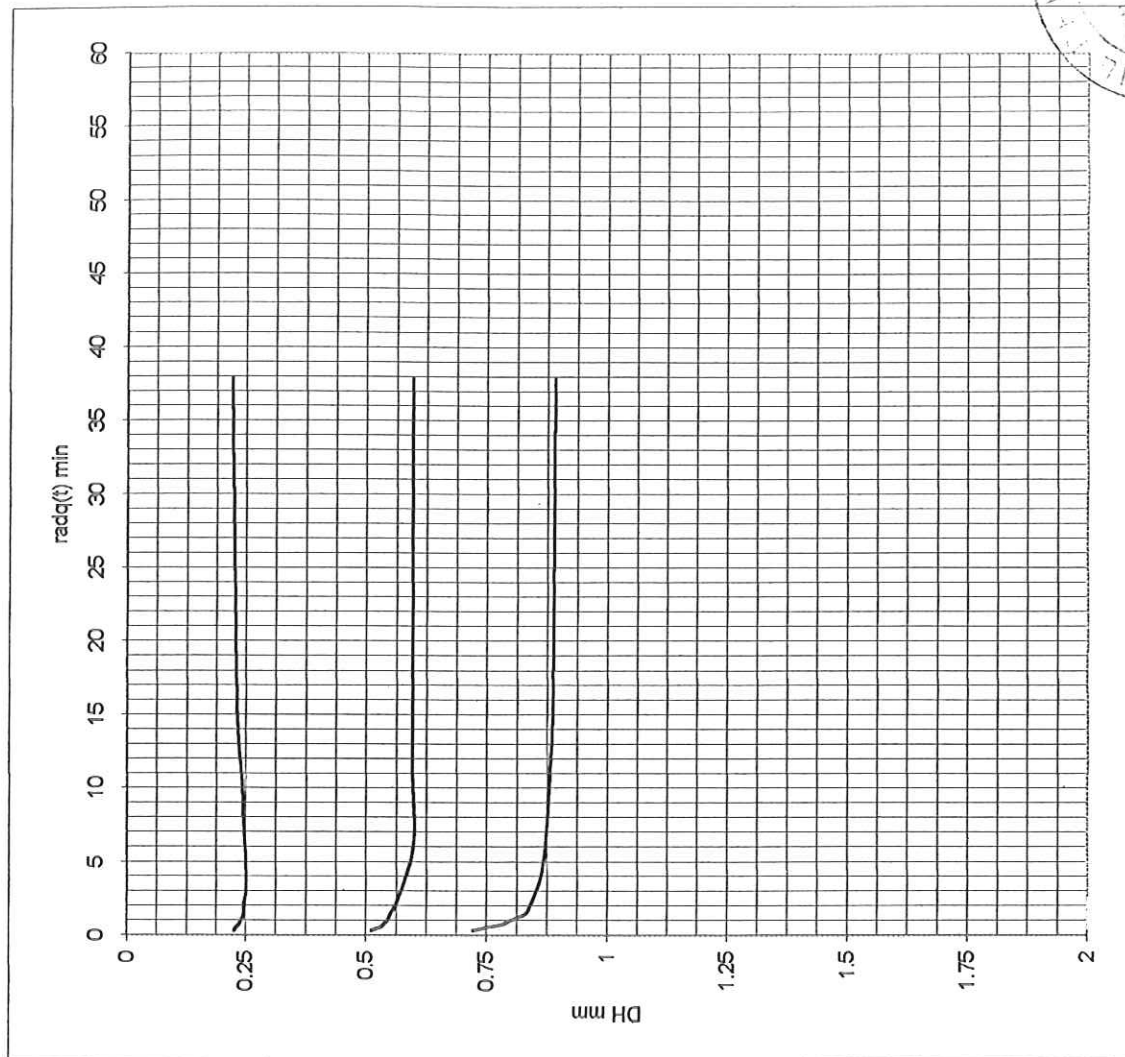
valori residui



Richiedente:	Pistoiesi Dr. Eugenio	Campione:	C1	Profondità prelievo m	3.70
Sondaggio:	S1				

