
DESCRIZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE HVSR

- committente:	Con.gi Maione Fiore Pasquale e Viscusi Giovanna	- data:	20/03/2015
- lavoro:	Progetto di ampliamento di un fabbricato	- Commessa:	W043
- località:	Via Gavetelle – Bucciano (BN)	- Rif:	GT010
- note:			

Premessa

Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico), sono onde meccaniche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} – 10^{-2} mm e, se contengono alte frequenze (>0.5 Hz), sono *microtremori* e, se basse, *microsismi*. Le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali ect..

Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima degli effetti di sito, della velocità delle onde di taglio S, degli effetti sulle strutture delle vibrazioni (norma UNI9916) e per la loro caratterizzazione dinamica

Nel presente lavoro è stato eseguita 2 misure di vibrazioni o microtremori, per un intervallo di 20 min e con una frequenza di campionamento di 128 Hz. La misura è stata interpretata con il metodo HVSR ottenendo utili informazioni sulla frequenza di risonanza del suolo, sulla velocità delle onde S e sulla stratigrafia.

Metodologia di analisi dei microtremori

Se le sorgenti del rumore sismico possono essere considerate indipendenti e attorno al punto di misura in modo statisticamente uniforme, allora la parte 'persistente' del campo d'onda sarà quella associata alle sole caratteristiche comuni a tutti i treni d'onda presenti ossia alle caratteristiche strutturali del terreno o dell'edificio.

Da queste considerazioni emerge che, applicando procedure di tipo statistico, è possibile individuare all'interno del rumore forme persistenti che dipendono solo dalla struttura del sottosuolo o dell'edificio.

Questo modello costituisce la base per la caratterizzazione dinamica del terreno e degli edifici con tecniche passive:

- tecnica H/V o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)
- tecnica del sito di riferimento (SSR)
- tecnica del rapporto degli spettri rispetto ad un sito di riferimento

In particolare, quando un treno d'onda passa da un corpo rigido ad uno meno rigido, la sua componente orizzontale (onde rayleigh) si amplifica e quella verticale rimane invariata ossia il rapporto H/V diventa maggiore di uno.

Il metodo fu applicato applicata da Nogoshi e Igarashi (1970) in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che la curva HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli (es. Field e Jacob. 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Shet e Wohlenberg, 1999; Bindi et al., 2000, Fah et al., 2001; Delgado et al., 2000. Mucciarelli et al., 2001 e referenze in esso contenute, Parolai et al., 2002; Parolai et al., 2004 solo per citarne alcune) e tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach et al., 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso

(es. Guillier et al., 2005). Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico.

Tale tecnica viene anche utilizzata (Gallipoli, Gamal, Parolai ed ali) per determinare la frequenza di risonanza degli edifici ed in tal caso si esegue il rapporto fra le componenti spettrali del moto ad un dato piano e quelle ad un piano di riferimento, in generale quello alla base dell'edificio.

Strumenti, acquisizione e elaborazione

È stato utilizzato per la misura dei microtremori il tromografo TROMINO di marca Micromed. Lo strumento dispone di 9 canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alto guadagno (per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale, fino a 1.5 mm/s ~), tre velocimetri a basso guadagno (per la registrazione di vibrazioni forti fino a 5 cm/s ~) e tre accelerometri (per monitoraggio di vibrazioni fino a 5 g) disposti secondo tre direzioni ortogonali, più un canale per il segnale GPS. I velocimetri e gli accelerometri sono smorzati criticamente e trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 24 bit. Le caratteristiche progettuali di TROMINO consentono una accuratezza relativa maggiore di 10^{-4} sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz e la frequenza dei sensori va da 0.1 Hz fino a 1024 Hz.

Dispone, inoltre, di un 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione), ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione

tra diverse unità, modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie)

Il moto del terreno è amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash. Da questa il segnale può essere trasferito ad un PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, si può archiviare e analizzare il segnale. I segnali sono sempre corretti tenendo conto della funzione di trasferimento dello strumento.

Il rumore sismico, acquisto con i canali ad alto guadagno viene registrato nelle sue tre componenti da pochi minuti (se si studiano problemi stratigrafici superficiali o edifici) a decine di minuti (se si studiano problemi stratigrafici profondi). In fase di analisi del segnale, per la tecnica dei rapporti spettrali, si procede come di seguito indicato.

1. i segnali sono filtrati con un algoritmo anti trigger per eliminare i transienti e per tenere solo la parte stazionaria del segnale
2. La registrazione viene suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno (20 sec nel caso nostro ponendo maggiore attenzione alle frequenze > 1Hz).
3. Per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segnale nelle tre componenti.
4. Per ogni segmento è calcolato lo spettro della velocità media nelle tre componenti e si lisciano secondo con una finestra triangolare con ampiezza pari al 20% della frequenza centrale,
5. Si effettua il rapporto fra la media delle componenti orizzontali e la componente verticale ottenendo L'HVSR
6. si riconoscono i picchi significativi sulla curva HVSR e si effettua l'inversione basata sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). L'inversione si effettua confrontando la curva sperimentale con una teorica ottenuta stabilendo un certo numero di strati ed assegnando ad essi un valore di velocità delle onde S e lo spessore. Quando le due curve sono simili, il modello teorico è quello che meglio rappresenta la situazione reale.

Operazioni di campagna e interpretazione

Nel presente lavoro si è eseguita 2 misure del rumore sismico, l'intervallo di campionamento è stato di 128 Hz e la lunghezza di 20 min.

Le registrazioni sono state trattate con il software Grilla della Micromed che calcola gli spettri delle tre componenti, l'HVSR, la direzionalità e stazionarietà del segnale e l'inversione della curva HVSR. L'inversione si basa sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh

e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations) si è occupato di stabilire linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola ed in array. Esso ha anche fornito dei criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la significatività dei picchi H/V eventualmente trovati.

Per la stazione in oggetto si rappresentano:

1. i parametri di acquisizione e di elaborazione
2. l'HVSR
3. i diagrammi temporali dell'HVSR che dimostrano la persistenza temporale dell'ampiezza per ogni misura e che pertanto eliminano l'ipotesi di cause transitorie per le frequenze considerate
4. gli spettri delle tre componenti
5. il confronto fra la curva teorica sperimentale e quella sintetica ricavata con l'inversione
6. il modello di inversione della curva HVSR in formato numerico e grafico.

TROMINO BUCCIANO – TR01

Instrument: TEP-0009/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 20/03/15 14:40:25 End recording: 20/03/15 15:00:25

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 68% trace (manual window selection)

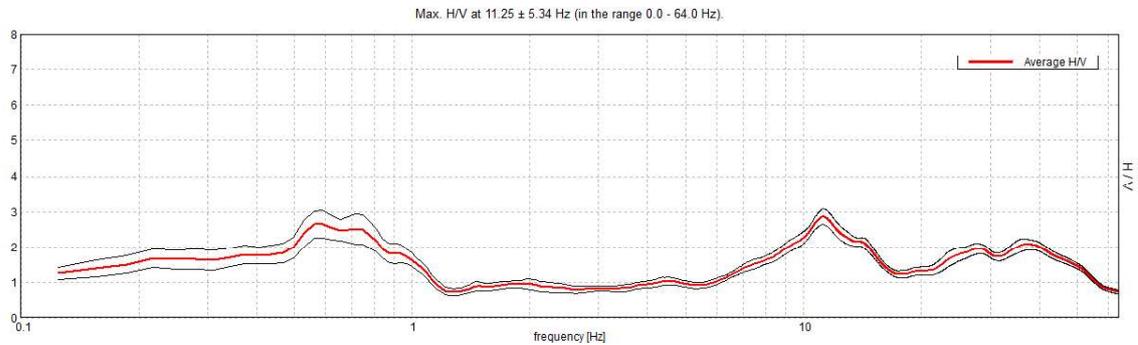
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 30 s

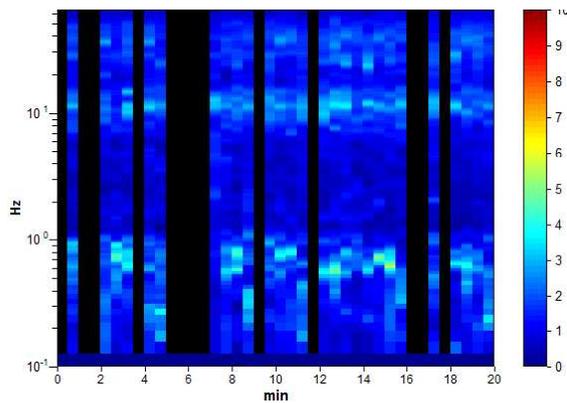
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

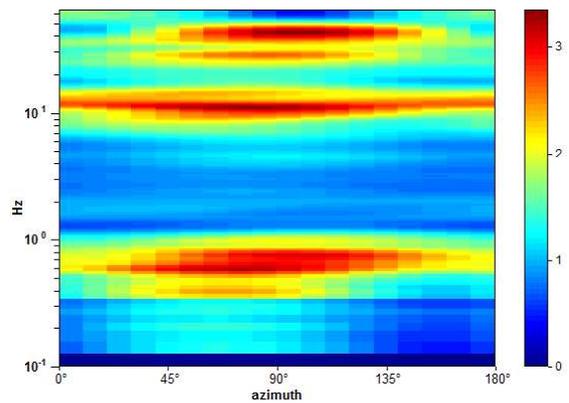
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



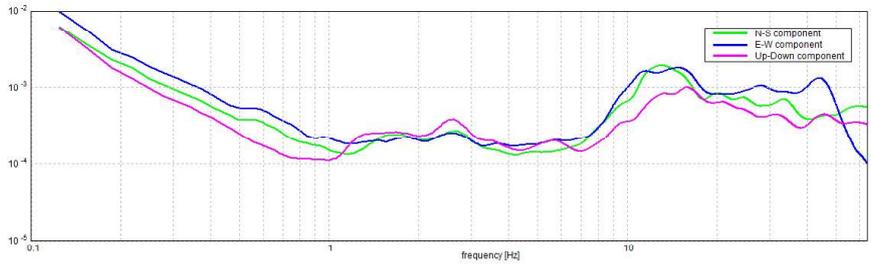
H/V TIME HISTORY



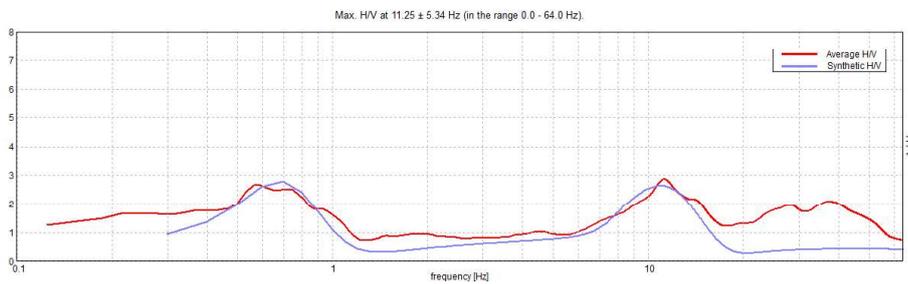
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

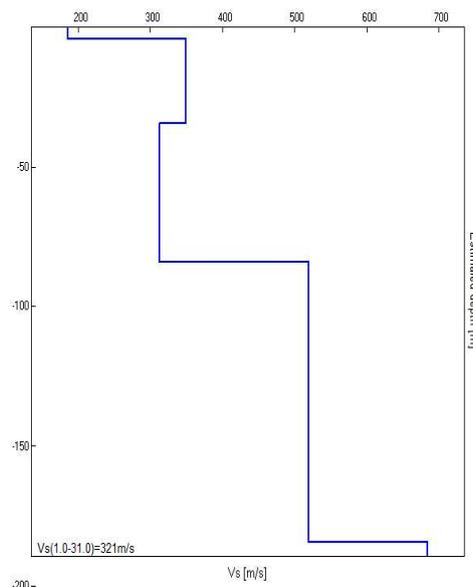


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	185	0.45
34.00	30.00	349	0.45
84.00	50.00	313	0.45
184.00	100.00	520	0.45
inf.	inf.	685	0.45

Vs(1.0-31.0) = 321m/s



CONCLUSIONI.

Dall'analisi dei microtremori si è ricavato l'HVSR sperimentale. Si osservano due massimi sulla curva. Questi soddisfano le condizioni di isodirezionalità e stazionarietà e, in corrispondenza della frequenza a cui si ha il massimo sull'HVSR, sugli spettri si osserva che si amplificano solo le componenti orizzontali (forma classica ad occhio). Tutto ciò implica che i segnali sono modificati dalla struttura geologica del sottosuolo, non da eventuali disturbi, e che i massimi rappresentano le frequenze di risonanza del sito (E' riconosciuto a livello internazionale che la tecnica H/V permette di misurare e non derivare da altri fattori la frequenza di risonanza - vedi bibliografia nel paragrafo "metodologia").

Sulla curva si riconosce anche un tratto in cui $H/V < 1$ per la presenza di una inversione di velocità.

La frequenza fondamentale (massima ampiezza) è a 11.25 Hz ed il massimo relativo è dovuto al contrasto di impedenza a 38.3 m di profondità. Il massimo alla frequenza 23.13 Hz è dovuto al contrasto di impedenza a 4.0 m di profondità.

Per frequenze intorno a quelle di risonanza si può avere il **fenomeno della doppia risonanza** e, pertanto, bisognerà assicurarsi che le strutture che si andranno ad edificare non abbiano le stesse frequenze.

Dove l'HVSR è maggiore di 1 si ha amplificazione del segnale sismico che con la tecnica HVSR non è quantificabile. Una stima approssimata del fattore di amplificazione, ad 1 m di profondità, è data dalla relazione:

- in corrispondenza della frequenza freq. 11.25 Hz

$$FAD = (V_b \cdot \rho_b) / (V_s \cdot \rho_s) = (1.9 \cdot 349) / (1.7 \cdot 185) = 2.1 \text{ per TR1}$$

Dove l'appendice s sta per strato sofficie e b per bedrock; le Vs e densità sono quelle medie al di sopra e al di sotto della discontinuità.

Il FAD, sia se non ricade nel campo dello spettro NTC 2008 ad accelerazione costante, sia se maggiore di quello della normativa, F_0 , indica che adottando gli spettri NTC 2008 si ha una sottostima dell'azione sismica.

L'inversione della Curva HVSR ha fornito, anche, il profilo delle velocità delle onde S e quindi il V_{S30} , calcolato ad un metro di profondità dal p.c..

E' necessario sottolineare che, in tutti i codici che simulano la propagazione delle onde di superficie, i parametri V_p e densità sono estremamente poco influenti ai fini del modello. Ne consegue che:

IN NESSUN CASO SI PUO' RITENERE CHE IL MODELLO DIA PROFILI DI V_p E DENSITA'

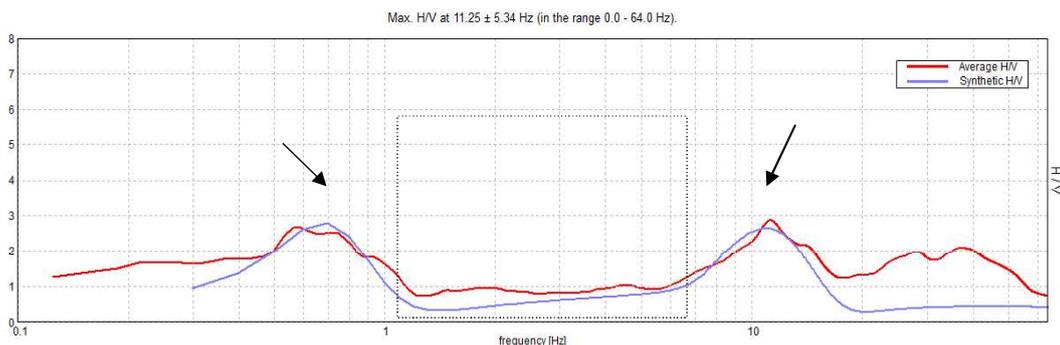
Questo, sottolineiamo ancora, vale per qualsiasi codice basato sulle onde di superficie. L'implicazione diretta è che i valori di V_p e densità da introdurre nel codice possono essere praticamente qualsiasi, seppur ragionevoli

Il modello - opportunamente applicato - può invece essere considerato uno stimatore del profilo di Vs con errori confrontabili a quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità.

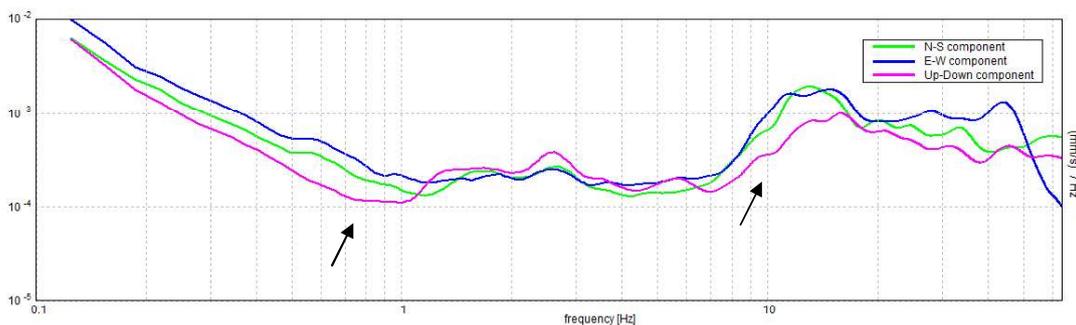
Di seguito sono riportati l'HVSR, gli spettri lungo la direzione N, E e verticale, i sismostrati ricavati dall'inversione e il risultato del calcolo del Vs30 a 1 metro di profondità

TROMINO BUCCIANO - TR01

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Nel grafico, l'HVSR teorico, colore blu, e quello sperimentale, nero. Con la freccia sono indicati i massimi significativi.



Le frecce indicano la classica forma ad occhio degli spettri che si ha quando un'onda meccanica passa da uno strato ad un altro a rigidità diversa

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	185	0.45
34.00	30.00	349	0.45
84.00	50.00	313	0.45
184.00	100.00	520	0.45
inf.	inf.	685	0.45

Vs(1.0-31.0) = 321m/s

Paolisi, 26 marzo 2015



DESCRIZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE HVSR

- committente:	Amministrazione comunale di Bucciano	- data:	24/07/2015
- lavoro:	Riqualificazione ex scuola materna per asilo nido	- Commessa:	W113
- località:	Via Gavetelle – Bucciano (BN)	- Rif:	GT023
- note:			

Premessa

Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico), sono onde meccaniche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} – 10^{-2} mm e, se contengono alte frequenze (>0.5 Hz), sono *microtremori* e, se basse, *microsismi*. Le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali ect..

Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima degli effetti di sito, della velocità delle onde di taglio S, degli effetti sulle strutture delle vibrazioni (norma UNI9916) e per la loro caratterizzazione dinamica

Nel presente lavoro è stata eseguita 2 misure di vibrazioni o microtremori, per un intervallo di 20 min e con una frequenza di campionamento di 128 Hz. La misura è stata interpretata con il metodo HVSR ottenendo utili informazioni sulla frequenza di risonanza del suolo, sulla velocità delle onde S e sulla stratigrafia.

Metodologia di analisi dei microtremori

Se le sorgenti del rumore sismico possono essere considerate indipendenti e attorno al punto di misura in modo statisticamente uniforme, allora la parte 'persistente' del campo d'onda sarà quella associata alle sole caratteristiche comuni a tutti i treni d'onda presenti ossia alle caratteristiche strutturali del terreno o dell'edificio.

Da queste considerazioni emerge che, applicando procedure di tipo statistico, è possibile individuare all'interno del rumore forme persistenti che dipendono solo dalla struttura del sottosuolo o dell'edificio.

Questo modello costituisce la base per la caratterizzazione dinamica del terreno e degli edifici con tecniche passive:

- tecnica H/V o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)
- tecnica del sito di riferimento (SSR)
- tecnica del rapporto degli spettri rispetto ad un sito di riferimento

In particolare, quando un treno d'onda passa da un corpo rigido ad uno meno rigido, la sua componente orizzontale (onde rayleigh) si amplifica e quella verticale rimane invariata ossia il rapporto H/V diventa maggiore di uno.

Il metodo fu applicato applicata da Nogoshi e Igarashi (1970) in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che la curva HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli (es. Field e Jacob. 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Shet e Wohlenberg, 1999; Bindi et al., 2000, Fah et al., 2001; Delgado et al., 2000. Mucciarelli et al., 2001 e referenze in esso contenute, Parolai et al., 2002; Parolai et al., 2004 solo per citarne alcune) e tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach et al., 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso

(es. Guillier et al., 2005). Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico.

Tale tecnica viene anche utilizzata (Gallipoli, Gamal, Parolai ed ali) per determinare la frequenza di risonanza degli edifici ed in tal caso si esegue il rapporto fra le componenti spettrali del moto ad un dato piano e quelle ad un piano di riferimento, in generale quello alla base dell'edificio.

Strumenti, acquisizione e elaborazione

È stato utilizzato per la misura dei microtremori il tromografo TROMINO di marca Micromed. Lo strumento dispone di 9 canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alto guadagno (per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale, fino a 1.5 mm/s \sim), tre velocimetri a basso guadagno (per la registrazione di vibrazioni forti fino a 5 cm/s \sim) e tre accelerometri (per monitoraggio di vibrazioni fino a 5 g) disposti secondo tre direzioni ortogonali, più un canale per il segnale GPS. I velocimetri e gli accelerometri sono smorzati criticamente e trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 24 bit. Le caratteristiche progettuali di TROMINO consentono una accuratezza relativa maggiore di 10^{-4} sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz e la frequenza dei sensori va da 0.1 Hz fino a 1024 Hz.

Dispone, inoltre, di un 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione), ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione

tra diverse unità, modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie)

Il moto del terreno è amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash. Da questa il segnale può essere trasferito ad un PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, si può archiviare e analizzare il segnale. I segnali sono sempre corretti tenendo conto della funzione di trasferimento dello strumento.

Il rumore sismico, acquisto con i canali ad alto guadagno viene registrato nelle sue tre componenti da pochi minuti (se si studiano problemi stratigrafici superficiali o edifici) a decine di minuti (se si studiano problemi stratigrafici profondi). In fase di analisi del segnale, per la tecnica dei rapporti spettrali, si procede come di seguito indicato.

1. i segnali sono filtrati con un algoritmo anti trigger per eliminare i transienti e per tenere solo la parte stazionaria del segnale
2. La registrazione viene suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno (20 sec nel caso nostro ponendo maggiore attenzione alle frequenze > 1Hz).
3. Per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segnale nelle tre componenti.
4. Per ogni segmento è calcolato lo spettro della velocità media nelle tre componenti e si lisciano secondo con una finestra triangolare con ampiezza pari al 20% della frequenza centrale,
5. Si effettua il rapporto fra la media delle componenti orizzontali e la componente verticale ottenendo L'HVSR
6. si riconoscono i picchi significativi sulla curva HVSR e si effettua l'inversione basata sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). L'inversione si effettua confrontando la curva sperimentale con una teorica ottenuta stabilendo un certo numero di strati ed assegnando ad essi un valore di velocità delle onde S e lo spessore. Quando le due curve sono simili, il modello teorico è quello che meglio rappresenta la situazione reale.

Operazioni di campagna e interpretazione

Nel presente lavoro si è eseguita 2 misure del rumore sismico, l'intervallo di campionamento è stato di 128 Hz e la lunghezza di 20 min.

Le registrazioni sono state trattate con il software Grilla della Micromed che calcola gli spettri delle tre componenti, l'HVSR, la direzionalità e stazionarietà del segnale e l'inversione della curva HVSR. L'inversione si basa sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh

e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations) si è occupato di stabilire linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola ed in array. Esso ha anche fornito dei criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la significatività dei picchi H/V eventualmente trovati.

Per la stazione in oggetto si rappresentano:

1. i parametri di acquisizione e di elaborazione
2. l'HVSR
3. i diagrammi temporali dell'HVSR che dimostrano la persistenza temporale dell'ampiezza per ogni misura e che pertanto eliminano l'ipotesi di cause transitorie per le frequenze considerate
4. gli spettri delle tre componenti
5. il confronto fra la curva teorica sperimentale e quella sintetica ricavata con l'inversione
6. il modello di inversione della curva HVSR in formato numerico e grafico.

TROMINO BUCCIANO – TR01

Instrument: TEP-0009/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 24/07/15 13:35:14 End recording: 24/07/15 13:55:14

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 68% trace (manual window selection)

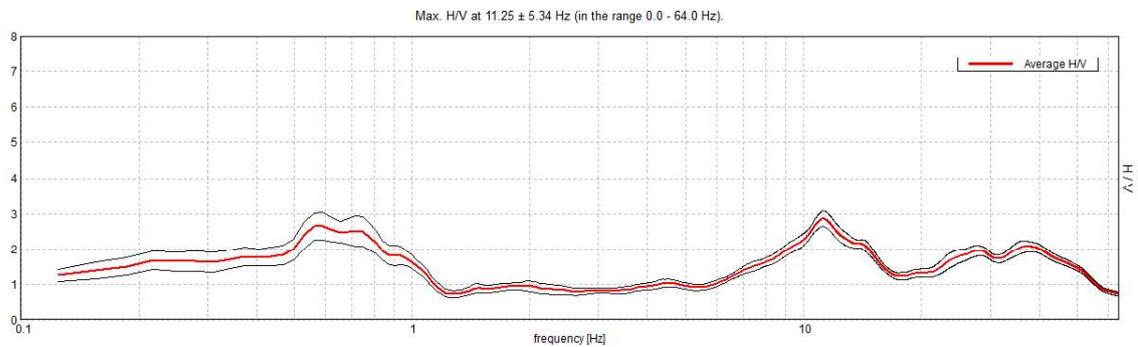
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 30 s

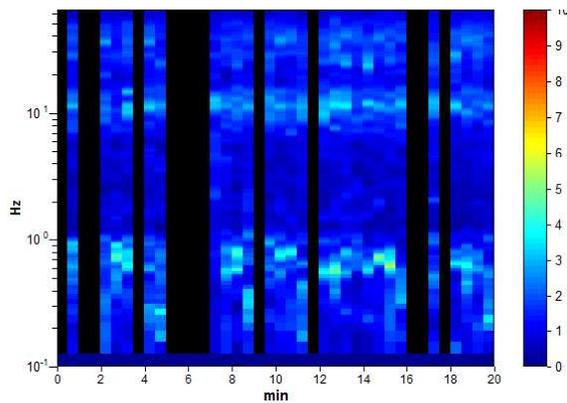
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

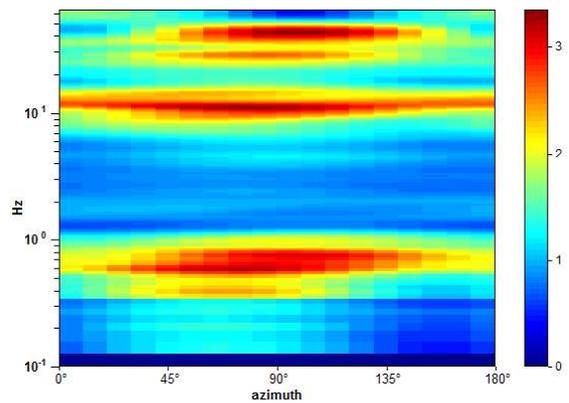
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



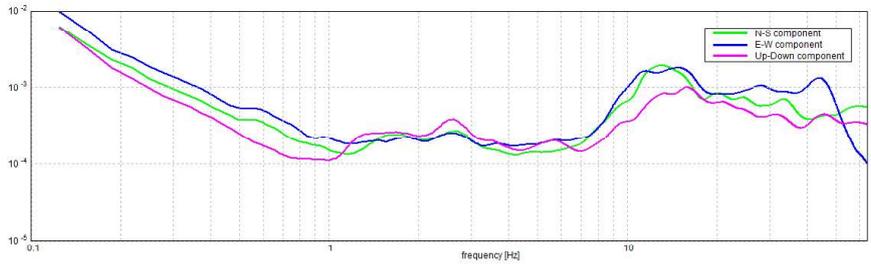
H/V TIME HISTORY



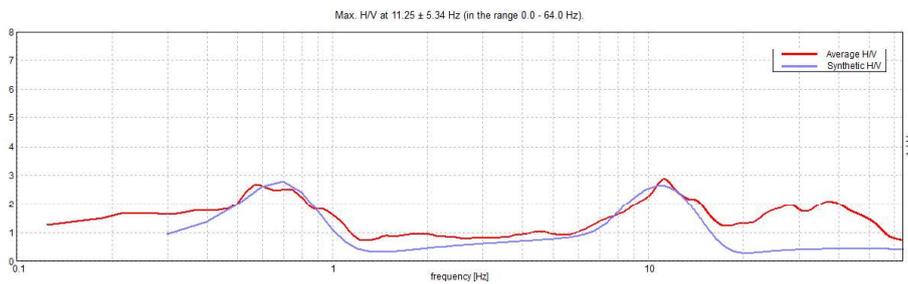
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

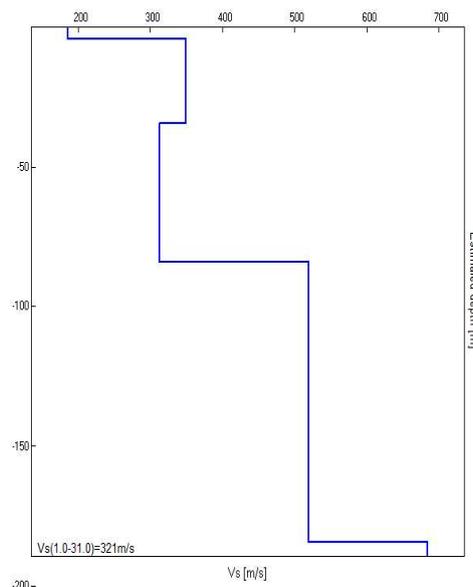


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	185	0.45
34.00	30.00	349	0.45
84.00	50.00	313	0.45
184.00	100.00	520	0.45
inf.	inf.	685	0.45

Vs(1.0-31.0) = 321m/s



CONCLUSIONI.

Dall'analisi dei microtremori si è ricavato l'HVSR sperimentale. Si osservano due massimi sulla curva. Questi soddisfano le condizioni di isodirezionalità e stazionarietà e, in corrispondenza della frequenza a cui si ha il massimo sull'HVSR, sugli spettri si osserva che si amplificano solo le componenti orizzontali (forma classica ad occhio). Tutto ciò implica che i segnali sono modificati dalla struttura geologica del sottosuolo, non da eventuali disturbi, e che i massimi rappresentano le frequenze di risonanza del sito (E' riconosciuto a livello internazionale che la tecnica H/V permette di misurare e non derivare da altri fattori la frequenza di risonanza - vedi bibliografia nel paragrafo "metodologia").

Sulla curva si riconosce anche un tratto in cui $H/V < 1$ per la presenza di una inversione di velocità.

La frequenza fondamentale (massima ampiezza) è a 11.25 Hz ed il massimo relativo è dovuto al contrasto di impedenza a 38.3 m di profondità. Il massimo alla frequenza 23.13 Hz è dovuto al contrasto di impedenza a 4.0 m di profondità.

Per frequenze intorno a quelle di risonanza si può avere il **fenomeno della doppia risonanza** e, pertanto, bisognerà assicurarsi che le strutture che si andranno ad edificare non abbiano le stesse frequenze.

Dove l'HVSR è maggiore di 1 si ha amplificazione del segnale sismico che con la tecnica HVSR non è quantificabile. Una stima approssimata del fattore di amplificazione, ad 1 m di profondità, è data dalla relazione:

- in corrispondenza della frequenza freq. 11.25 Hz

$$FAD = (V_b \cdot \rho_b) / (V_s \cdot \rho_s) = (1.9 \cdot 349) / (1.7 \cdot 185) = 2.1 \text{ per TR1}$$

Dove l'appendice s sta per strato soffice e b per bedrock; le Vs e densità sono quelle medie al di sopra e al di sotto della discontinuità.

Il FAD, sia se non ricade nel campo dello spettro NTC 2008 ad accelerazione costante, sia se maggiore di quello della normativa, F_0 , indica che adottando gli spettri NTC 2008 si ha una sottostima dell'azione sismica.

L'inversione della Curva HVSR ha fornito, anche, il profilo delle velocità delle onde S e quindi il V_{S30} , calcolato ad un metro di profondità dal p.c..

E' necessario sottolineare che, in tutti i codici che simulano la propagazione delle onde di superficie, i parametri V_p e densità sono estremamente poco influenti ai fini del modello. Ne consegue che:

IN NESSUN CASO SI PUO' RITENERE CHE IL MODELLO DIA PROFILI DI V_p E DENSITA'

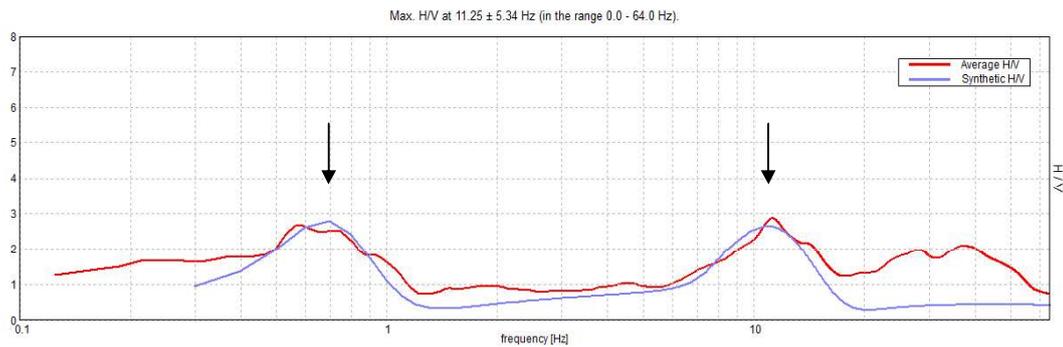
Questo, sottolineiamo ancora, vale per qualsiasi codice basato sulle onde di superficie. L'implicazione diretta è che i valori di V_p e densità da introdurre nel codice possono essere praticamente qualsiasi, seppur ragionevoli

Il modello - opportunamente applicato - può invece essere considerato uno stimatore del profilo di Vs con errori confrontabili a quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità.

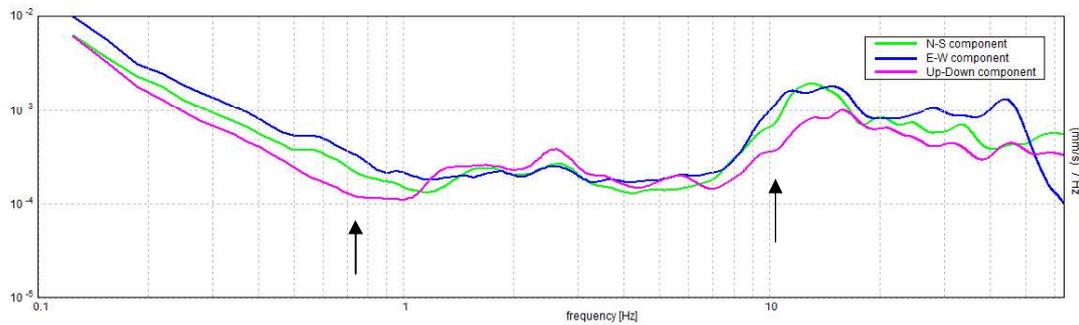
Di seguito sono riportati l'HVSR, gli spettri lungo la direzione N, E e verticale, i sismostrati ricavati dall'inversione e il risultato del calcolo del Vs30 a 1 metro di profondità

TROMINO BUCCIANO - TR01

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Nel grafico, l'HVSR teorico, colore blu, e quello sperimentale, nero. Con la freccia sono indicati i massimi significativi.



Le frecce indicano la classica forma ad occhio degli spettri che si ha quando un'onda meccanica passa da uno strato ad un altro a rigidità diversa

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	185	0.45
34.00	30.00	349	0.45
84.00	50.00	313	0.45
184.00	100.00	520	0.45
inf.	inf.	685	0.45

Vs(1.0-31.0) = 321m/s

Paolisi, 27 luglio 2015



DESCRIZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE HVSR

- committente:	Sig. Verdisco Bruno	- data:	14/09/2017
- lavoro:	Recupero di un fabbricato urbano	- Commessa:	W138
- località:	Via Roma, 67 - Bucciano (BN)	- Rif:	GT030
- note:	Fg.10 - P.Ila 285		

Premessa

Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico), sono onde meccaniche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} – 10^{-2} mm e, se contengono alte frequenze (>0.5 Hz), sono *microtremori* e, se basse, *microsismi*. Le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali ect..

Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima degli effetti di sito, della velocità delle onde di taglio S, degli effetti sulle strutture delle vibrazioni (norma UNI9916) e per la loro caratterizzazione dinamica

Nel presente lavoro è stato eseguita una misura di vibrazioni o microtremori, per un intervallo di 20 min e con una frequenza di campionamento di 128 Hz. La misura è stata interpretata con il metodo HVSR ottenendo utili informazioni sulla frequenza di risonanza del suolo, sulla velocità delle onde S e sulla stratigrafia.

Metodologia di analisi dei microtremori

Se le sorgenti del rumore sismico possono essere considerate indipendenti e attorno al punto di misura in modo statisticamente uniforme, allora la parte 'persistente' del campo d'onda sarà quella associata alle sole caratteristiche comuni a tutti i treni d'onda presenti ossia alle caratteristiche strutturali del terreno o dell'edificio.

Da queste considerazioni emerge che, applicando procedure di tipo statistico, è possibile individuare all'interno del rumore forme persistenti che dipendono solo dalla struttura del sottosuolo o dell'edificio.

Questo modello costituisce la base per la caratterizzazione dinamica del terreno e degli edifici con tecniche passive:

- tecnica H/V o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)
- tecnica del sito di riferimento (SSR)
- tecnica del rapporto degli spettri rispetto ad un sito di riferimento

In particolare, quando un treno d'onda passa da un corpo rigido ad uno meno rigido, la sua componente orizzontale (onde rayleigh) si amplifica e quella verticale rimane invariata ossia il rapporto H/V diventa maggiore di uno.

Il metodo fu applicato applicata da Nogoshi e Igarashi (1970) in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che la curva HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli (es. Field e Jacob. 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Shet e Wohlenberg, 1999; Bindi et al., 2000, Fah et al., 2001; Delgado et al., 2000. Mucciarelli et al., 2001 e referenze in esso contenute, Parolai et al., 2002; Parolai et al., 2004 solo per citarne alcune) e tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach et al., 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso

(es. Guillier et al., 2005). Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico.

Tale tecnica viene anche utilizzata (Gallipoli, Gamal, Parolai ed ali) per determinare la frequenza di risonanza degli edifici ed in tal caso si esegue il rapporto fra le componenti spettrali del moto ad un dato piano e quelle ad un piano di riferimento, in generale quello alla base dell'edificio.

Strumenti, acquisizione e elaborazione

È stato utilizzato per la misura dei microtremori il tromografo TROMINO di marca Micromed. Lo strumento dispone di 9 canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alto guadagno (per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale, fino a 1.5 mm/s ~), tre velocimetri a basso guadagno (per la registrazione di vibrazioni forti fino a 5 cm/s ~) e tre accelerometri (per monitoraggio di vibrazioni fino a 5 g) disposti secondo tre direzioni ortogonali, più un canale per il segnale GPS. I velocimetri e gli accelerometri sono smorzati criticamente e trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 24 bit. Le caratteristiche progettuali di TROMINO consentono una accuratezza relativa maggiore di 10^{-4} sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz e la frequenza dei sensori va da 0.1 Hz fino a 1024 Hz.

Dispone, inoltre, di un canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione), ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità, modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie)

Il moto del terreno è amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash. Da questa il segnale può essere trasferito ad un PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, si può archiviare e analizzare il segnale. I segnali sono sempre corretti tenendo conto della funzione di trasferimento dello strumento.

Il rumore sismico, acquisto con i canali ad alto guadagno viene registrato nelle sue tre componenti da pochi minuti (se si studiano problemi stratigrafici superficiali o edifici) a decine di minuti (se si studiano problemi stratigrafici profondi). In fase di analisi del segnale, per la tecnica dei rapporti spettrali, si procede come di seguito indicato.

1. i segnali sono filtrati con un algoritmo anti trigger per eliminare i transienti e per tenere solo la parte stazionaria del segnale
2. La registrazione viene suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno (30 sec nel caso nostro ponendo maggiore attenzione alle frequenze > 1Hz).
3. Per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segnale nelle tre componenti.
4. Per ogni segmento è calcolato lo spettro della velocità media nelle tre componenti e si lisciano secondo con una finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
5. Si effettua il rapporto fra la media delle componenti orizzontali e la componente verticale ottenendo L'HVSR
6. si riconoscono i picchi significativi sulla curva HVSR e si effettua l'inversione basata sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). L'inversione si effettua confrontando la curva sperimentale con una teorica ottenuta stabilendo un certo numero di strati ed assegnando ad essi un valore di velocità delle onde S e lo spessore. Quando le due curve sono simili, il modello teorico è quello che meglio rappresenta la situazione reale.

Operazioni di campagna e interpretazione

Nel presente lavoro si è eseguita 1 misura del rumore sismico, l'intervallo di campionamento è stato di 128 Hz e la lunghezza di 20 min.

Le registrazioni sono state trattate con il software Grilla della Micromed che calcola gli spettri delle tre componenti, l'HVSR, la direzionalità e stazionarietà del segnale e l'inversione della curva HVSR. L'inversione si basa sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations) si è occupato di stabilire linee guida per la corretta esecuzione delle

misure di microtremore ambientale in stazione singola ed in array. Esso ha anche fornito dei criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la significatività dei picchi H/V eventualmente trovati.

Per la stazione in oggetto si rappresentano:

1. i parametri di acquisizione e di elaborazione
2. l'HVSR
3. i diagrammi temporali dell'HVSR che dimostrano la persistenza temporale dell'ampiezza per ogni misura e che pertanto eliminano l'ipotesi di cause transitorie per le frequenze considerate
4. gli spettri delle tre componenti
5. il confronto fra la curva teorica sperimentale e quella sintetica ricavata con l'inversione
6. il modello di inversione della curva HVSR in formato numerico e grafico.

TROMINO BUCCIANO - TR 01

Strumento: TEP-0009/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/09/17 14:48:21 Fine registrazione: 14/09/17 15:08:21

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

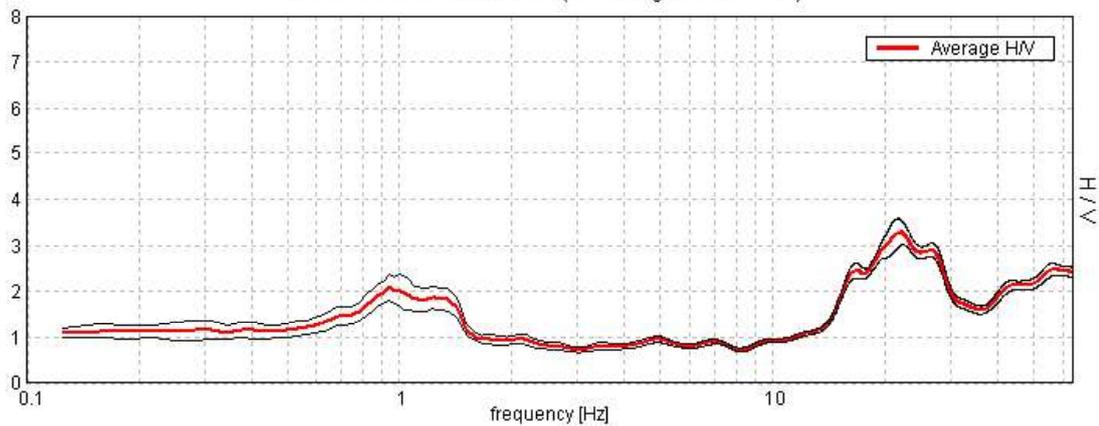
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

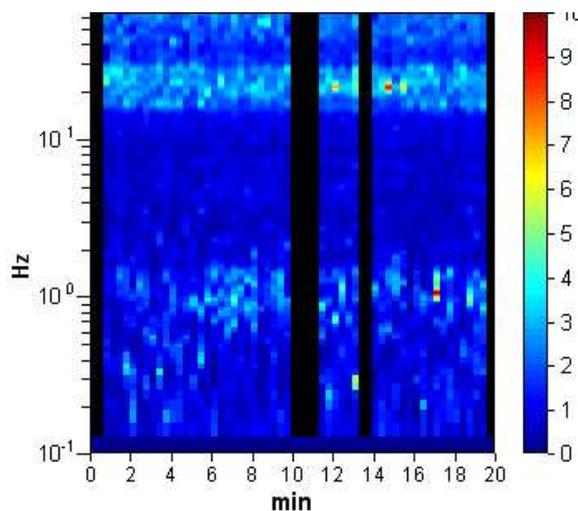
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

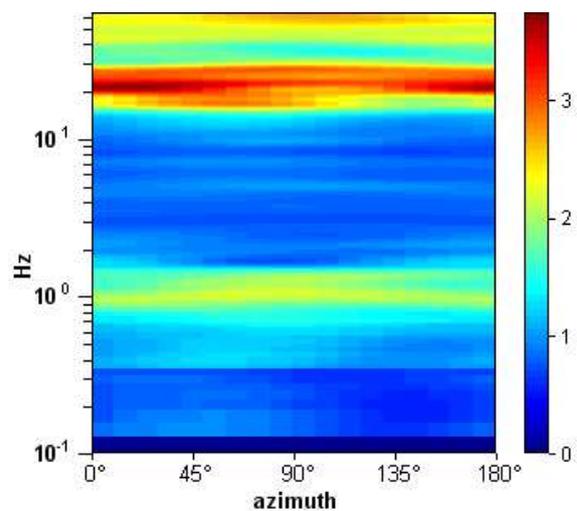
Max. H/V at 21.88 ± 2.04 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



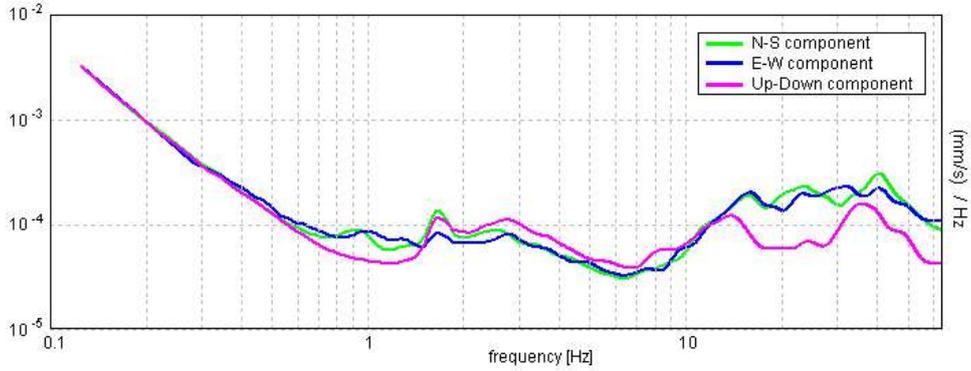
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

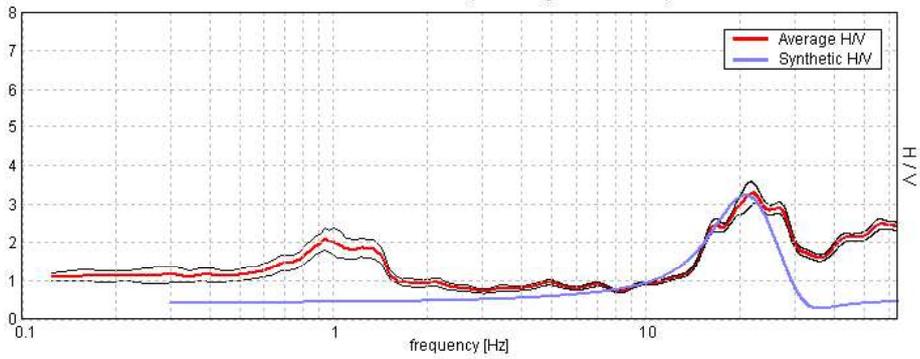


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



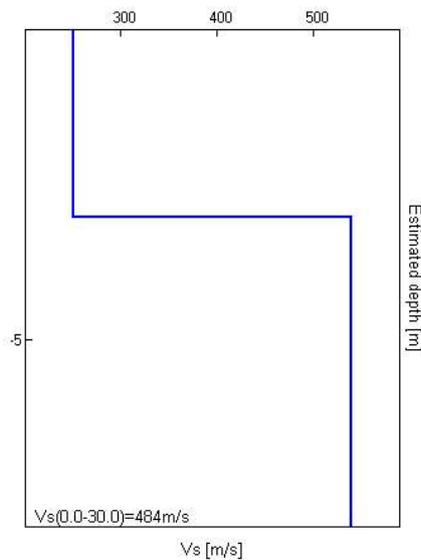
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 21.88 ± 2.04 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.00	3.00	251	0.42
inf.	inf.	540	0.42

Vs(0.0-30.0) = 484 m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente.**]

Picco H/V a 21.88 ± 2.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$21.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$22312.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 1051	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	14.781 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	34.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.28 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.09329 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.04079 < 1.09375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2962 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CONCLUSIONI.

Dall'analisi dei microtremori si è ricavato l'HVSR sperimentale. Si osserva un massimo sulla curva. Questo soddisfa le condizioni di isodirezionalità e stazionarietà e, in corrispondenza della frequenza a cui si ha il massimo sull'HVSR, sugli spettri si osserva che si amplificano solo le componenti orizzontali. Tutto ciò implica che i segnali sono modificati dalla struttura geologica del sottosuolo, non da eventuali disturbi, e che il massimo rappresenta la frequenza di risonanza del sito (E' riconosciuto a livello internazionale che la tecnica H/V permette di misurare e non derivare da altri fattori la frequenza di risonanza - vedi bibliografia nel paragrafo "metodologia").

La frequenza fondamentale (massima ampiezza) è a 21,88 Hz ed il massimo relativo è dovuto al contrasto di impedenza a 3,00 m di profondità.

Per frequenze intorno a quelle di risonanza si può avere il **fenomeno della doppia risonanza** e, pertanto, bisognerà assicurarsi che le strutture che si andranno ad edificare non abbiano le stesse frequenze.

Dove l'HVSR è maggiore di 1 si ha amplificazione del segnale sismico che con la tecnica HVSR non è quantificabile. Una stima approssimata del fattore di amplificazione, a 3,00 m di profondità, è data dalla relazione:

- in corrispondenza della frequenza freq. 21,88 Hz

$$FAD=(V_b*\rho_b)/(V_s*\rho_s)=(2.0*540)/(1.6*281)= 2.40 \text{ per TR1}$$

Dove l'appendice s sta per strato soffice e b per bedrock; le Vs e densità sono quelle medie al di sopra e al di sotto della discontinuità.

Il FAD, sia se non ricade nel campo dello spettro NTC 2008 ad accelerazione costante, sia se maggiore di quello della normativa, F₀, indica che adottando gli spettri NTC 2008 si ha una sottostima dell'azione sismica.

L'inversione della Curva HVSR ha fornito, anche, il profilo delle velocità delle onde S e quindi il Vs₃₀, calcolato a livello del piano campagna.

E' necessario sottolineare che, in tutti i codici che simulano la propagazione delle onde di superficie, i parametri Vp e densità sono estremamente poco influenti ai fini del modello. Ne consegue che:

IN NESSUN CASO SI PUO' RITENERE CHE IL MODELLO DIA PROFILI DI Vp E DENSITA'

Questo, sottolineiamo ancora, vale per qualsiasi codice basato sulle onde di superficie. L'implicazione diretta è che i valori di Vp e densità da introdurre nel codice possono essere praticamente qualsiasi, seppur ragionevoli

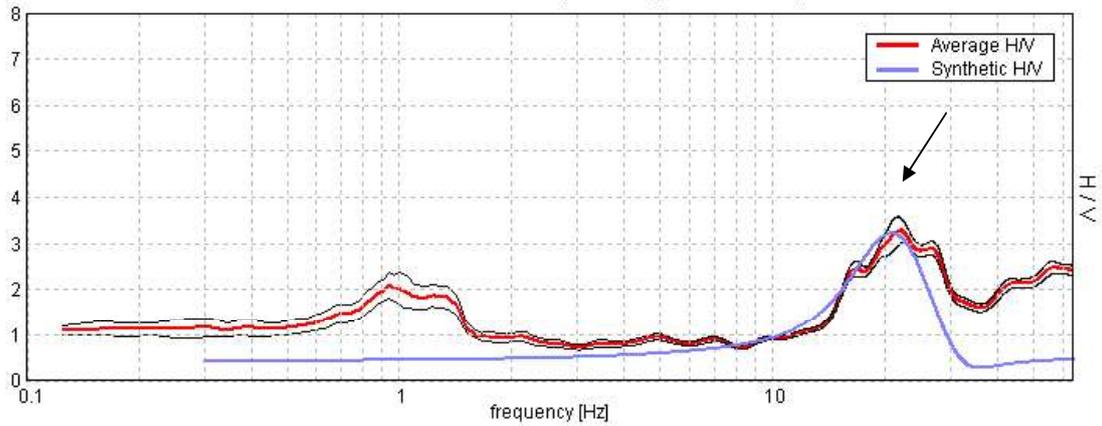
Il modello - opportunamente applicato - può invece essere considerato uno stimatore del profilo di Vs con errori confrontabili a quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità.

