

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
UFFICIO OPERATIVO DI MODENA

TORRENTE CROSTOLO
COMUNI DI CADELBOSCO DI SOPRA

**(RE - E - 990) LAVORI DI SOMMA URGENZA PER RIPRESA EROSIONE
SPONDALE IN DESTRA IDRAULICA DEL TORRENTE CROSTOLO A VALLE
DELLA CHIAVICA DI VICOZOARO**

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA

Dott. ing. Tiziano Binini

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE

DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE DELL'OPERA

Dott. ing. Tiziano Binini

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. ing. Mirella Vergnani

Oggetto: RELAZIONE GEOLOGICA

D.02

-

02 Revisione

01 Revisione

00 Emissione

Giugno 2019

Progetto



Binini Partners S.r.l.
via Gazzata,4
42121 Reggio Emilia
tel. +39.0522.580.578
tel. +39.0522.580.586

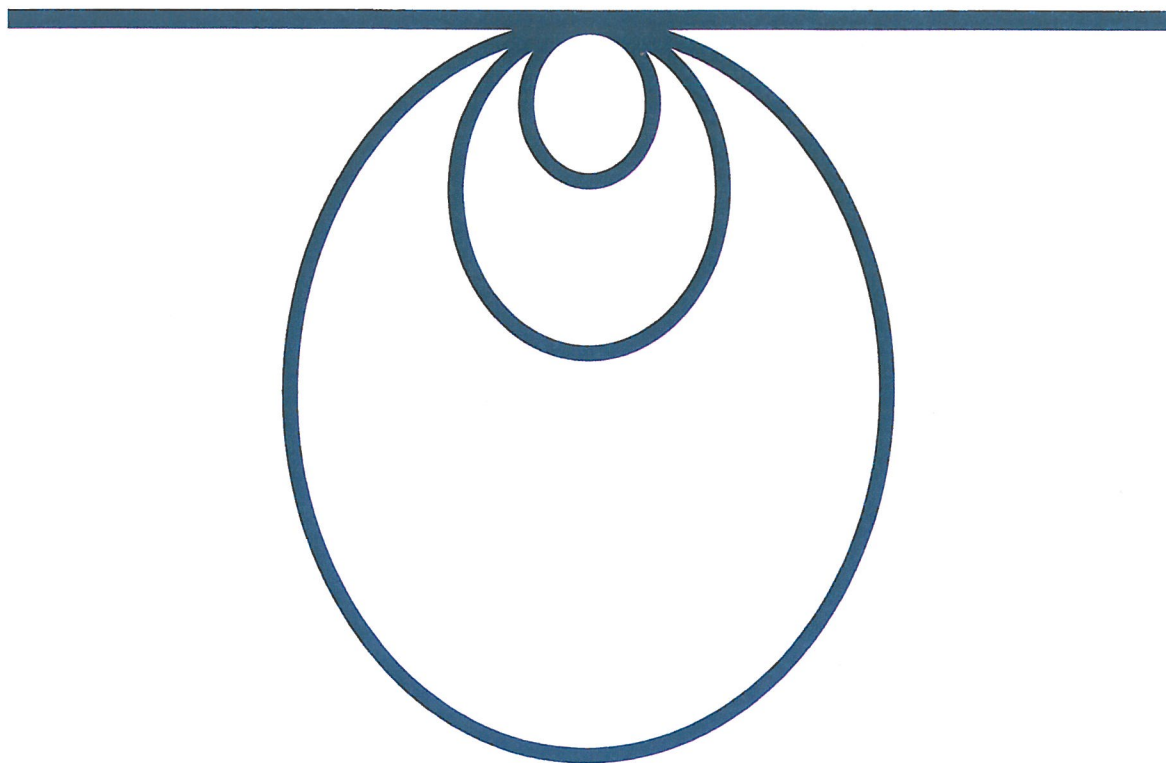
fax +39.0522.580.557
e-mail: info@bininipartners.it
www.bininipartners.it
C.F. e P.IVA e R.I. 02409150352
Capitale sociale €100.000 i.v.





**Scoscendimento dell'argine destro del Torrente Crostolo
in località Begarola, Comune di Cadelbosco Sopra (RE)**

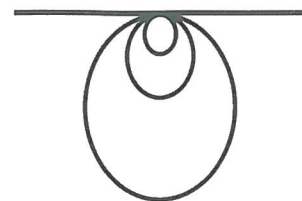
Indagini preliminari sui terreni
Giugno 2019





STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI

DI MAMBRINI – FARIOLI – CASSINADRI – CAMPIOLI - CASALI
42124 REGGIO EMILIA – VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14
TELEFONO E FAX: 0522.934730
E.MAIL: GEOLOG@GEOLOG-SC.IT
P.IVA E C.F..02790320358



bininipartners

Scoscendimento dell'argine destro del Torrente Crostolo in località Begarola, Comune di Cadelbosco Sopra (RE)

Indagini preliminari sui terreni
Giugno 2019

GEOLOGIA APPLICATA

Indice

GEOFISICA

1	PREMESSA.....	2
2	SONDAGGI	5
3	LA FRANA.....	8
4	RIMEDI.....	9

GEOTECNICA

Tavole

IDROGEOLOGIA E
IDROLOGIA

1÷2	Diagrammi penetrometrici
3÷4	Interpretazioni dei CPT

MODELLI MATEMATICI



figura 2

Nell'ingrandimento di figura 3 è evidenziata la nicchia di distacco.

La lunghezza è di circa 40 m; nella parte mediana l'altezza giunge in prossimità del coronamento arginale creando una scarpata sub-verticale, come mostra la figura 4.



figura 3



figura 4

All'atto delle indagini, il vecchio muro in laterizio a protezione della sponda era completamente assente e l'erosione aveva rimosso gran parte della banca che esso sosteneva, intaccando il piede della frana.