Determinazione della velocità di taglio

tempi	prov. n°1	prov. n°2	prov. n°3
6"	22.5	51	72
15"	23	53	75
30"	23.5	53.5	78
1'	24	54.5	80
2'	24.5	55	83
4'	24.5	56	84
8'	25	57	85
15'	25	58	86
30'	25	59.5	87
1h	24.5	60	87.5
2h	24	59.5	88
4h	23	59.5	88.5
24h	22	59.5	89



Studio Geologico		SONDAGGIO N. 1		Data 8/7/88		LEGENDA	
Tecnico		Sistema di perforazione: Rotazione Ø 200 mm		Committente: CONUNE RAPAGNANO		<input checked="" type="checkbox"/> LIVELLO STABILIZZATO <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO <input type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO	
ALTIDONA MARINA		Cantiere: /		Località: RAPAGNANO (A.P.)			
		FORMAZIONI ATTRAVERSALE					
PROFONDITÀ DAL P.S.	POTENZA STRATO	DEZIONE STRATIG.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PALEO METRI	Rp (Kg./cmq)	Cu (Kg./cmq)	NOTE
0.5	0.5	0.5	Thin Vegetal		1 2 3 4 5 6	0 1 1.0 2	
1.0	1.0	2.5	Thin Vegetal di una lobbiosa, con livelli sabbiosi e calcarei	10			Il sondaggio da una formazione all'altra sono molti pedregli. leggeri: primo livello acquifero si trova sotto sabbia e a 7.3.
20			Argilla sabbia e gale con livelli sabbiosi giallo-rossastri. Lo spessore di livello è variabile. Da 1.80 m e 2.00 m, ghiaie frammentate e sabbie. Da 4.60 e 4.80 e da 7.3 e 7.5 m, aumenta lo spessore di livelli sabbiosi.	20			
30				30			
40				40			
50				50			
60				60			
70				70			
80				80			
83	7.3			80			
90				90			
10			Argilla gale e sabbia, alternata a livelli sabbiosi giallo-rossastri e gale e ghiaie ed argilla gale (verso gli 11.0 m). Da 11.5 m e 11.7 m. con ciottoli e sfogli ovoidali.	10			
11				11			
12				12			
13.0				13			
14				14			
15				15			
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			
21				21			

Studio Geologico			SONDAGGIO N. 2		Data 8/7/88		LEGENDA	
Tecnico			Sistema di perforazione: Rotazione Ø 200 mm				▲ LIVELLO STABILIZZATO	
ALTIDONA MARINA			Committente: COMUNE RAPAGNANO				■ CAMPIONE INDISTURBATO	
			Cantiere: /				□ CAMPIONE RIMANEGGIATO	
			Località: RAPAGNANO (A.P.)					
FORMAZIONI ATTRAVERSATE								
PROFONDITÀ DAL P.O.	POTENZA STRATO	SEZIONE STRATIG.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Scala METRI	Rp (Kg./cmq)	Cu (Kg./cmq)	NOTE	
				1 2 3 4 5 6	0 1 2 3			
0.7	0.7	W x	Terrano vegetale				Sondaggio escavo. Il sondaggio della esp. alla base + g. g. e solo g. g. e è molto produttivo.	
1.0			Ang. alla l. mosse					
2.0			av. e g. g. e in					
3.0			livelli soliti e quelli					
4.0			rossastri.					
5.0			Da m. 3.8 e m. 3.3 m					
6.0			ghioie e sp. di antracite					
7.0			e solite.					
8.0			Da 5.0 m, il colore è					
9.0			profondamente g. g. e,					
10.0	2.3		con rare intercalazioni					
11.0			di esp. alla base, produttive.					
12.0			Ang. alla g. g. e in					
13.0			livelli soliti.					
14.0								
15.0								
16.0								
17.0								
18.0								
19.0								
20.0								
21.0								