Di seguito sono riportati l'HVSR, gli spettri lungo la direzione N, E e verticale, i sismostrati ricavati dall'inversione e il risultato del calcolo del Vs30 al piano campagna

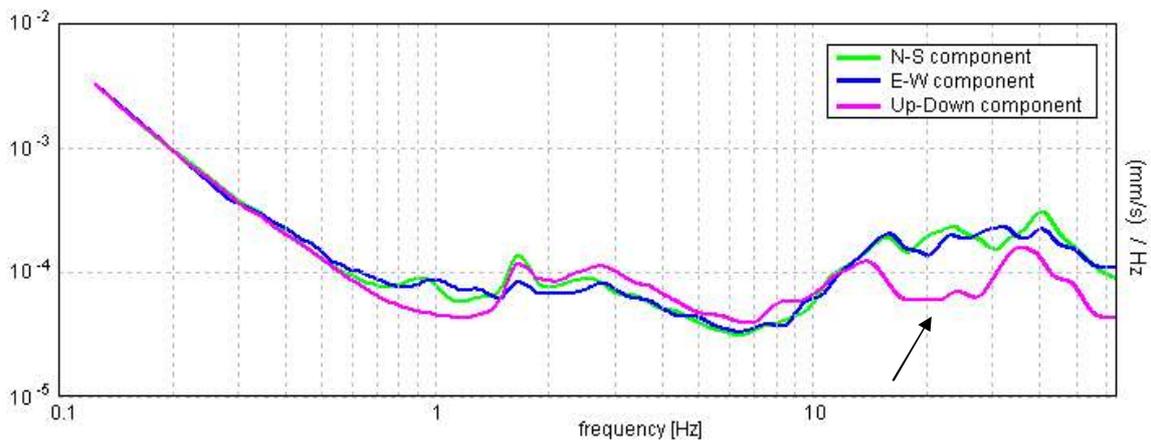
TROMINO BUCCIANO - TR 01

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 21.88 ± 2.04 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Nel grafico, l'HVSR teorico, colore blu, e quello sperimentale, nero. Con la freccia sono indicati i massimi significativi.



Le frecce indicano la classica forma ad occhio degli spettri che si ha quando un'onda meccanica passa da uno strato ad un altro a rigidità diversa

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.00	3.00	251	0.42
inf.	inf.	540	0.42

Vs(0.0-30.0) = 484 m/s

Paolisi, 21 settembre 2017



DESCRIZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE HVSR

- committente:	Sig.ra Fucci Antonietta	- data:	10/10/2017
- lavoro:	Costruzione di un fabbricato residenziale	- Commessa:	W157
- località:	Via Pasquale Paola - Bucciano (BN)	- Rif:	GT032
- note:			

Premessa

Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico), sono onde meccaniche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} – 10^{-2} mm e, se contengono alte frequenze (>0.5 Hz), sono *microtremori* e, se basse, *microsismi*. Le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali ect..

Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima degli effetti di sito, della velocità delle onde di taglio S, degli effetti sulle strutture delle vibrazioni (norma UNI9916) e per la loro caratterizzazione dinamica

Nel presente lavoro è stata eseguita una misura di vibrazioni o microtremori, per un intervallo di 20 min e con una frequenza di campionamento di 128 Hz. La misura è stata interpretata con il metodo HVSR ottenendo utili informazioni sulla frequenza di risonanza del suolo, sulla velocità delle onde S e sulla stratigrafia.

Metodologia di analisi dei microtremori

Se le sorgenti del rumore sismico possono essere considerate indipendenti e attorno al punto di misura in modo statisticamente uniforme, allora la parte 'persistente' del campo d'onda sarà quella associata alle sole caratteristiche comuni a tutti i treni d'onda presenti ossia alle caratteristiche strutturali del terreno o dell'edificio.

Da queste considerazioni emerge che, applicando procedure di tipo statistico, è possibile individuare all'interno del rumore forme persistenti che dipendono solo dalla struttura del sottosuolo o dell'edificio.

Questo modello costituisce la base per la caratterizzazione dinamica del terreno e degli edifici con tecniche passive:

- tecnica H/V o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)
- tecnica del sito di riferimento (SSR)
- tecnica del rapporto degli spettri rispetto ad un sito di riferimento

In particolare, quando un treno d'onda passa da un corpo rigido ad uno meno rigido, la sua componente orizzontale (onde rayleigh) si amplifica e quella verticale rimane invariata ossia il rapporto H/V diventa maggiore di uno.

Il metodo fu applicato applicata da Nogoshi e Igarashi (1970) in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che la curva HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli (es. Field e Jacob. 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Shet e Wohlenberg, 1999; Bindi et al., 2000, Fah et al., 2001; Delgado et al., 2000. Mucciarelli et al., 2001 e referenze in esso contenute, Parolai et al., 2002; Parolai et al., 2004 solo per citarne alcune) e tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach et al., 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso

(es. Guillier et al., 2005). Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico.

Tale tecnica viene anche utilizzata (Gallipoli, Gamal, Parolai ed ali) per determinare la frequenza di risonanza degli edifici ed in tal caso si esegue il rapporto fra le componenti spettrali del moto ad un dato piano e quelle ad un piano di riferimento, in generale quello alla base dell'edificio.

Strumenti, acquisizione e elaborazione

È stato utilizzato per la misura dei microtremori il tromografo TROMINO di marca Micromed. Lo strumento dispone di 9 canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alto guadagno (per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale, fino a 1.5 mm/s \sim), tre velocimetri a basso guadagno (per la registrazione di vibrazioni forti fino a 5 cm/s \sim) e tre accelerometri (per monitoraggio di vibrazioni fino a 5 g) disposti secondo tre direzioni ortogonali, più un canale per il segnale GPS. I velocimetri e gli accelerometri sono smorzati criticamente e trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 24 bit. Le caratteristiche progettuali di TROMINO consentono una accuratezza relativa maggiore di 10^{-4} sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz e la frequenza dei sensori va da 0.1 Hz fino a 1024 Hz.

Dispone, inoltre, di un canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione), ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità, modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie)

Il moto del terreno è amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash. Da questa il segnale può essere trasferito ad un PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, si può archiviare e analizzare il segnale. I segnali sono sempre corretti tenendo conto della funzione di trasferimento dello strumento.

Il rumore sismico, acquisto con i canali ad alto guadagno viene registrato nelle sue tre componenti da pochi minuti (se si studiano problemi stratigrafici superficiali o edifici) a decine di minuti (se si studiano problemi stratigrafici profondi). In fase di analisi del segnale, per la tecnica dei rapporti spettrali, si procede come di seguito indicato.

1. i segnali sono filtrati con un algoritmo anti trigger per eliminare i transienti e per tenere solo la parte stazionaria del segnale
2. La registrazione viene suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno (30 sec nel caso nostro ponendo maggiore attenzione alle frequenze > 1Hz).
3. Per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segnale nelle tre componenti.
4. Per ogni segmento è calcolato lo spettro della velocità media nelle tre componenti e si lisciano secondo con una finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
5. Si effettua il rapporto fra la media delle componenti orizzontali e la componente verticale ottenendo L'HVSR
6. si riconoscono i picchi significativi sulla curva HVSR e si effettua l'inversione basata sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). L'inversione si effettua confrontando la curva sperimentale con una teorica ottenuta stabilendo un certo numero di strati ed assegnando ad essi un valore di velocità delle onde S e lo spessore. Quando le due curve sono simili, il modello teorico è quello che meglio rappresenta la situazione reale.

Operazioni di campagna e interpretazione

Nel presente lavoro si è eseguita 1 misura del rumore sismico, l'intervallo di campionamento è stato di 128 Hz e la lunghezza di 20 min.

Le registrazioni sono state trattate con il software Grilla della Micromed che calcola gli spettri delle tre componenti, l'HVSR, la direzionalità e stazionarietà del segnale e l'inversione della curva HVSR. L'inversione si basa sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations) si è occupato di stabilire linee guida per la corretta esecuzione delle

misure di microtremore ambientale in stazione singola ed in array. Esso ha anche fornito dei criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la significatività dei picchi H/V eventualmente trovati.

Per la stazione in oggetto si rappresentano:

1. i parametri di acquisizione e di elaborazione
2. l'HVSR
3. i diagrammi temporali dell'HVSR che dimostrano la persistenza temporale dell'ampiezza per ogni misura e che pertanto eliminano l'ipotesi di cause transitorie per le frequenze considerate
4. gli spettri delle tre componenti
5. il confronto fra la curva teorica sperimentale e quella sintetica ricavata con l'inversione
6. il modello di inversione della curva HVSR in formato numerico e grafico.

TROMINO BUCCIANO CALVI - TR 01

Strumento: TEP-0009/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/10/17 09:59:24 Fine registrazione: 10/10/17 10:19:24

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

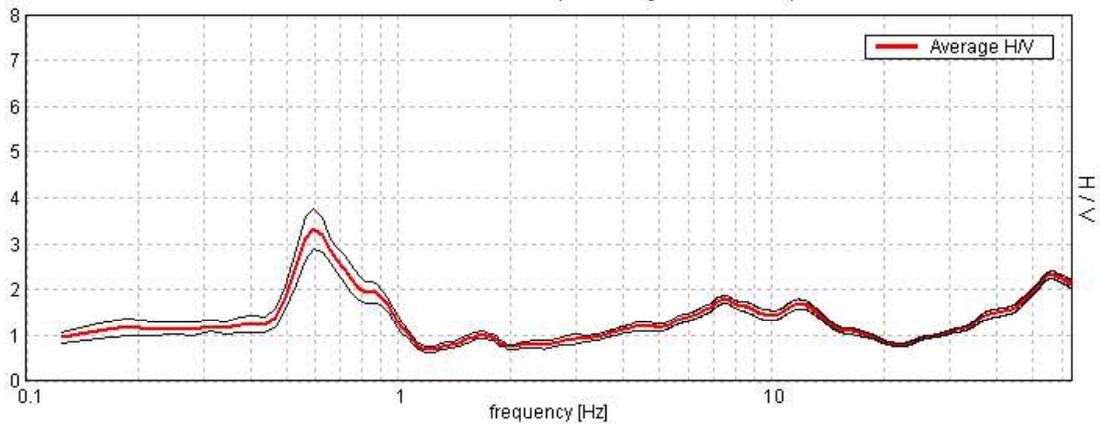
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamo: Triangular window

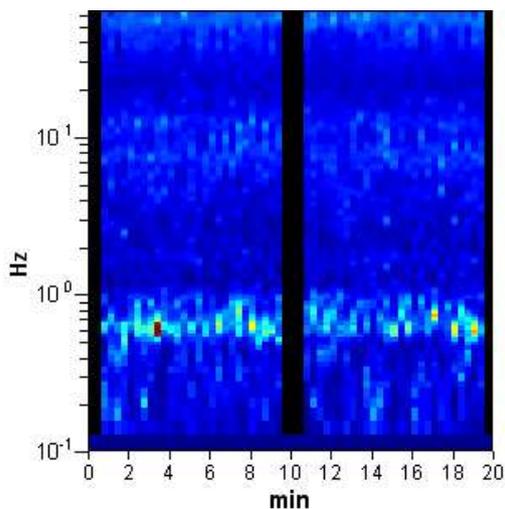
Lisciamo: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

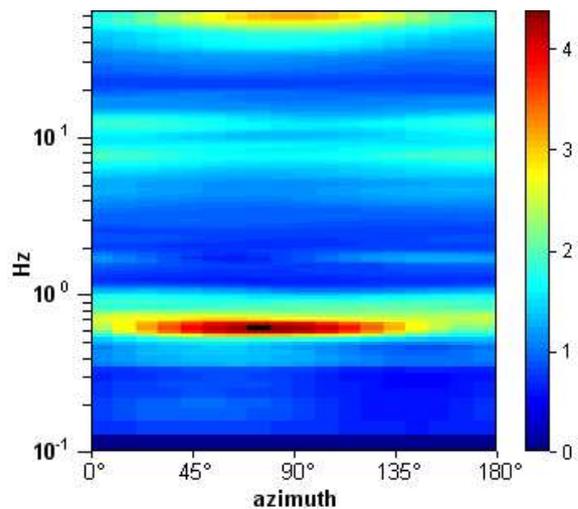
Max. H/V at 0.59 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



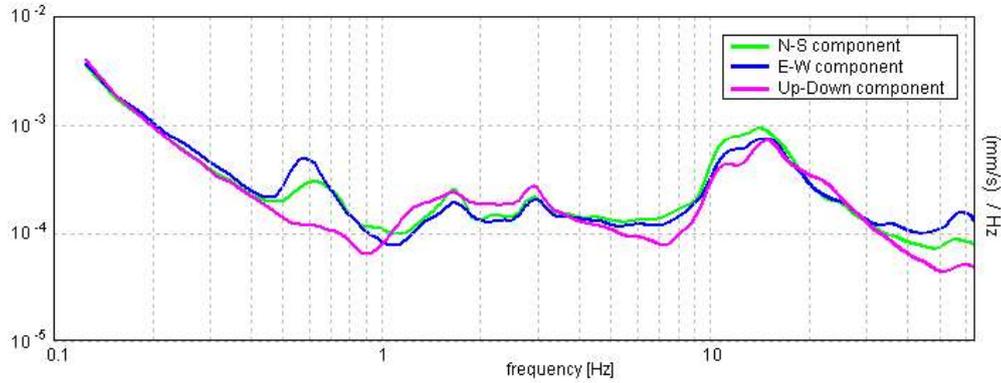
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

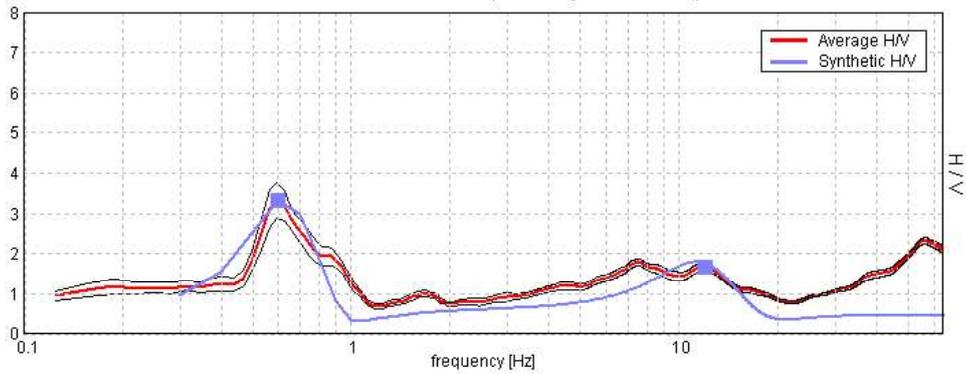


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



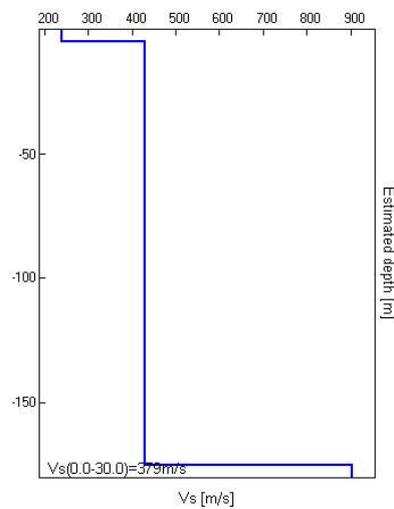
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 0.59 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
5.00	5.00	239	0.42
175.00	170.00	430	0.42
inf.	inf.	904	0.40

Vs(0.0-30.0) = 379 m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente.**]

Picco H/V a 0.59 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$641.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 30	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.469 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.34 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02149 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01276 < 0.08906$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4407 < 2.0$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CONCLUSIONI.

Dall'analisi dei microtremori si è ricavato l'HVSR sperimentale. Si osservano due massimi sulla curva. Questi soddisfano le condizioni di isodirezionalità e stazionarietà e, in corrispondenza della frequenza a cui si ha il massimo sull'HVSR, sugli spettri si osserva che si amplificano solo le componenti orizzontali. Tutto ciò implica che i segnali sono modificati dalla struttura geologica del sottosuolo, non da eventuali disturbi, e che i massimi rappresentano le frequenze di risonanza del sito (E' riconosciuto a livello internazionale che la tecnica H/V permette di misurare e non derivare da altri fattori la frequenza di risonanza - vedi bibliografia nel paragrafo "metodologia").

La frequenza fondamentale (massima ampiezza) è a 0,59 Hz ed il massimo relativo è dovuto al contrasto di impedenza a 175,0 m di profondità. Il secondo picco si rileva alla frequenza di 17,72 Hz ed il massimo relativo è dovuto al contrasto di impedenza a 5,00 m di profondità. Per frequenze intorno a quelle di risonanza si può avere il **fenomeno della doppia risonanza** e, pertanto, bisognerà assicurarsi che le strutture che si andranno ad edificare non abbiano le stesse frequenze.

Dove l'HVSR è maggiore di 1 si ha amplificazione del segnale sismico che con la tecnica HVSR non è quantificabile. Una stima approssimata del fattore di amplificazione, a 5,00 m di profondità, è data dalla relazione:

- in corrispondenza della frequenza freq. 17,72 Hz

$$FAD=(V_b*\rho_b)/(V_s*\rho_s)=(2.0*430)/(1.8*239)= 2,00 \text{ per TR1}$$

Dove l'appendice s sta per strato soffice e b per bedrock; le Vs e densità sono quelle medie al di sopra e al di sotto della discontinuità.

Il FAD, sia se non ricade nel campo dello spettro NTC 2008 ad accelerazione costante, sia se maggiore di quello della normativa, F₀, indica che adottando gli spettri NTC 2008 si ha una sottostima dell'azione sismica.

L'inversione della Curva HVSR ha fornito, anche, il profilo delle velocità delle onde S e quindi il Vs₃₀, calcolato a livello del piano campagna.

E' necessario sottolineare che, in tutti i codici che simulano la propagazione delle onde di superficie, i parametri Vp e densità sono estremamente poco influenti ai fini del modello. Ne consegue che:

IN NESSUN CASO SI PUO' RITENERE CHE IL MODELLO DIA PROFILI DI Vp E DENSITA'

Questo, sottolineiamo ancora, vale per qualsiasi codice basato sulle onde di superficie. L'implicazione diretta è che i valori di Vp e densità da introdurre nel codice possono essere praticamente qualsiasi, seppur ragionevoli

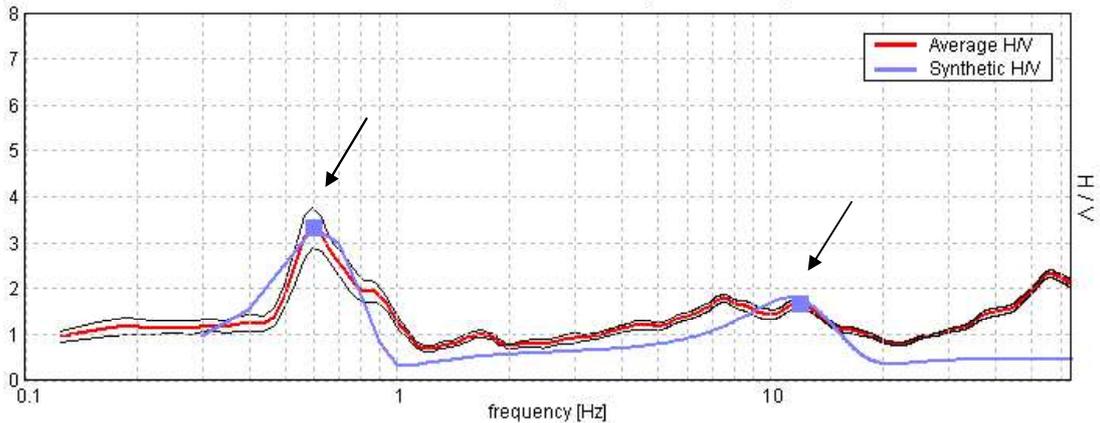
Il modello - opportunamente applicato - può invece essere considerato uno stimatore del profilo di Vs con errori confrontabili a quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità.