Tutto ciò a scapito delle masse finite in alveo in tempi passati che, seppur a modeste caratteristiche meccaniche, contribuirono a mantenere l'equilibrio complessivo per diversi anni.

Infatti, il fenomeno non è recente, come si deduce dalla foto aerea del 2003 in figura 5.



figura 5

E' dunque necessario metter mano al ripristino, giacché l'eventuale aggravio del dissesto sarebbe pregiudizievole per la sicurezza idraulica del comparto.

Da qui l'urgenza di redigere un progetto sulla scorta di dati geognostici preliminari, delegando l'affinamento geotecnico ad ulteriori terebrazioni.

Queste comporteranno l'opportuna predisposizione del paramento interno dell'argine, per consentire l'accesso all'alveo delle macchine operatrici, lavori attualmente non preventivati dal Committente.

A conclusione della successiva indagine saranno prodotte le opportune relazioni, intese a giustificare quanto delinea in via orientativa il presente rapporto.

2 SONDAGGI

Giacché al momento è accessibile la sola sommità arginale, lungo questa si sono eseguite due prove penetrometriche statiche (CPT) in corrispondenza della frana.

Il fine consisteva nell'accertare natura e consistenza dell'opera, giacché il suo dissesto non poteva che far capo a tali caratteristiche.

I diagrammi ottenuti sono nelle tavole 1 e 2 a fondo testo; le successive riportano le interpretazioni dei medesimi per risalire ad alcuni parametri d'interesse, quali litologia, tensione litostatica, resistenza a taglio e stato di consolidazione.

I procedimenti utilizzati derivano da algoritmi classici, in parte modificati sulla scorta dell'esperienza personale.

La discriminazione litologia è sostanzialmente quella di Schmertmann, 1978, riportata in figura 6, dalla quale sono derivate masse volumiche plausibili per ottenere l'andamento della litostatica efficace.

L'angolo di resistenza a taglio (ϕ') delle terre giudicate incoerenti (a sinistra della curva in rosso) è tratto dall'abaco di Durgunolglu e Mitchell, 1975, in figura 7.

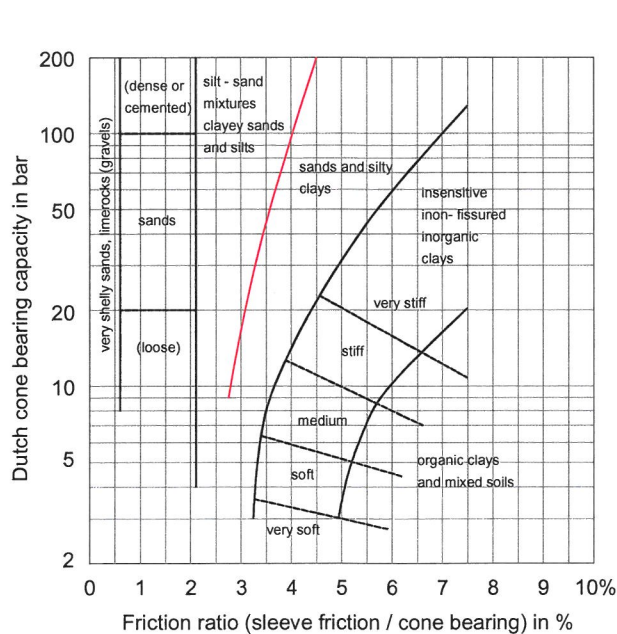


figura 6

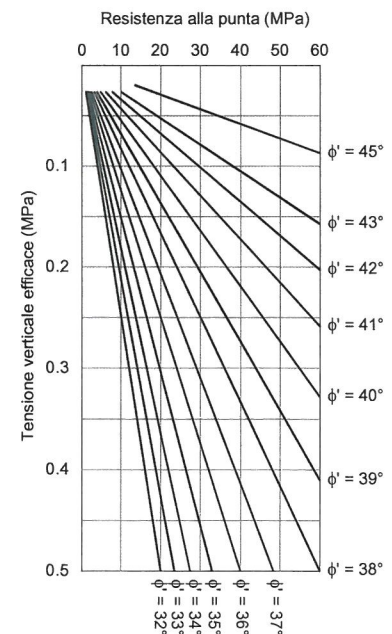


figura 7

Per le terre giudicate coesive, il CPT si presta alla stima della resistenza a taglio in termini di tensioni totali, nota come coesione non-drenata (c_u).

Nel caso specifico, si è ricorsi alla formula generale:

$$c_u = (q_c - \sigma_{v0}) / N_c$$

con q_c = resistenza alla punta, σ_{v0} = pressione litostatica totale.

N_c è un parametro che la bibliografia pone in un ampio spettro, quindi la scelta non può che derivare dall'esperienza locale.

Nelle terre padane, noi troviamo buone congruenze con i risultati di specifiche prove di laboratorio ponendo:

$$N_c = q_c / 4 + 20$$

se si opera con l'unità di misura in bar e se si adottano i seguenti fattori moltiplicativi con riferimento alla classificazione litologica di Schmertmann:

- # 0.75 per i loams,
- # 1.00 per le argille inorganiche,
- # 1.25 per le argille organiche,
- # 1.5 per le torbe.

Il risultato è generalmente conservativo.

Per le terre coesive, la coppia (ϕ' ; c') relativa alle tensioni efficaci andrà demandata a specifiche prove di laboratorio, giacché non è possibile trarre quei parametri dal CPT.

Dalla coesione non-drenata è dato ottenere in cascata una valutazione di OCR.

La relazione utilizzata è la seguente (Ladd e Foott, 1974; Ladd et Al., 1977):

$$c_u / \sigma'_{v0} = (0,23 \pm 0.04) \cdot OCR^{0.8}$$

Com'è noto, OCR descrive la storia del deposito, sintetizzata nel rapporto tra la tensione che provocò la consistenza attuale e l'attuale tensione litostatica efficace.