REPERITO 3

Radio Geologico		SONDAGGIO N. 3		Data 8/7/88		LEGENDA	
Tecnico		Sistema di perforazione: Rotazione Ø 200 mm				<input checked="" type="checkbox"/> LIVELLO STABILIZZATO <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO <input type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO	
LIDONA MARINA		Committente: CORNUE RAPAGNAUO					
		Cantiere: _____					
		Località: RAPAGNAUO (A.P.)					
		FORMAZIONI ATTRAVERSALE					
POTENZA STRATO	DEZIONE STRATIG.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Rp (Kg./cmq)	Cu (Kg./cmq)			
			1	2	3	4	5
0.4	~ ~ ~	Terrus Vegetale					
1.0	~ ~ ~	di uno argilla colliso					
2.0	~ ~ ~	avere schio-morone,					
3.0	~ ~ ~	con aumento della fre-					
4.0	~ ~ ~	zione colliso con la po-					
5.0	~ ~ ~	fundita.					
6.0	~ ~ ~	di uno colliso avere elio,					
7.0	~ ~ ~	frattato, verso fidele.					
8.0	~ ~ ~	Argilla avere e					
9.0	~ ~ ~	gigie con livelli solibri					
10.0	~ ~ ~	fiallo-rossanti e gog.					
11.0	~ ~ ~	Da 6.60 a 7.60 m, aumento					
12.0	~ ~ ~	in modo notevole la					
13.0	~ ~ ~	spessore di livelli solibri.					
14.0	~ ~ ~	Da 6.70 a 6.80 m e da 8.90					
15.0	~ ~ ~	a 10.0 m, la colliso e					
16.0	~ ~ ~	media e gogge granulante					
17.0	~ ~ ~	frattato e colliso.					
18.0	~ ~ ~	Argilla gigie e avere					
19.0	~ ~ ~	stratificata e colliso.					
20.0	~ ~ ~	livelli solibri, frattato					
21.0	~ ~ ~	ad argilla gigie verso					
22.0	~ ~ ~	i 15.0 m.					

leggero livello esp. per
e in 8.90 e 10.0 m del
p.d. con fogna.

5 fessaggi da una
forma con ell'arte
sono molto frastu.

SCALA : 1:100 ALL. 5

Studio Geologico		SONDAGGIO N. 4		Data 9/7/88		LEGENDA	
Tecnico		Sistema di perforazione: Rotazione Ø 200 mm		Committente: CONVE RAPAGNANO		▲ LIVELLO STABILIZZATO	
ANTIDONA MARINA		Cantiere: /		Località: RAPAGNANO		■ CAMPIONE INDISTURBATO	
COTAZIONE DAL P.C.	POTENZA STRATO	FORMAZIONI ATTRAVERSATE		Rp (Kg./cmq)	Cu (Kg./cmq)	□ CAMPIONE RIMANEGGIATO	
		SEZIONE STRATO	DESCRIZIONE LITOLOGICA			NOTE	
0.6	0.6	~ ~	Terr. vegetale			Sondaggio eseguito e passaggio da una formazione all'altra molto graduale.	
1.0		~ ~	L'uso esp. lio. solido				
2.0		~ ~	di tipo sch. - marino				
3.0	2.4	~ ~	con vari noduli e conclusioni calcaree.				
4.0		~ ~	L'uso solido di tipo chiaro				
5.0		~ ~	giallastro, con cemento				
6.0	2.5	~ ~	di tipo f. con solido.				
7.0		~ ~	Da 7.20 a 7.40 con c. sol.				
8.0		~ ~	Argilla s. a. e				
9.0	3.5	~ ~	g. f. e, con c. sol.				
10.0		~ ~	Argilla g. f. e (e a. a.)				
11.0		~ ~	grossa e Totalemente				
12.0		~ ~	g. f. e, str. f. c. e				
13.0		~ ~					
14.0		~ ~					
15.0		~ ~					
16.0		~ ~					
17.0		~ ~					
18.0		~ ~					
19.0		~ ~					
20.0		~ ~				SCALA : 1:100 ALL. 6	
21.0		~ ~					