Di seguito sono riportati l'HVSR, gli spettri lungo la direzione N, E e verticale, i sismostrati ricavati dall'inversione e il risultato del calcolo del Vs30 al piano campagna

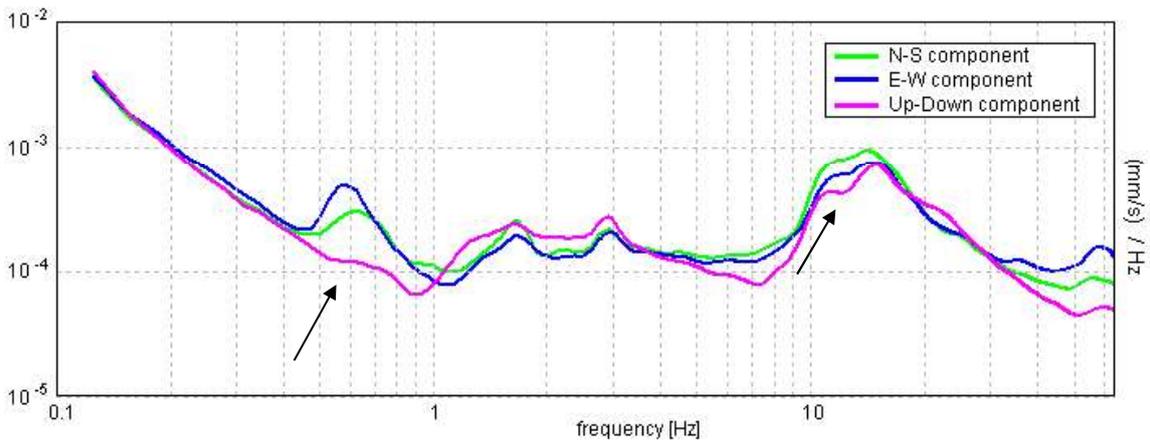
TROMINO BUCCIANO - TR 01

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.59 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Nel grafico, l'HVSR teorico, colore blu, e quello sperimentale, nero. Con la freccia sono indicati i massimi significativi.



Le frecce indicano la classica forma ad occhio degli spettri che si ha quando un'onda meccanica passa da uno strato ad un altro a rigidità diversa

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
5.00	5.00	239	0.42
175.00	170.00	430	0.42
inf.	inf.	904	0.40

Vs(0.0-30.0) = 379 m/s

Paolisi, 17 ottobre 2017



Protocollo n.: RG/002/95	Data esecuzione prova: 03/07/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle piano di zona (C167)	Prova (n): P1	Profondità massima (m): 4.60

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (S.C.P.T.)

PARAMETRI GEOTECNICI												
Strato (n)	Profondità da (m)		Peso di volume γ_n		Media Colpi (N)	Media Rp		Attrito interno (gradi)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico		Definizione della consistenza
	(m)	(m)	(g/cm ³)	(KN/m ³)		(Kg/cm ²)	(KN/m ²)			(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	
1	0.00	0.30	1.40	13.7	21	89	8728	>38	100	267	26183	Medio
2	0.30	0.90	1.30	12.7	6	26	2550	36	79	78	7649	Sciolto
3	0.90	2.40	1.40	13.7	18	71	6963	38	96	213	20888	Medio
4	2.40	4.40	1.30	12.7	6	20	1961	30	39	60	5884	Sciolto
5	4.40	4.60	1.50	14.7	95	328	32165	>38	100	984	96496	Molto denso

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO LEGGERO														
Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)
0.10	24	101.89	3.10	3	10.89									
0.20	21	89.15	3.20	3	10.89									
0.30	18	76.42	3.30	5	18.15									
0.40	4	16.98	3.40	9	32.66									
0.50	5	21.23	3.50	8	29.03									
0.60	6	25.47	3.60	5	18.15									
0.70	7	29.72	3.70	3	10.89									
0.80	6	25.47	3.80	5	18.15									
0.90	10	42.45	3.90	7	25.40									
1.00	21	89.15	4.00	9	32.66									
1.10	18	72.32	4.10	6	20.77									
1.20	14	56.25	4.20	1	3.46									
1.30	17	68.30	4.30	5	17.31									
1.40	11	44.20	4.40	7	24.23									
1.50	9	36.16	4.50	90	311.54									
1.60	27	108.48	4.60	100	348.15									
1.70	24	96.43												
1.80	22	88.39												
1.90	22	88.39												
2.00	10	40.18												
2.10	7	26.69												
2.20	16	61.02												
2.30	30	114.41												
2.40	21	80.08												
2.50	9	34.32												
2.60	6	22.88												
2.70	6	22.88												
2.80	5	19.07												
2.90	5	19.07												
3.00	3	11.44												

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

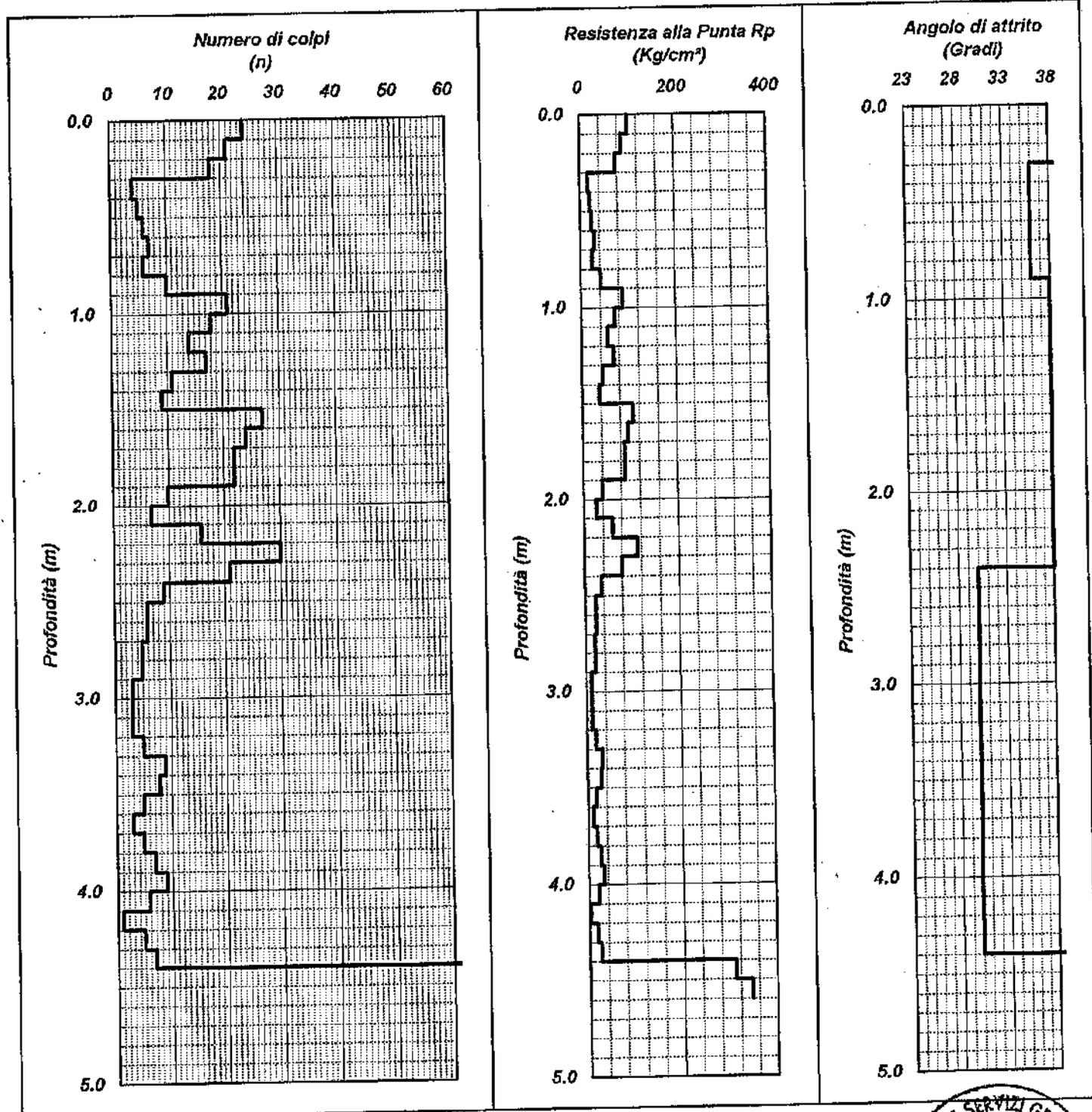
IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/002/95	Data esecuzione prova: 03/07/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)	Indirizzo:	
Cantliere: Loc. Gavetelle piano di zona (C167)	Prova (n): P1	Profondità massima (m): 4.60

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (S.C.P.T.)



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE TECNICO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/002/95	Data esecuzione prova: 03/07/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle piano di zona (C167)	Prova (n): P2	Profondità massima (m): 1.80

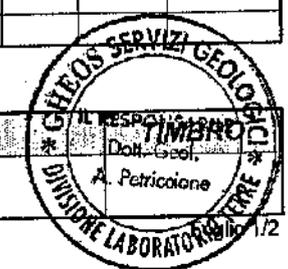
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (S.C.P.T.)

PARAMETRI GEOTECNICI												
Strato (n)	Profondità da a (m)		Peso di volume γ_n (g/cm ³) (KN/m ³)		Media Colpi (N)	Media Rp (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Attrito interno (gradi)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Definizione della consistenza
	1	0.00	0.50	1.40		13.7	7			28	2746	
2	0.50	1.40	1.30	12.7	3	12	1177	30	42	36	3530	Molto sciolto
3	1.40	1.80	1.50	14.7	56	222	21771	>38	100	666	65312	Molto denso

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO LEGGERO														
Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Colpi (N)	Rp (Kg/cm ²)
0.10	4	16.98												
0.20	5	21.23												
0.30	9	38.21												
0.40	9	38.21												
0.50	6	25.47												
0.60	3	12.74												
0.70	3	12.74												
0.80	2	8.49												
0.90	3	12.74												
1.00	4	16.98												
1.10	3	12.05												
1.20	2	8.04												
1.30	3	12.05												
1.40	4	16.07												
1.50	12	48.21												
1.60	10	40.18												
1.70	100	401.79												
1.80	100	401.79												

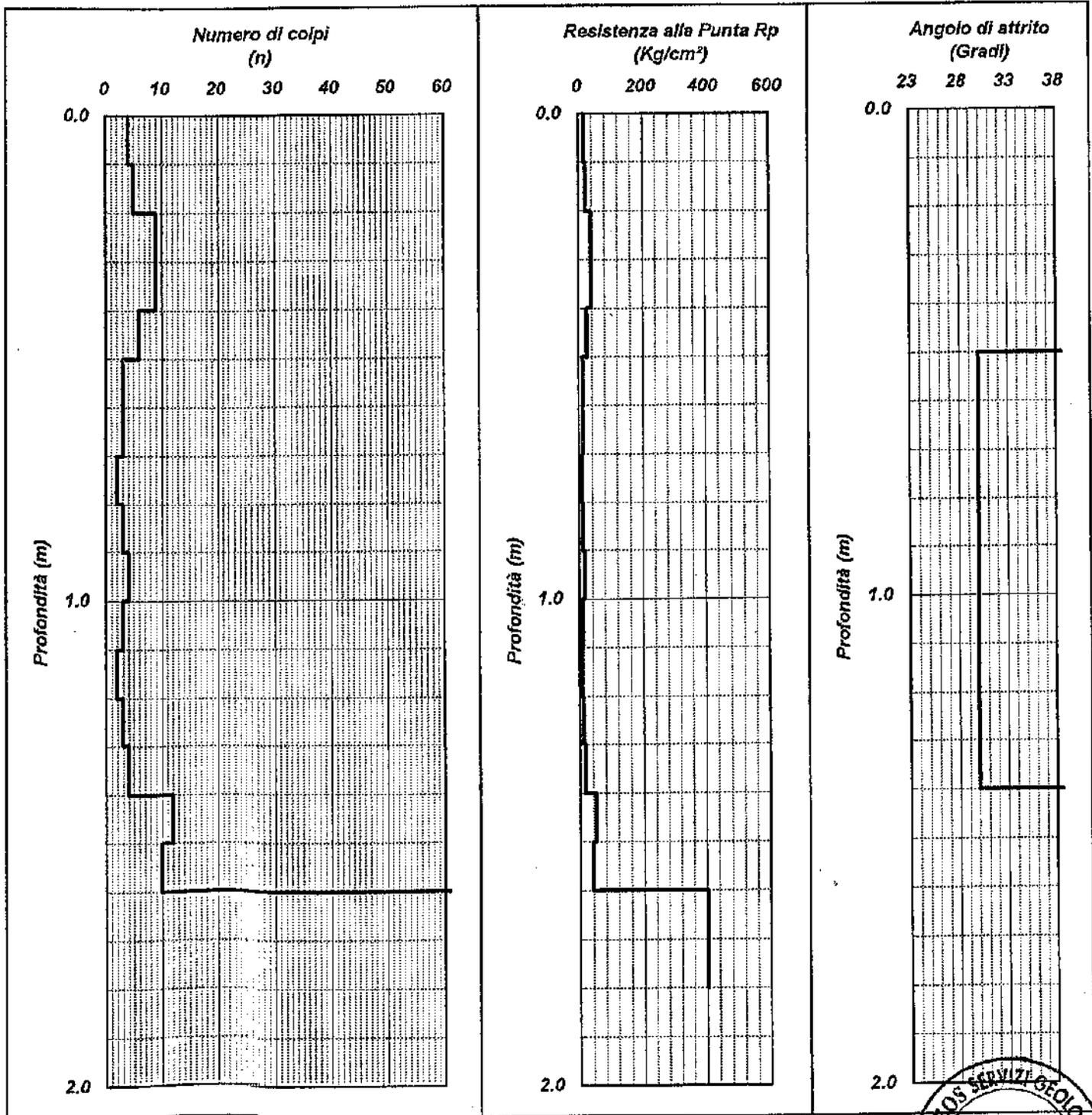
IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE TECNICO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/002/95	Data esecuzione prova: 03/07/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)	Indirizzo:	
Cantiere: Loc. Gavetelle piano di zona (C167)	Prova (n): P2	Profondità massima (m): 1.80

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (S.C.P.T.)



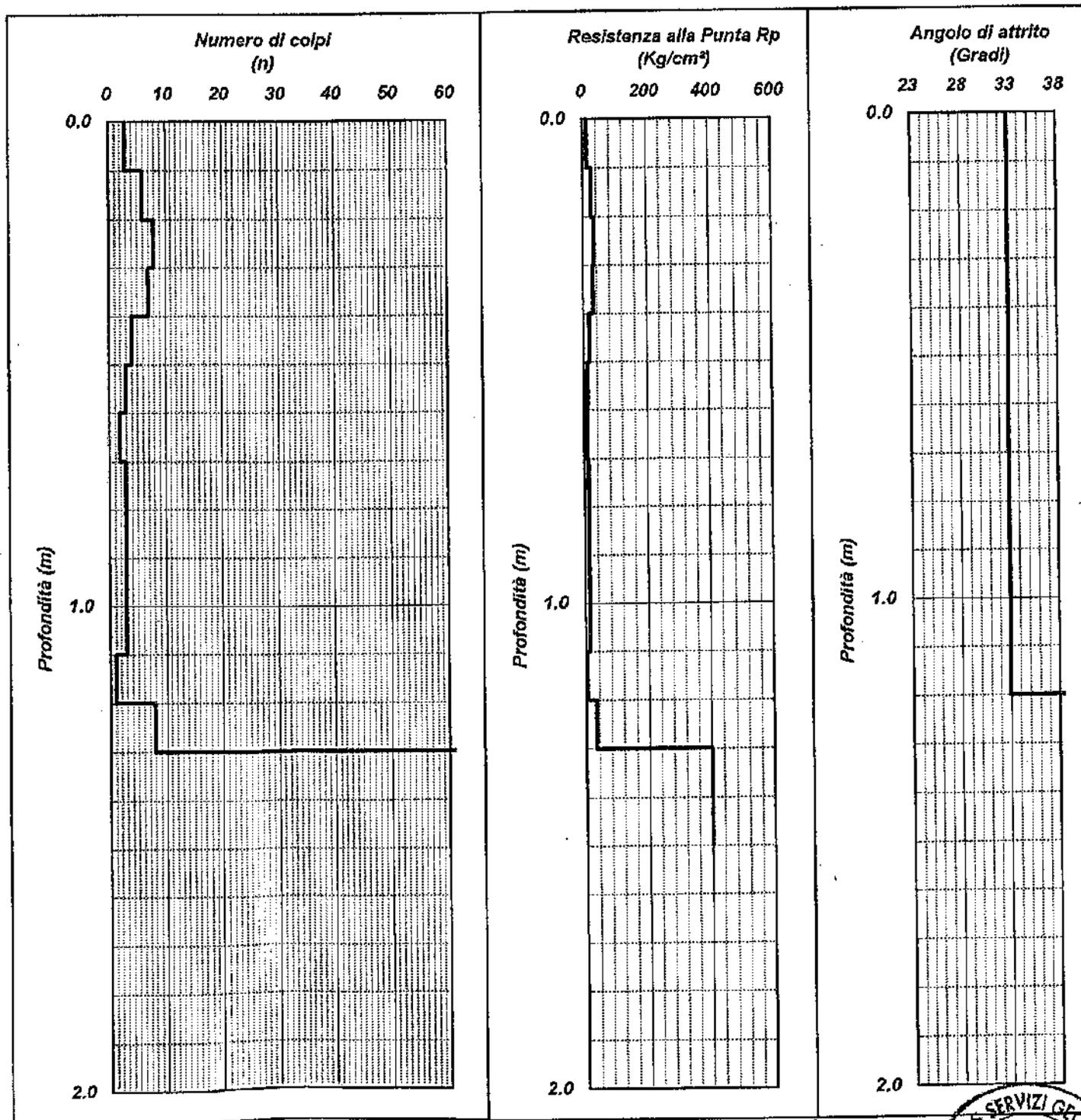
IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone
C. Ventrone

IL DIRETTORE TECNICO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione
A. Petriccione



Protocollo n.: RG/002/95	Data esecuzione prova: 03/07/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle piano di zona (C167)	Prova (n): P3	Profondità massima (m): 1.50

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (S.C.P.T.)