Ovviamente, OCR = 1 indica lo stato normal-consolidato.

E' frequente ritrovare valori superiori in una piana alluvionale accresciuta nel tempo per l'apporto ciclico di fanghi.

Ciò è da ascrivere a processi d'essiccamento sin-sedimentario dei suoli via via sovrapposti.

L'evotraspirazione provoca il ritiro volumetrico d'argille e limi, giacché la granulometria finissima offre un'enorme superficie specifica ai menischi dell'acqua interstiziale, inducendo sensibili effetti trattivi sulla frazione solida.

Al contrario, le granulometrie con più ridotta superficie specifica, quali le sabbie e le ghiaie, ne restano praticamente immuni.

L'eventuale sovra-consolidazione prodotta in quel modo tende a conservarsi in parte a seguito della reidratazione, ma riguarda uno spessore limitato, giacché la tensione litostatica crescente finisce per cancellare ogni altro effetto memorizzato in precedenza.

Dunque, le terre incoerenti della nostra Pianura sono in genere normal-consolidate, come quelle coesive poste oltre una certa profondità.

Ma, nel caso specifico, occorre tener conto che sul piano campagna naturale fu costruito un rilevato alto circa 7 m, carico che ridusse sostanzialmente i rapporti di sovraconsolidazione preesistenti, tant'è che ora non ne rimane che qualche traccia nel volume d'appoggio.

In questo, i valori di OCR risultano prossimi all'unità.

La figura 8 riguarda l'involuppo dei due diagrammi CPT, dove si nota chiaramente il passaggio tra il rilevato, contraddistinto dalle maggiori resistenze, ed il suo sedime, dove le linee tendono a sovrapporsi, segno di una sostanziale isotropia trasversale delle terre naturali.

La figura 9 riunisce i valori ricavati, dove risalta la differente litologia tra il corpo arginale ed il substrato.

Si tratta di un'interpretazione sicuramente attendibile per le terre immerse in falda, dubbia per quelle insature, che, in ogni caso, dovrebbero contenere una frazione sabbiosa preponderante.