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

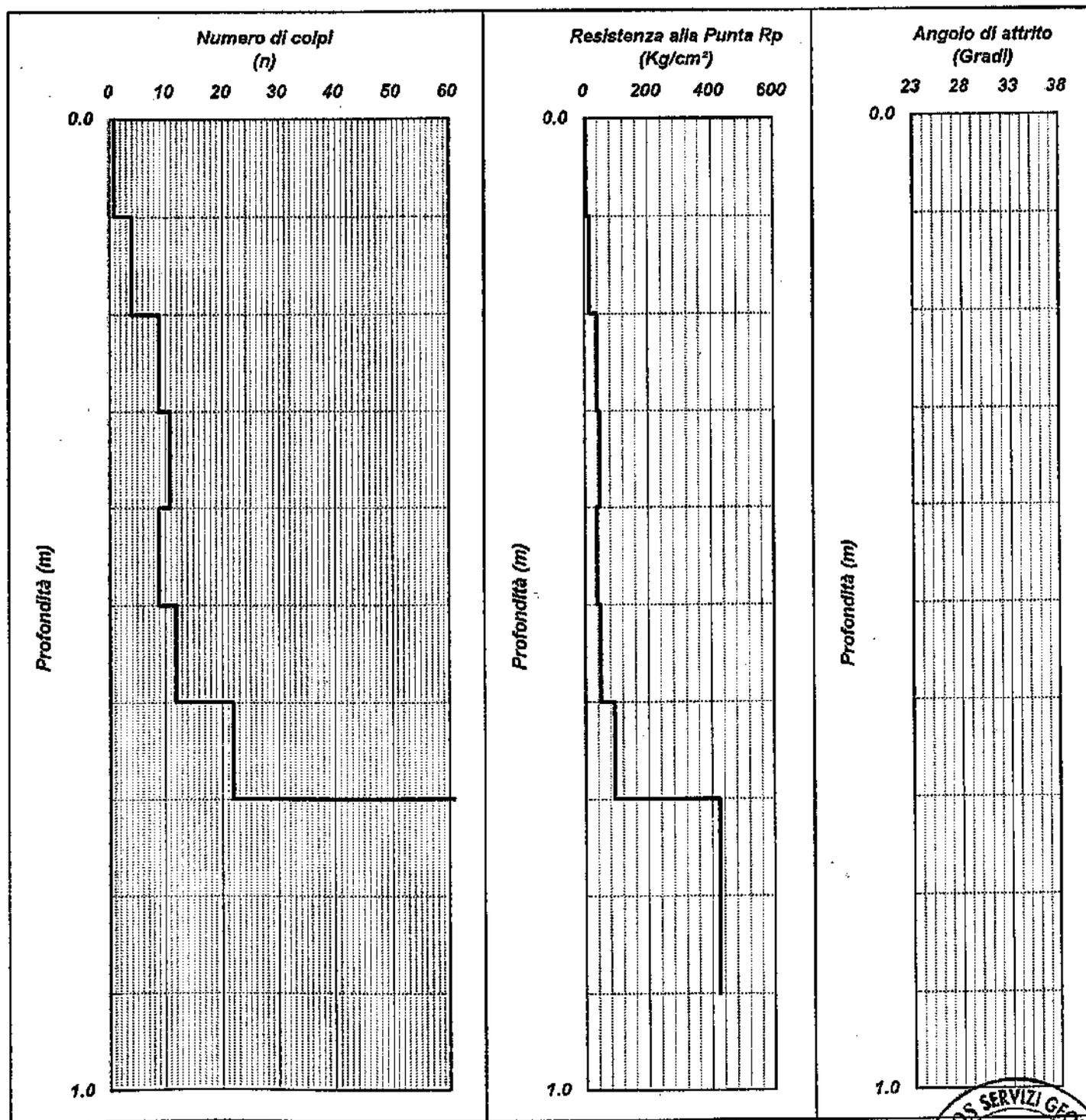
IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: <i>RG/002/95</i>	Data esecuzione prova: <i>03/07/95</i>	Data emissione certificato: <i>06/07/95</i>
Committente <i>Amm. comunale di Bucciano (BN)</i>	Indirizzo:	
Cantiere: <i>Loc. Gavetelle piano di zona (C167)</i>	Prova (n): <i>P4</i>	Profondità massima (m): <i>0.90</i>

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (S.C.P.T.)



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

Software by GHEOS

IL DIRETTORE TECNICO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Materna), hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

Al disotto dei terreni di copertura sono stati intercettati dei terreni alluvionali di natura piroclastica con caratteristiche di resistenza meccanica variabili e crescenti con l'aumento della profondità. I terreni su cui è attestata la fondazione continua del fabbricato esistente sono, come detto, dei terreni alluvionali di natura piroclastica (sabbie limose e limi sabbiosi) frammiste a livelli di detriti di natura calcarea costituiti da ghiaia e sabbia.

L'area esaminata è situata nella zona di raccordo tra il fondovalle pianeggiante e i basso-versanti costituiti dai conoidi di detrito pedemontani.

Sondaggio penetrometrico dinamico DPSH

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

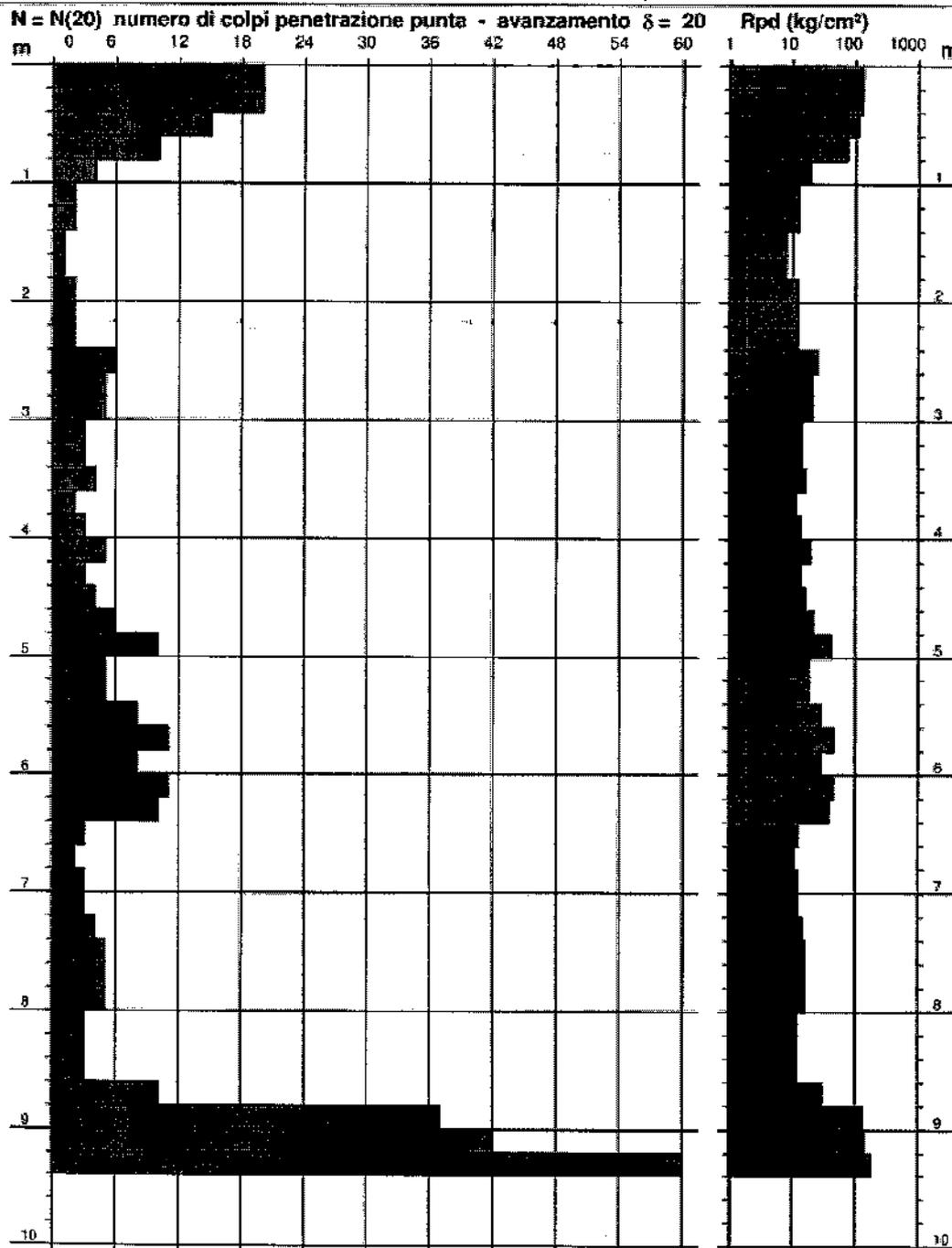
Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	20	210,1	---	1	4,80 - 5,00	10	72,6	---	6
0,20 - 0,40	20	210,1	---	1	5,00 - 5,20	5	36,3	---	6
0,40 - 0,60	15	144,7	----	2	5,20 - 5,40	5	36,3	----	6
0,60 - 0,80	10	96,4	----	2	5,40 - 5,60	8	54,7	----	7
0,80 - 1,00	4	38,6	----	2	5,60 - 5,80	11	75,2	----	7
1,00 - 1,20	2	19,3	----	2	5,80 - 6,00	8	54,7	----	7
1,20 - 1,40	2	19,3	----	2	6,00 - 6,20	11	75,2	----	7
1,40 - 1,60	1	8,9	----	3	6,20 - 6,40	10	68,3	----	7
1,60 - 1,80	1	8,9	----	3	6,40 - 6,60	3	19,4	----	8
1,80 - 2,00	2	17,8	----	3	6,60 - 6,80	2	12,9	----	8
2,00 - 2,20	2	17,8	----	3	6,80 - 7,00	3	19,4	----	8
2,20 - 2,40	2	17,8	----	3	7,00 - 7,20	3	19,4	----	8
2,40 - 2,60	6	49,7	----	4	7,20 - 7,40	4	25,8	----	8
2,60 - 2,80	5	41,4	----	4	7,40 - 7,60	5	30,6	----	9
2,80 - 3,00	5	41,4	----	4	7,60 - 7,80	5	30,6	----	9
3,00 - 3,20	3	24,8	----	4	7,80 - 8,00	5	30,6	----	9
3,20 - 3,40	3	24,8	----	4	8,00 - 8,20	3	18,4	----	9
3,40 - 3,60	4	30,9	----	5	8,20 - 8,40	3	18,4	----	9
3,60 - 3,80	2	15,5	----	5	8,40 - 8,60	3	17,5	----	10
3,80 - 4,00	3	23,2	----	5	8,60 - 8,80	10	58,2	----	10
4,00 - 4,20	5	38,7	----	5	8,80 - 9,00	37	215,2	----	10
4,20 - 4,40	3	23,2	----	5	9,00 - 9,20	42	244,3	----	10
4,40 - 4,60	4	29,0	----	6	9,20 - 9,40	60	349,0	----	10
4,60 - 4,80	6	43,5	----	6					

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Amministrazione comunale di Bucciano
 - cantiere : Riqualificazione ex scuola materna per asilo nido
 - località : Via Gavetelle - Bucciano (BN)
 - data : 24/07/2015
 - quota inizio : Cert P111-15-01
 - prof. falda : Falda non rilevata



4.1 MODELLO GEOLOGICO LOCALE

strato	profondità		
	da (m)	a (m)	
1	0,00	0,80	Terreno superficiale costipato a seguito di azioni antropiche Area antistante l'opera oggetto del progetto di riqualificazione
2	0,80	2,40	Siltiti sabbiose a bassa consistenza $N_{DPSH}=1,7$; $N_{SPT}=2,5$ $R_p=15,7 \text{ kg/cm}^2$ $E_d=39,2 \text{ kg/cm}^2$
3	2,40	8,80	Siltiti sabbiose e sabbie siltose mediamente compatte $N_{DPSH}=5,2$; $N_{SPT}=7,8$ $R_p=36,3 \text{ kg/cm}^2$ $E_d=90,2 \text{ kg/cm}^2$
4	>8,80		Sabbie siltose molto addensate /cementate di natura piroclastica (TUFITI) di spessore medio di circa 8 metri. $N_{DPSH}>30$ $N_{SPT}>45$ (valore medio delle piroclastiti pseudo-litoidi della zona in studio)

Nell'area in studio sono presenti, in sintesi, terreni di origine alluvionale poggianti su un substrato avente caratteristiche litoidi (tufiti).

I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da siltiti sabbiose e sabbie siltose mediamente compatte ; il substrato è costituito da piroclastiti a consistenza pseudo-litoidi dovute a fenomeni sia di cementazione secondaria che a fenomeni di sicura deposizione diretta (tufo - ignimbrite campana) caratterizzate, nell'area in studio, da uno spessore di circa 8 metri (PRG, pozzi, ecc.).

4.2 MODELLO GEOTECNICO

Sulla scorta dell'indagine penetrometrica eseguita nell'area in studio (planimetria allegata), si riportano i parametri geotecnici dei terreni intercettati.

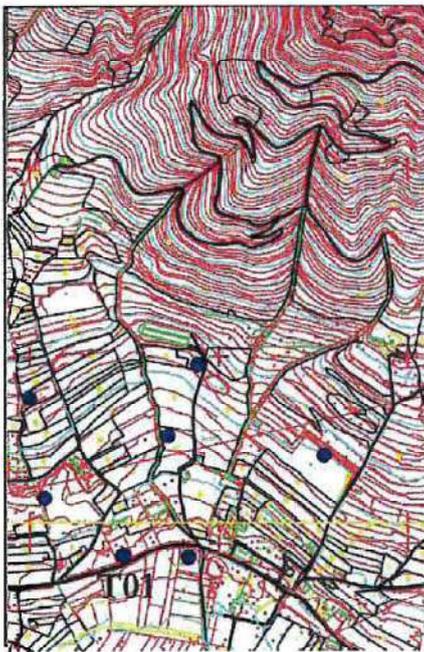
Unità geotecniche	Spessore m	Peso dell'unità di volume γ (daN/m ³)	Coesione c (daN/cm ²)	Coesione non drenata c_u (daN/cm ²)	Angolo di attrito ϕ	Modulo Edometrico daN/cm ²	Modulo elastico Normale daN/cm ²
Terreno superficiale costipato a seguito di azioni antropiche $N_{DPSH}=20$ Area antistante l'opera oggetto del progetto di riqualificazione	0,80	$\gamma=1700$					
Siltiti sabbiose a bassa consistenza $N_{DPSH}=1,7$; $N_{SPT}=2,5$ $R_p=15,7 \text{ kg/cm}^2$ $E_d=39,2 \text{ kg/cm}^2$	2,40	$\gamma=1510$	0,1 <small>(da bibliografia)</small>	0,17 $C_u=0,067 \times N_{spt}$	27,2° Meyerhof 1965	39,2 $E_d=R_{pm} \times 2,5$	29,1 $E=0,741 \times E_d$
Sabbie siltose e sabbie siltose mediamente compatte $N_{DPSH}=5,2$; $N_{SPT}=7,8$ $R_p=36,3 \text{ kg/cm}^2$ $E_d=90,2 \text{ kg/cm}^2$	8,80	$\gamma=1560$	0,1	0,52 $C_u=0,067 \times N_{spt}$	28,4° Meyerhof 1965	90,2 $E_d=R_{pm} \times 2,5$	66,8 $E=0,741 \times E_d$
Tufiti Ignimbrite campana	≈ 8,0	$\gamma=1700$	≥ 0,2	≥ 4	>33°	>400	≥300

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

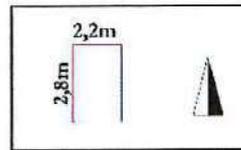
Doc. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T01**

Ubicazione:



Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

US1 (0-0,30m): Sabbie-limosi, bruno scuro, soffici e con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino 3 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. **SUOLO ATTUALE**

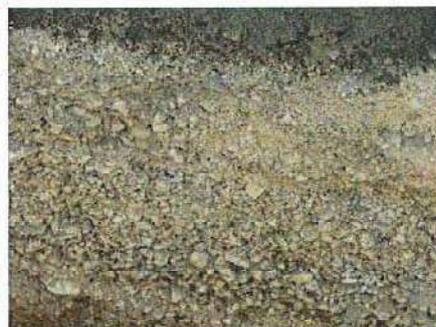
US2 (0,30-1,00 m): Ghiaie eterometriche fino a 5 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, clastostenute. **ALLUVIONALE**

US3 (1,00-2,50 m): Ghiaie eterometriche fino a 5 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in matrice sabbiosa di colore marrone chiaro di natura residuale. **ALLUVIONALE**

Marker
cronologico



Particolare della US1



Particolare della US2



Particolare della US3

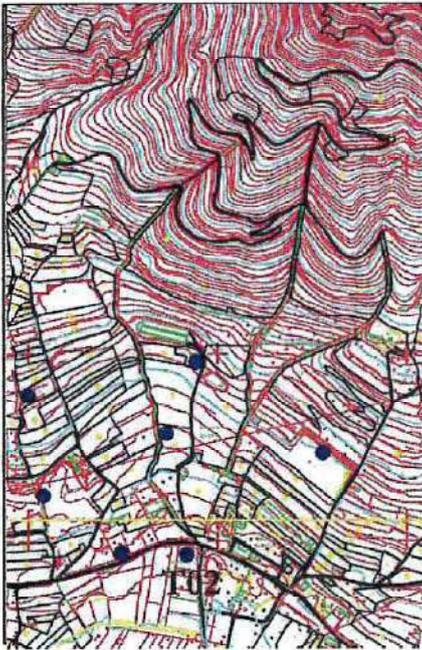
ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

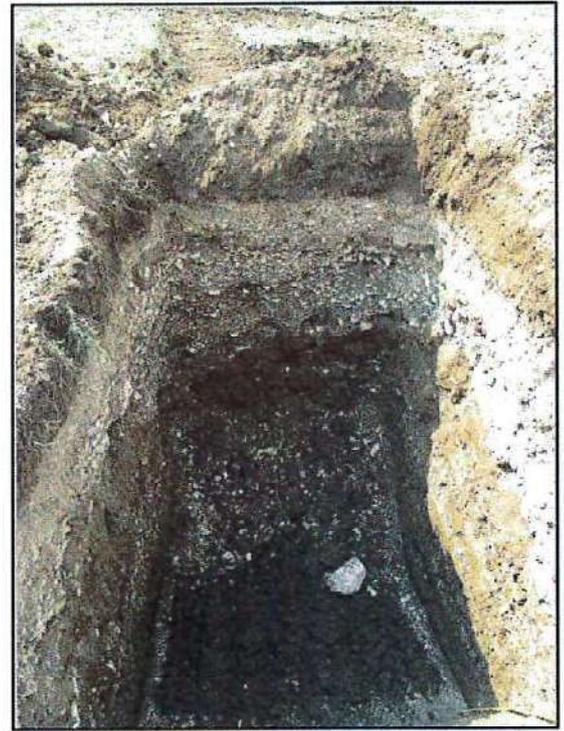
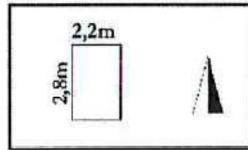
Dot. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T02**

Ubicazione:



Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

US1 (0-0,40 m): Sabbie limose, bruno scuro, soffici e con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 3 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. **SUOLO ATTUALE**

US2a (0,40-0,70 m): Ghiaie eterometriche fino a 3 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, clastostenute. Presenza di sacche e lenti di sabbie grossolane e ghiaie fini. **ALLUVIONALE** con facies canalizzate

US2b (0,70-1,20 m): Ghiaie eterometriche fino a 40 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa di colore marrone di natura vulcanoclastica. **ALLUVIONALE** con facies da debris flow

US3 (1,20-1,40): Sabbie limose di colore marrone di natura prevalentemente vulcanoclastica con rare ghiaie eterometriche fino a 3 cm, sub-arrotondate, carbonatiche. Presenza di reperti ceramici. **PALEOSUOLO TRONCATO**

US4 (1,40-2,00 m): Ghiaie eterometriche fino a 3 cm, da arrotondate a sub-angolari, carbonatiche in matrice sabbiosa di natura vulcanoclastica (**US4a**) che passano verso il basso ad alternanze di livelli ghiaiosi clastostenuti e di sabbie grossolane e ghiaie fini in abbondante matrice sabbiosa vulcanoclastica (**US4b**). Nella parte alta presenza di frammenti ceramici. **ALLUVIONALE** in facies canalizzate passanti a debris flow.

US5 (2,00-2,50 m): Sabbie limose compatte a forte componente vulcanoclastica e rare ghiaie centimetriche, con resti di carbone, residui vegetali non decomposti ed abbondanti frammenti ceramici a spigoli vivi, tra cui uno di età romana. **PALEOSUOLO TRONCATO**

Marker cronologico

Frammenti ceramici non diagnostici

Frammenti ceramici non diagnostici

Frammenti ceramici di età romana (I-III sec d.C.)



Particolare della US1 e della US2



Particolare della US2, della US3 e della US4



Materiali ceramici di età romana rinvenuti nella US5

ANNOTAZIONI

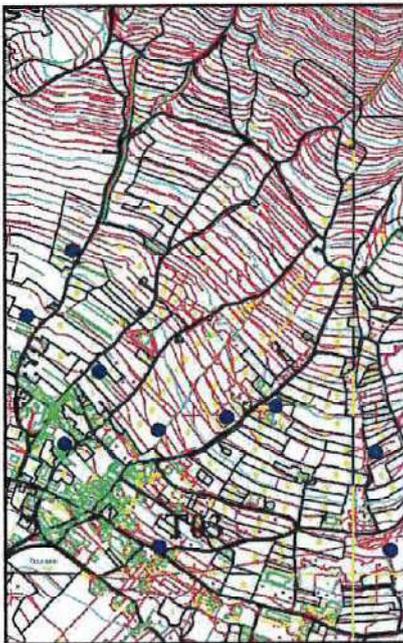
la presenza di materiali ceramici di età romana nella US5 è un termine post-quem per gli eventi alluvionali delle US2 ed US4, permettendo di valutare che negli ultimi 2000 anni l'area è stata investita da almeno 2 eventi.

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

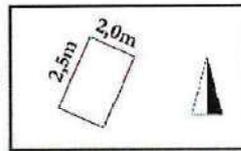
Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T03**

Ubicazione:



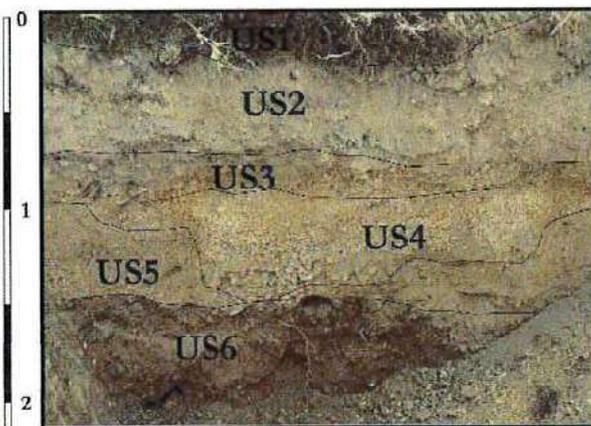
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker
cronologico



US1 (0,0-0,20 m): Sabbie limose, bruno scuro, soffice e con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 3 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,20-0,70 m): Sabbie limose di colore grigio-marrone di natura vulcanoclastica, con elementi ghiaiosi eterometrici fino a 3 cm, da arrotondati a sub-angolari. **COLLUVIONALE** da trasporto in massa

US3 (0,70-0,90 m): Ghiaie eterometriche fino a 10 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in matrice sabbiosa marrone di natura residuale. **ALLUVIONALE** con facies da debris flow

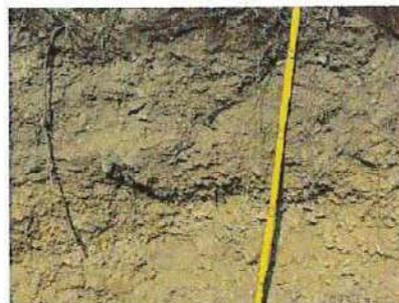
US4 (0,90-1,50 m): Ghiaie eterometriche fino a 5 cm, da arrotondate a sub-angolari, carbonatiche, clastosostenute, in alternanza con livelli sabbiosi grossolani e ghiaie fini. Geometria canalizzata. **ALLUVIONALE** in facies canalizzata.

US5 (0,90-1,50 m): Sabbie limose di colore -marrone di natura vulcanoclastica, con abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, da arrotondati a sub-angolari. **COLLUVIONALE** da trasporto in massa

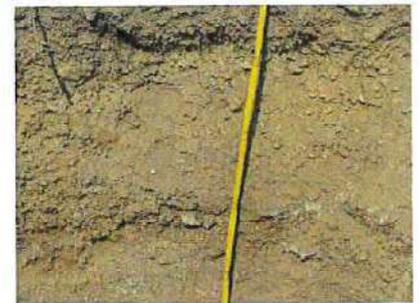
US6 (1,50-2,00 m): Sabbie limose compatte a forte componente vulcanoclastica e rare ghiaie centimetriche. **PALEOSUOLO TRONCATO**



Particolare della US1 e della US2



Particolare della US2 e della US3



Particolare della US3 e della US5

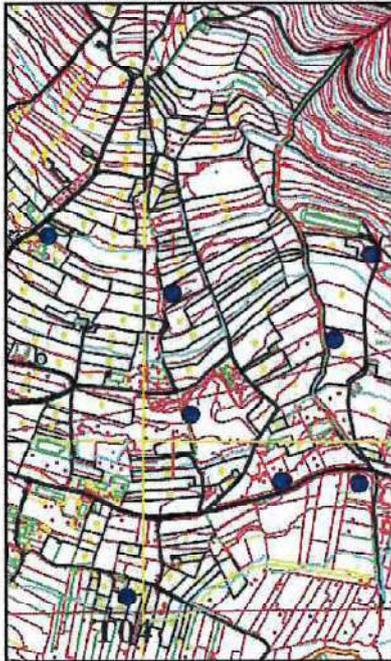
ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

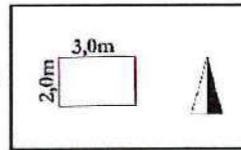
Dot. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T04**

Ubicazione:



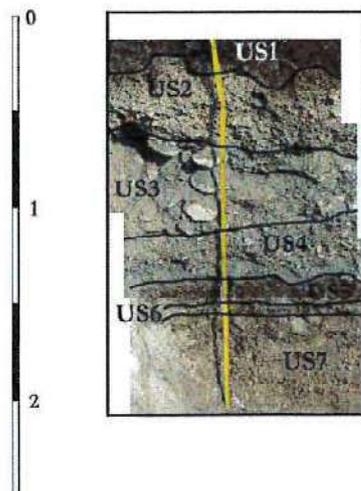
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker
cronologico



US1 (0-0,30 m): Sabbie-limose, bruno scuro, soffici e con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari.
SUOLO ATTUALE

US2 (0,30-0,60 m): Ghiaie eterometriche fino a 3 cm, da sub-arrotondate a sub-angolari, clastosostenute, carbonatiche, con sabbie grossolane in lenti e sacche. **ALLUVIONALE**

US3 (0,60-1,00 m): Ghiaie eterometriche fino a 30 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in matrice sabbiosa grigio marrone di natura residuale e vulcanoclastica. **ALLUVIONALE** con facies da debris flow

US4 (1,00-1,20 m): Ghiaie eterometriche fino a 5 cm, da sub-arrotondate a sub-angolari, clastosostenute, carbonatiche, con sabbie grossolane in lenti e sacche, in matrice sabbiosa vulcanoclastica che aumenta nella parte bassa dello strato. **ALLUVIONALE** con facies da debris flow

US5 (1,20-1,30 m): Sabbie limose di colore marrone a forte componente di natura vulcanoclastica pomicea e cineritica, con rari elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, da arrotondati a sub-angolari. **VULCANOCLASTITI RIMANEGGIATE E PEDOGENIZZATE**

US6 (1,30-1,35 m): Pomici biancastre e grigiastre eterometriche fino a 1,5 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati, con litici e scorie vulcaniche eterometriche fino a 0,5 cm. **FALL VULCANOCLASTICO DELL'ERUZIONE DI AVELLINO**

US7 (1,35-2,00 m): Ghiaie eterometriche fino a 5 cm, da sub-arrotondate a sub-angolari, a luoghi cementate, in matrice sabbiosa residuale di colore marrone arancio. **ALLUVIONALE**

**AVELLINO
TEPHRA
3.800 a BP**



Particolare della US2 e della US3



Particolare della US3 e della US4



Particolare della US5 e della US7



Particolare delle pomici dell'eruzione di Avellino

ANNOTAZIONI

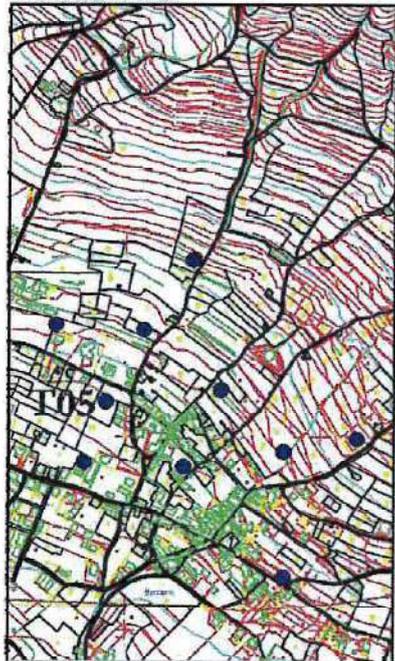
La presenza del fall vulcanoclastico dell'eruzione di Avellino (3.800 anni fa) è un termine post-quem che permette di valutare che l'area della trincea è stata investita da almeno 3 eventi alluvionali negli ultimi 3800 anni

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

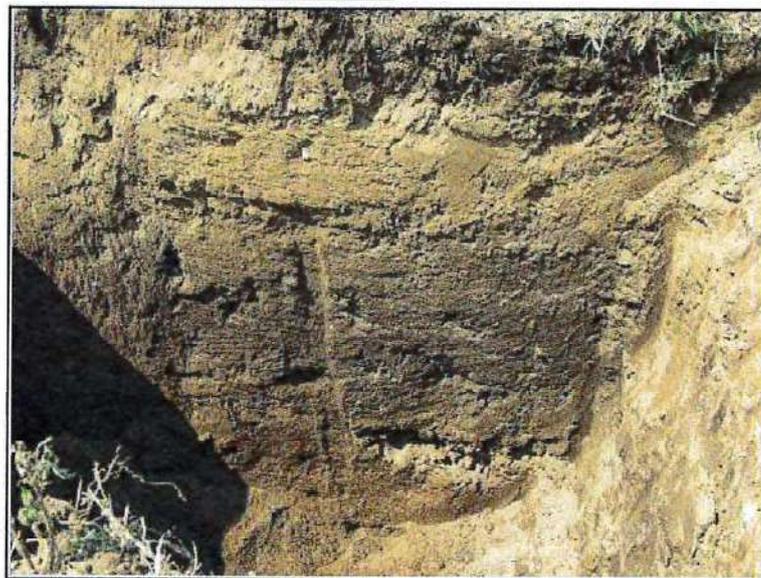
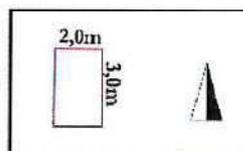
Dot. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T05**

Ubicazione:



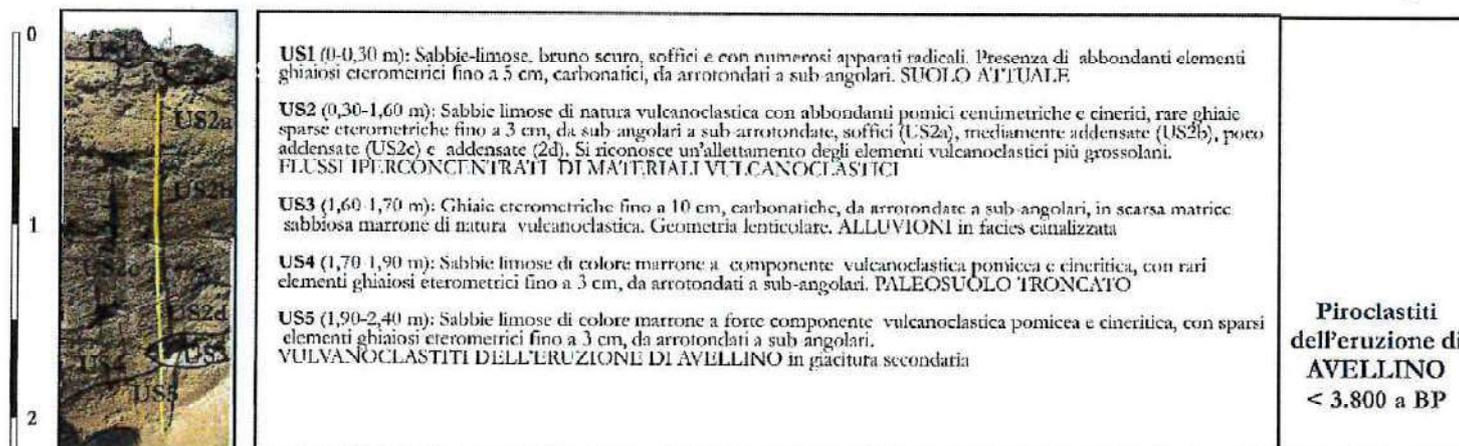
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker
cronologico



Particolare della US2



Particolare della US2,
della US 3 e della US4



Particolare delle pomici
dell'eruzione di Avellino

ANNOTAZIONI

La presenza delle piroclastiti dell'eruzione di Avellino (3.800 anni fa) è un termine post-quem che permette di valutare che l'area della trincea è stata interessata da circa 2 metri di aggradazione del piano campagna, ad opera di materiali prevalentemente vulcanoclastici e dal passaggio di un piccolo canale.

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

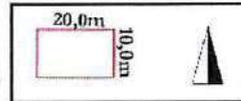
Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T06**

Ubicazione:



Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

US1 (0,0-0,50 m): Sabbie limose, bruno scuro, soffice e con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,50-1,50m): Ghiaie eterometriche fino a 10 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone. Geometria canalizzata. Presenza di materiali ceramici a spigoli smussati. **ALLUVIONI** in facies canalizzata

US3 (0,50-6,00 m): Ghiaie eterometriche fino a 30 cm, da arrotondate a sub-angolari, clastoosterute, mediamente cementate, in strati centimetrici e decimetrici piano paralleli, con sabbie grossolane e ghiaie fini a geometria lenticolare. La successione spesso almeno 6m reca intercalato uno strato (US3a) di piroclastiti (pomice, litici, cenici) fortemente alterate di colore rossastro-arancio, riferibili al fall distale dell'eruzione del Tufo Giallo Napoletano. **ALLUVIONALE DI CONOIDE**

Marker cronologico

Reperti ceramici

**Tufo Giallo
Napoletano
(15 ka BP)**



Particolare della US3



Particolare del T. G. N.



Particolare delle alluvioni con
materiali ceramici della US2

ANNOTAZIONI

La presenza delle piroclastiti del Tufo Giallo Napoletano (15 ka BP) intercalato nei depositi di conoide alluvionale del US3, permette di riferire questi ultimi al Pleistocene superiore-Olocene antico. Tale successione risulta essere tagliata da un canale di età storica per la presenza di materiali ceramici nei depositi del suo riempimento.