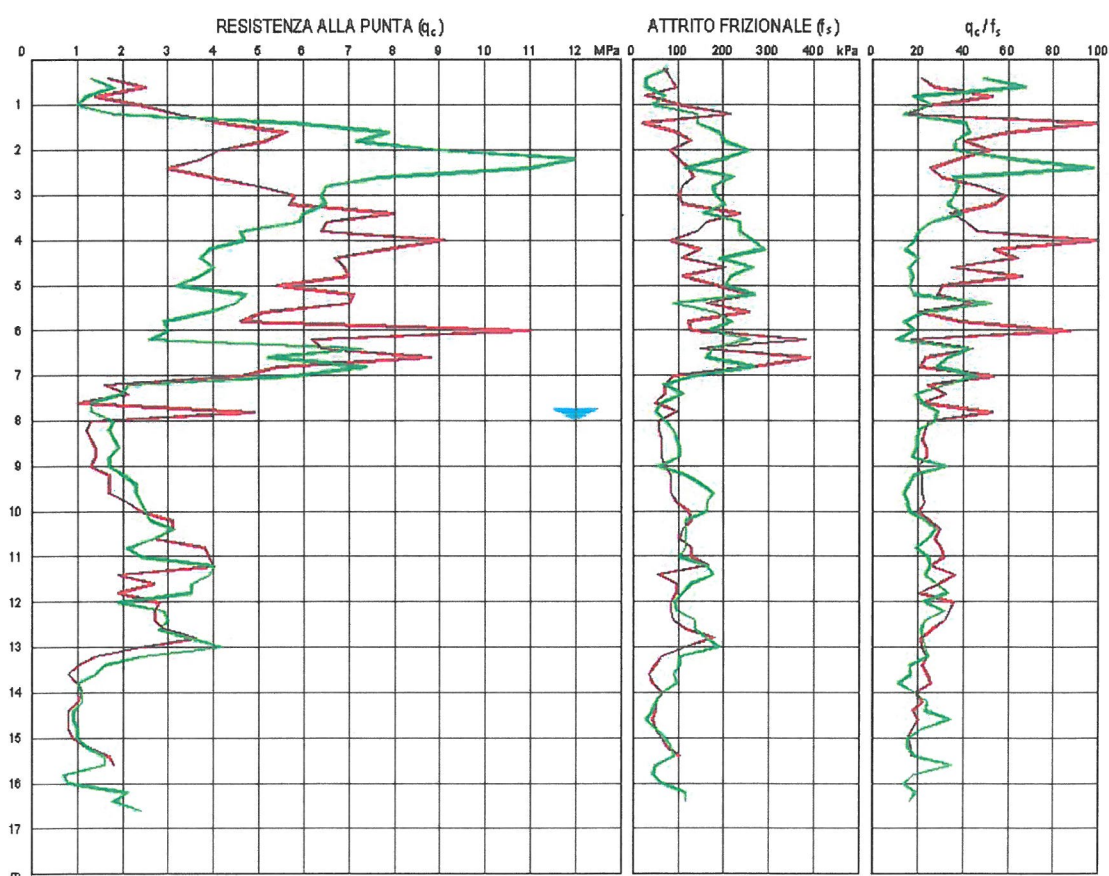


figura 8

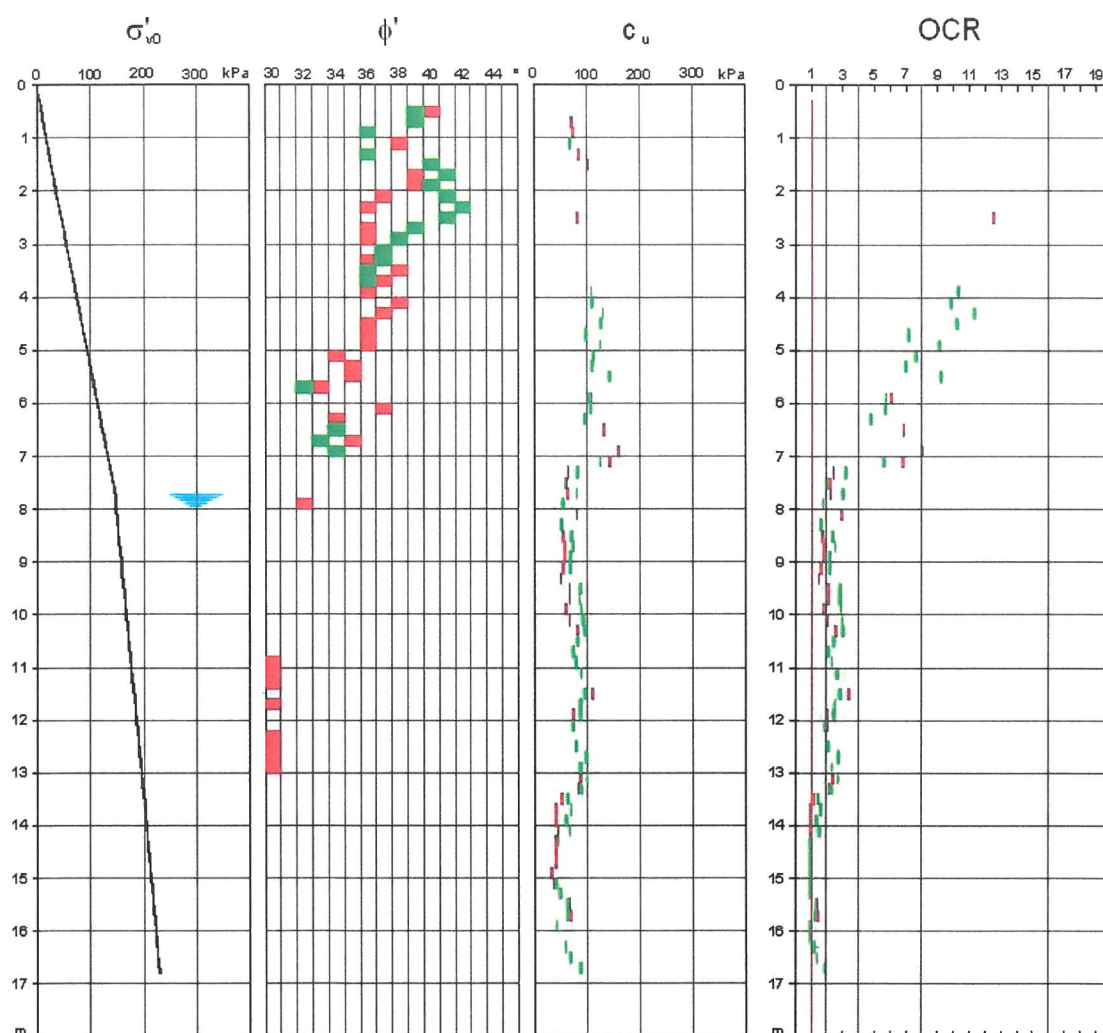


figura 9

3 LA FRANA

Si tratta di uno scoscendimento lungo una superficie curva assai acclive a monte e affiorante con moderata pendenza opposta in alveo.

L'inversione può collocarsi nello strato naturale contraddistinto dalla minore resistenza penetrometrica.

Considerando realistici gli angoli d'attrito in termini di tensioni efficaci desunti dai CPT, occorre chiedersi come un paramento con inclinazione mediamente inferiore sia giunto all'instabilità.

Probabilmente la causa va ricercata nella stessa composizione granulometrica del rilevato nel tratto in crisi.

Infatti, qualora la sabbia avesse accelerato la saturazione del corpo durante una piena, altrettanto favorita sarebbe stata la cessione dell'acqua durante il successivo svaso.

Ad incrementare la permeabilità avrebbe poi concorso la fratturazione per ritiro degli orizzonti coesivi, esposti per lungo tempo all'essiccamento.

I valori particolarmente elevati di OCR deporrebbero in tal senso.

In casi del genere, la filtrazione genera pressioni con effetti negativi sulla stabilità.

Proseguendo nelle congetture, la frana avrebbe minato la fondazione del muro di ripa ed aggiunto un sovraccarico a tergo, provocando il ribaltamento del manufatto ed esponendolo alla successiva demolizione da parte della corrente.

Dunque, l'interpretazione desumibile dai dati attualmente disponibili esclude che il dissesto sia dovuto all'insufficiente capacità portante del terreno di base, giacché, altrimenti, il fenomeno avrebbe interessato un tratto d'argine assai più lungo.

Piuttosto sembra più probabile che la cava di prestito abbia fornito materiale non idoneo per edificare la particolare porzione in crisi.

4 RIMEDI

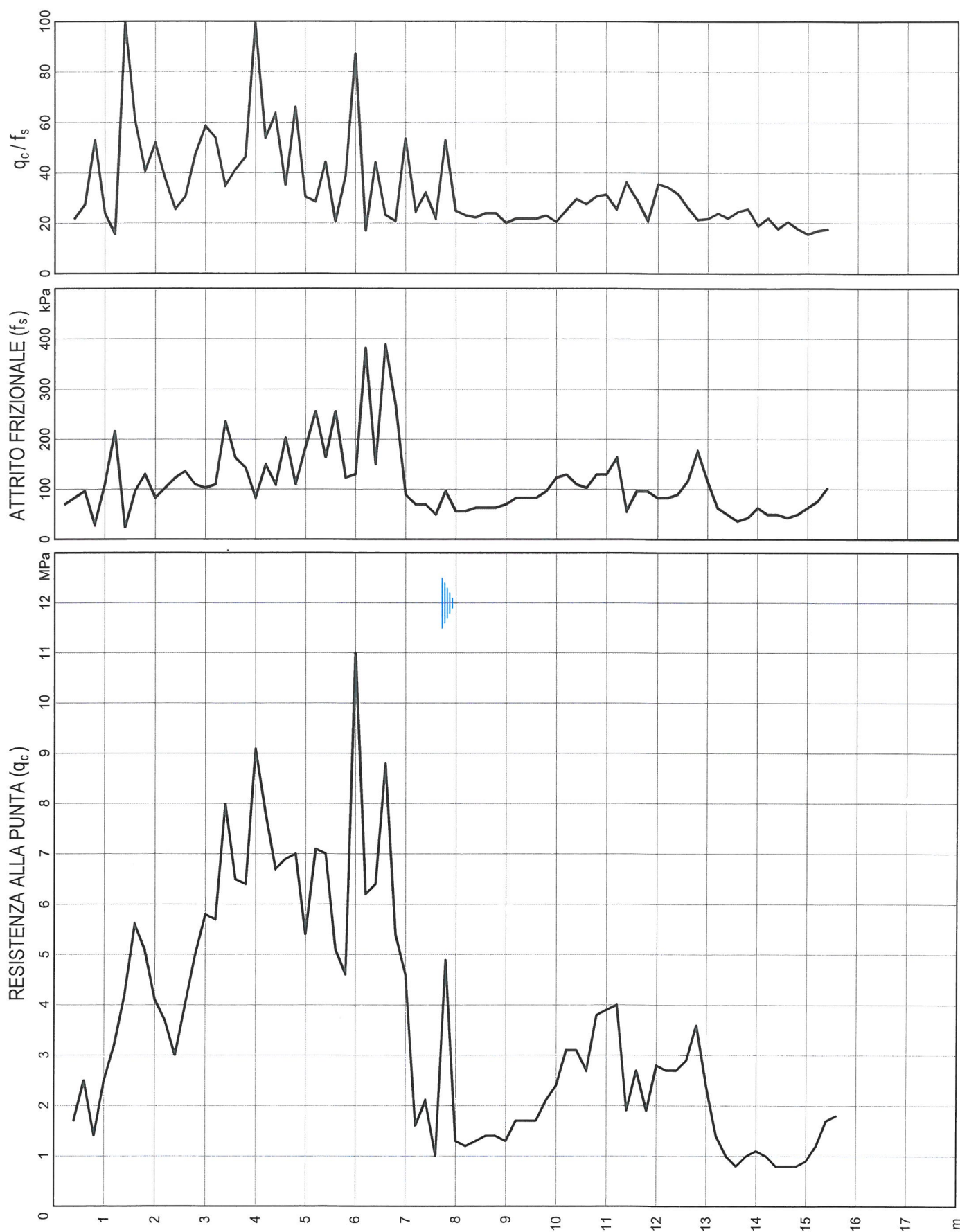
Prescindendo dalle ulteriori analisi geotecniche, si deve delineare una soluzione.

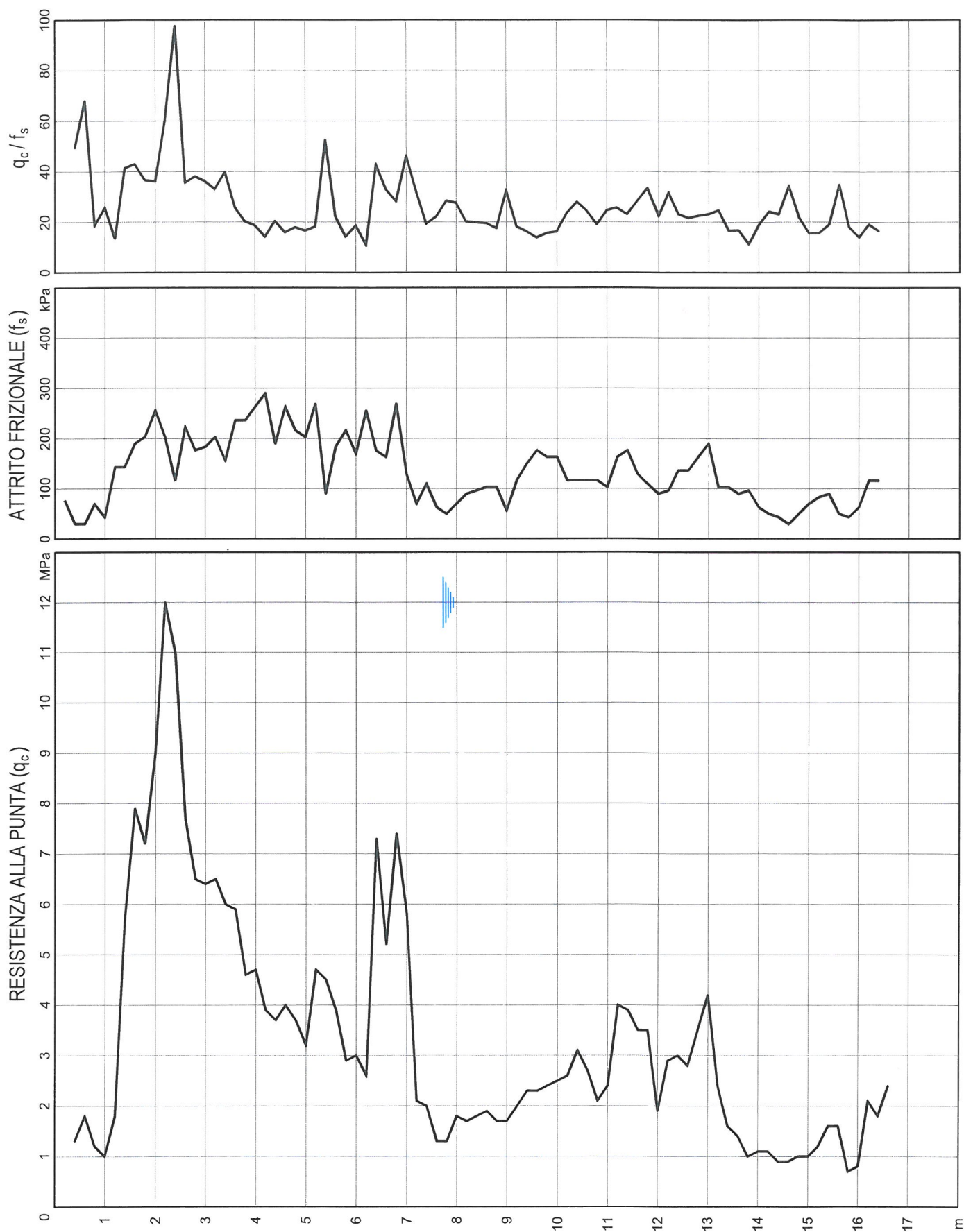
Certamente occorre ripristinare il muro di ripa, che, in via d'urgenza, potrà essere realizzato tramite un palancolato metallico e provvedere in un secondo tempo alla sua estetica.

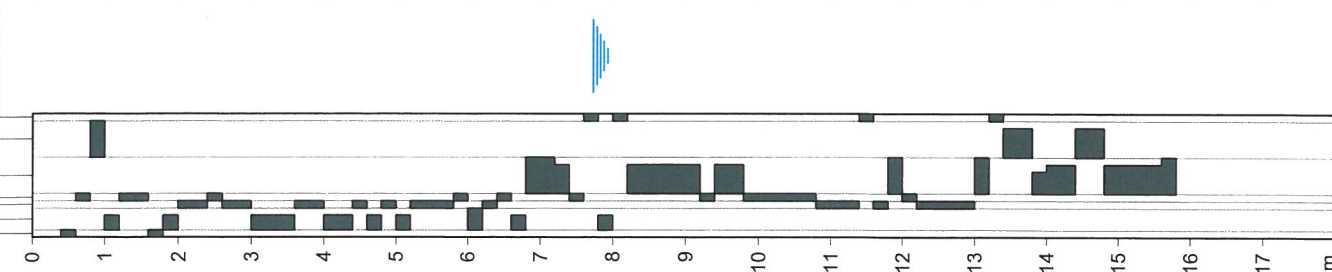
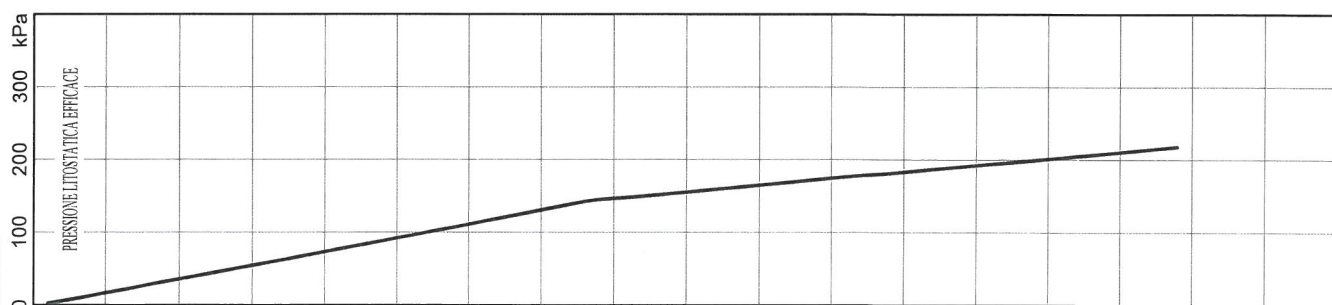
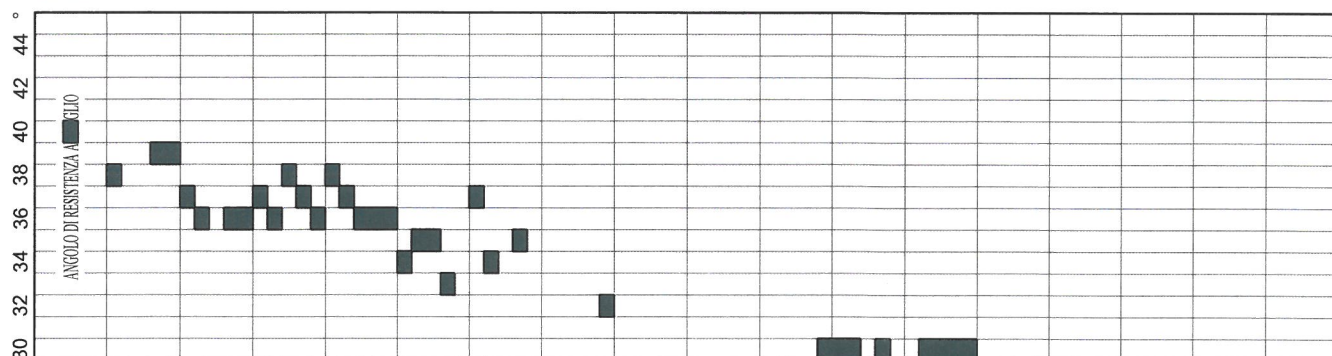
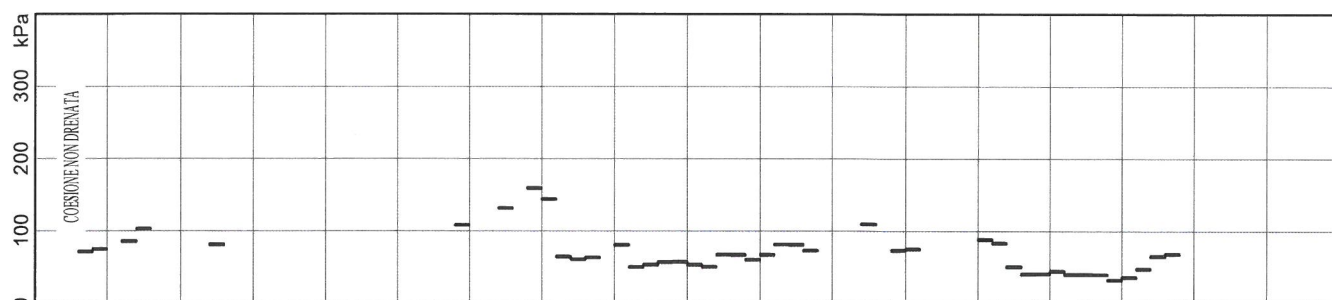
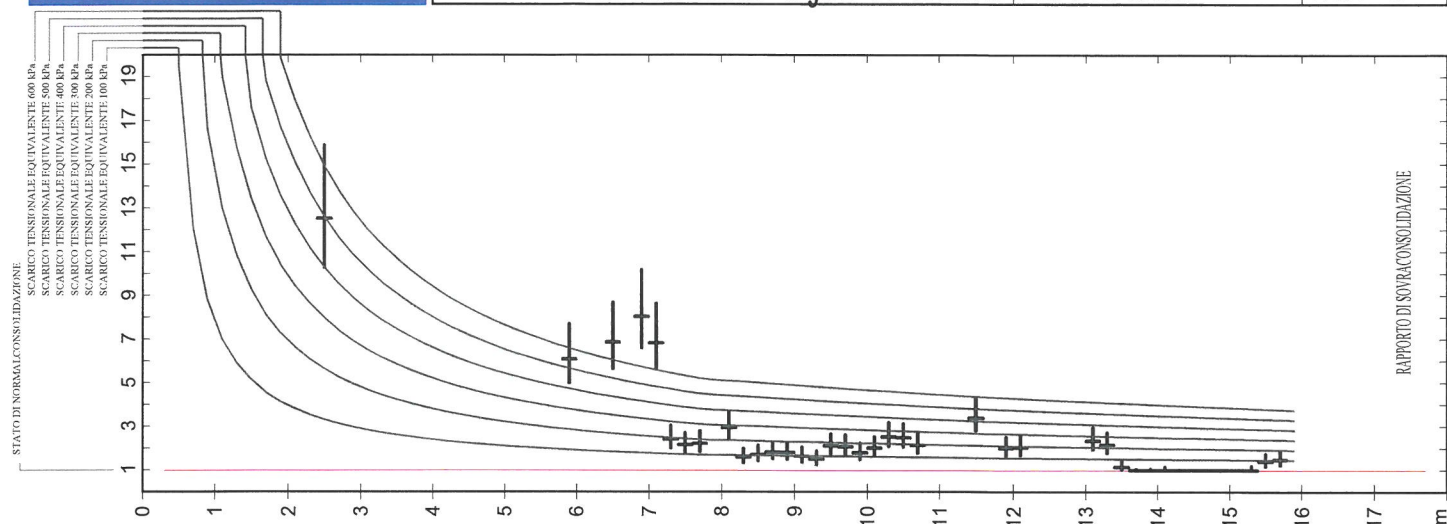
Per ricreare l'antica banca occorrerà sostituire le terre fradice con materiale che, grazie alla costipazione, offra buone caratteristiche meccaniche.

Le stesse terre ed i medesimi trattamenti riguarderanno l'elevazione della parte mancante dell'argine, dopo aver realizzato opportuni ammorsamenti con l'esistente, e, soprattutto, curando di rispettare le granulometrie miste consigliate per le opere di quel tipo.





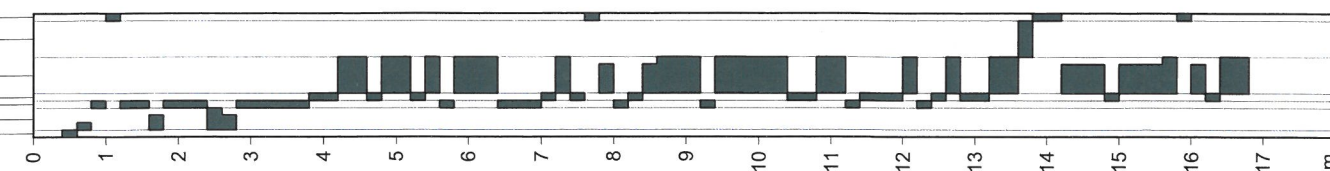
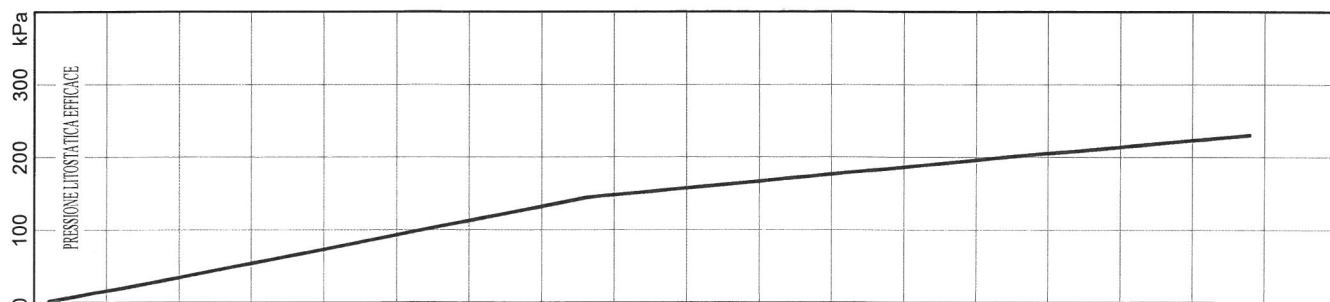
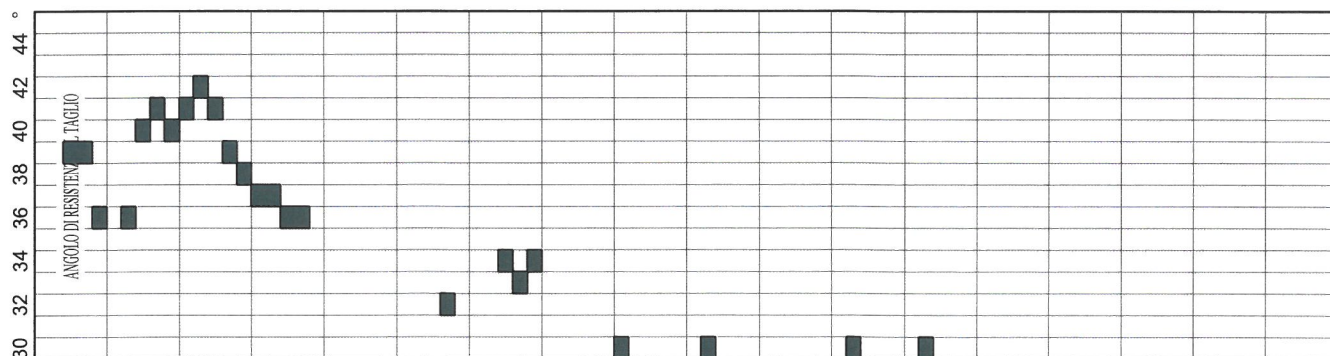
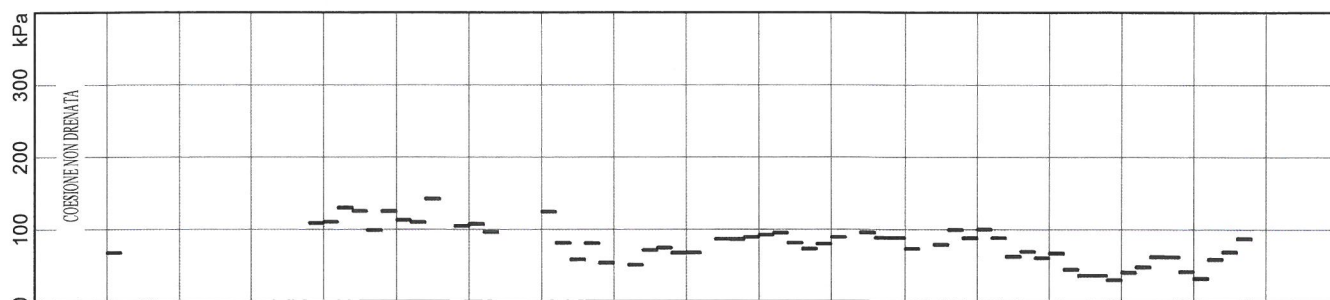
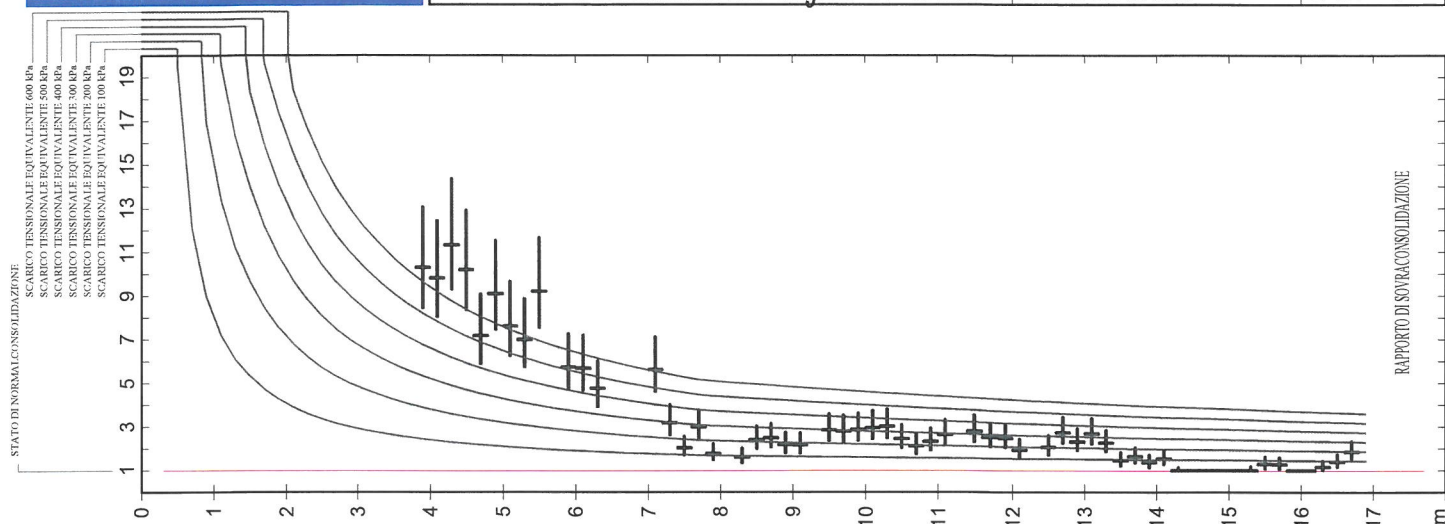




GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE ■ SCIOGLTE ■ MEDIE ■ DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILT-OSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSI ■
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI ■
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI ■

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADDE E FOOT, 1974 - LADDE ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
 SCHMERTMANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967. SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006

MEDIE	DURE	MOLTO DURE
-------	------	------------



ARGILLE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
 SABBIE ■ SCIOLE ■ MEDIE ■ DENSE ■
 MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILT, ARGILLOSI
 ARGILLE SABBIOSE E SILT-OSE
 ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSI ■
 ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI ■ MOI ■
 ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI ■

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
 SCHMERTMANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967. SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006

SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.