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

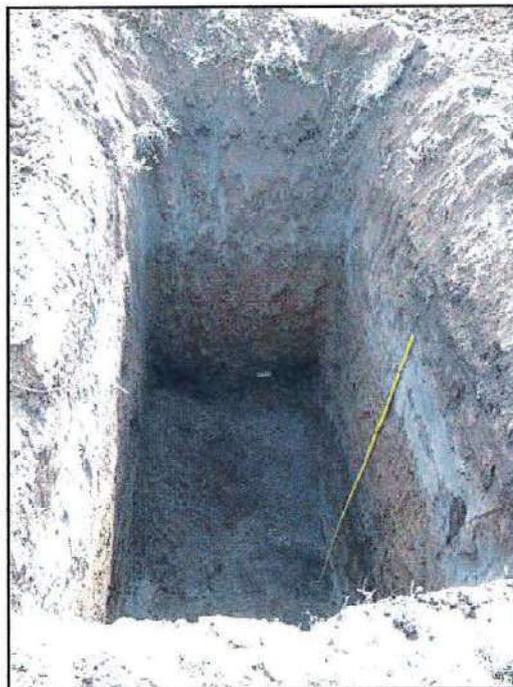
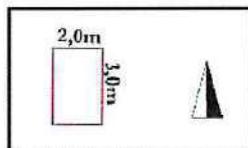
Doc. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T07**

Ubicazione:



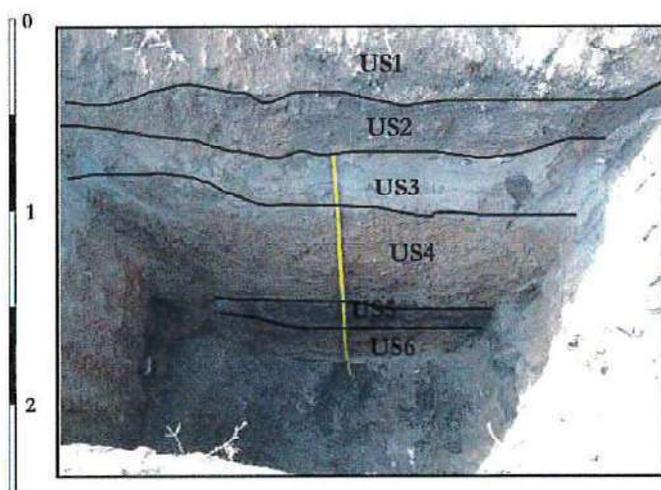
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker
cronologico



US1 (0,0-0,30 m): RIPORTO ANTROPICO

US2 (0,30-0,50 m): Sabbie-limose, bruno scuro, con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. SUOLO ATTUALE

US3 (0,50-0,80 m): Limi sabbiosi di colore grigio chiaro, addensati, di natura vulcanoclastica prevalentemente cineritica. CINERITI

US4 (0,80-1,60 m): Pomice, scorie e litici eterometrici fino a 1,5 cm in matrice sabbiosa limosa di colore marrone. PIROCLASTITI DELL'ERUZIONE DI AVELLINO in giacitura secondaria.

US5 (1,60-2,00 m): Sabbie limose di colore bruno-marrone a forte componente vulcanoclastica pomicea e cineritica, PALEOSUOLO

US6 (2,00-2,10 m): Sabbie limose di colore marrone a forte componente vulcanoclastica pomicea e cineritica, poggianti su paleosuolo bruno-scuro. PIROCLASTITI DELL'ERUZIONE DI AGNANO M. SPINA in giacitura secondaria

Piroclastiti
dell'eruzione di
AVELLINO
< 3.800 a BP

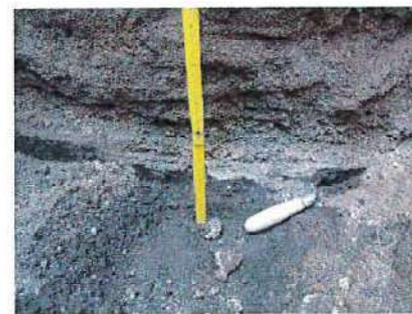
Piroclastiti
dell'eruzione di
AGNANO
M. SPINA
< 4.400 a BP



Particolare delle cineriti dell'US3



Particolare delle piroclastiti
dell'eruzione di Avellino



Particolare delle piroclastiti
dell'eruzione di Agnano M. Spina

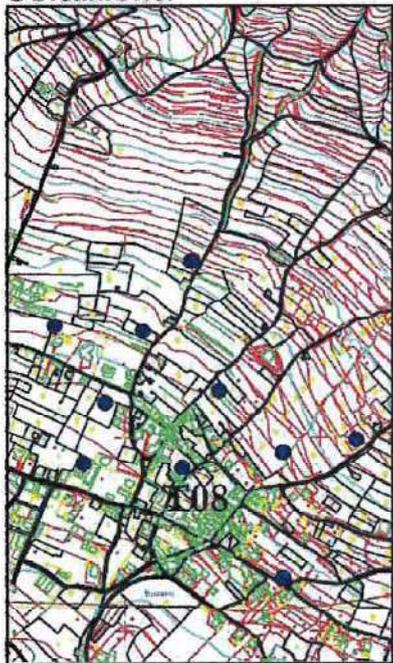
ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

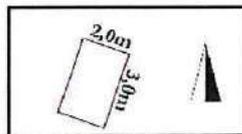
Doc. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T08**

Ubicazione:



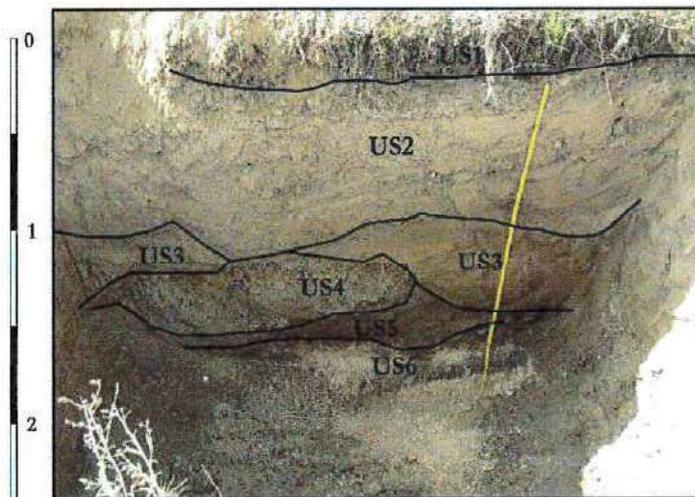
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker cronologico



US1 (0-0,20 m): Sabbie limose, bruno scuro, con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,20-1,00 m): Sabbie limose di colore marrone chiaro con rare ghiaie eterometriche fino a 5 cm, da sub-angolari a sub-arrotondate. Struttura massiva. **COLLUVIONI** da trasporto in massa.

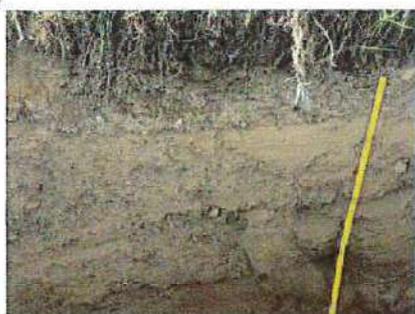
US3 (1,00-1,30 m): Sabbie vulcanoclastiche di colore marrone arancio con alcuni elementi pomiceo fortemente alterati. **PIROCLASTITI** in giacitura secondaria del Tufo Giallo Napoletano

US4 (1,30-1,60 m): Ghiaie eterometriche fino a 7 cm, clastosostenute, da sub-arrotondate a sub-angolari, a geometria lenticolare, con alla base una lente di sabbie grossolane e ghiaie fini clastosostenute a geometria lenticolare. **ALLUVIONALI** in facies canalizzata

US5 (1,60-1,70 m): Sabbie limose di colore bruno-marrone di natura vulcanoclastica con rare ghiaie eterometriche fino a 3 cm. **PALEOSUOLO TRONCATO**

US6 (1,70-2,10 m): Ghiaie eterometriche fino a 5 cm, da sub-arrotondate a sub-angolari in matrice sabbiosa di colore marrone arancio. **ALLUVIONALI**

Piroclastiti
dell'eruzione del
Tufo Giallo
Napoletano
15 ka BP



Particolare delle cineriti dell'US2



Particolare dell'US3 e dell'US4



Particolare dell'US3 e dell'US4

ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

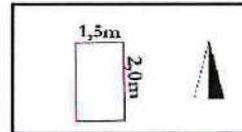
Doc. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T09**

Ubicazione:



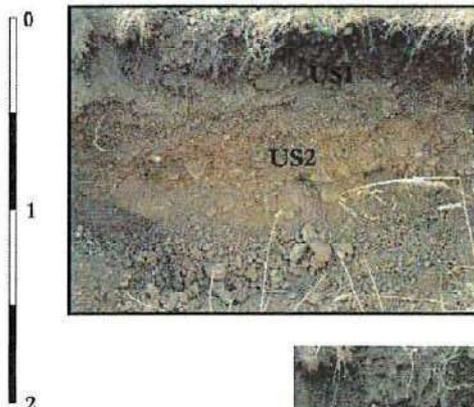
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker
cronologico



US1 (0-0,40 m): Sabbie limose, bruno scuro, con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. Verso il basso il colore diventa grigio marrone. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,40-1,40 m): Ghiaie eterometriche fino a 25 cm, clasrosostenute, da sub-arrotondate a sub-angolari, a luoghi in scarsa matrice marrone-arancio. Verso il basso aumento della taglia delle ghiaie e diminuzione della matrice. **ALLUVIONALE**



Particolare dell'US2

ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

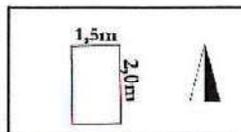
Dot. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T10**

Ubicazione:



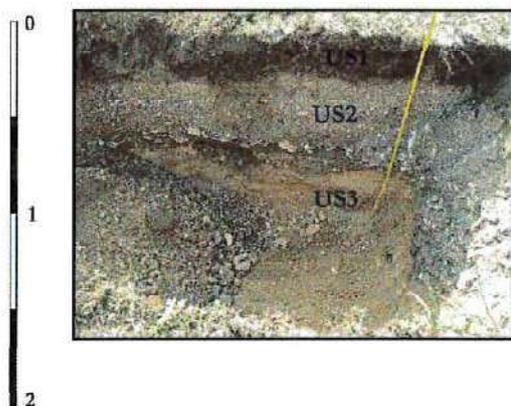
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker
cronologico



US1 (0-0,30 m): Sabbie limose, bruno scuro, con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, carbonatici, da arrotondati a sub angolari. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,30-0,75 m): Ghiaie eterometriche fino a 3 cm, clastosostenute, da sub arrotondate a sub-angolari, a luoghi in scarsa matrice sabbiosa grossolana grigiastra. Verso il basso presenza di uno strato di ghiaie eterometriche fino a 15 cm. **ALLUVIONALE**

US3 (0,75-1,50 m): Ghiaie eterometriche fino a 10 cm, clastosostenute, da sub arrotondate a sub-angolari, a luoghi cementate e in scarsa matrice sabbiosa di colore marrone arancio. **ALLUVIONALE**



Particolare dell'US1 e US2



Particolare dell'US2



Particolare dell'US3

ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

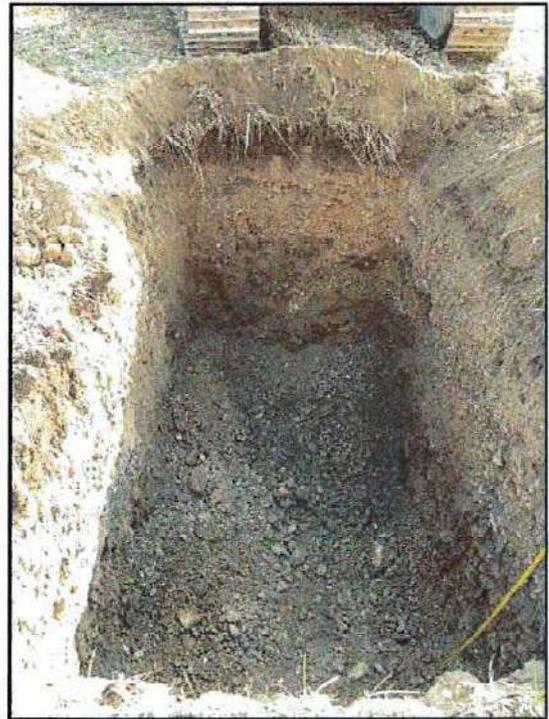
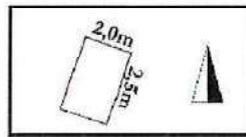
Dot. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T11**

Ubicazione:



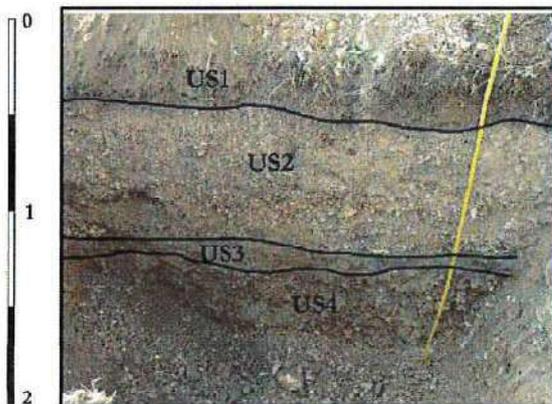
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker
cronologico



US1 (0-0,30 m): Sabbie-limose, bruno scuro, soffici, con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, carbonatici, da arrotondati a sub angolari. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,30-1,20 m): Ghiaie eterometriche fino a 10 cm, da sub arrotondate a sub angolari, in scarsa matrice sabbiosalinoso di colore marrone chiaro, con stratificazione piano parallela. Verso il basso presenza di uno strato di ghiaie fini e sabbie grossolane grigiastre clastosostenute. **ALLUVIONALE**

US3 (1,20-1,40 m): Sabbie limose di colore marrone con elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm. **PALEOSUOLO TRONCATO**

US4 (1,40-2,00 m): Ghiaie eterometriche fino a 10 cm, da sub arrotondate a sub angolari, in scarsa matrice limo-sabbiosa di colore marrone-giallastro. **ALLUVIONALE**



Particolare dell'US1 e US2



Particolare dell' US2



Particolare dell' US3 e dell'US4

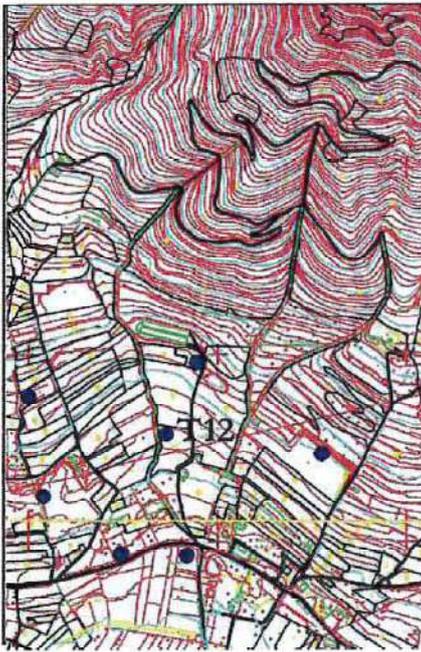
ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

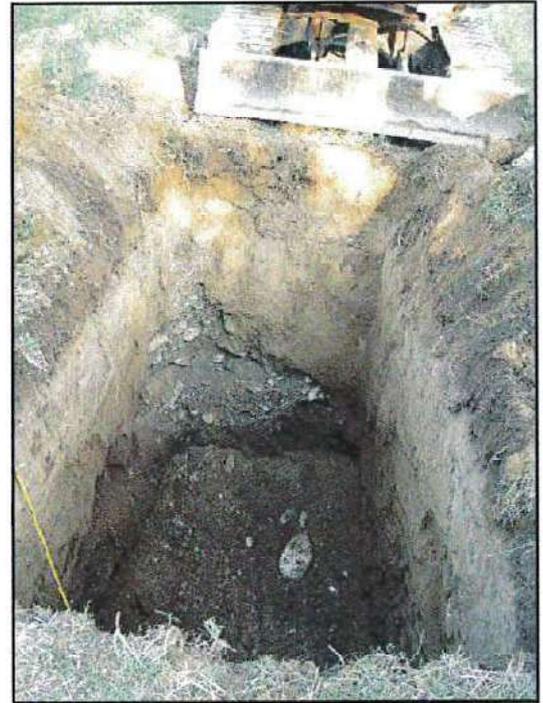
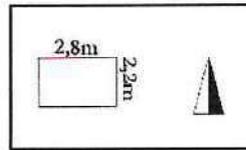
Doc. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T12**

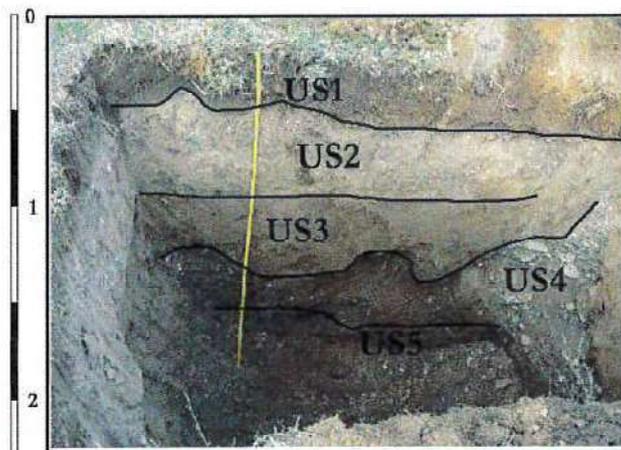
Ubicazione:



Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

US1 (0-0,30 m): Sabbie-limose, bruno scuro, soffici e con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 3 cm, carbonatici, da arrotondati a sub angolari. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,30-0,70 m): Sabbie limose vulcanoclastiche di colore marrone chiaro con numerose ghiaie eterometriche fino a 5 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari. le vulcanoclastiti sono costituite in prevalenza da pomice e litici dell'eruzione di Avellino. **COLUZIONI vulcanoclastiche da trasporto in massa**

US3 (0,70 1,20 m): Sabbie limose di colore marrone bruno con rare ghiaie eterometriche fino a 3 cm, da sub arrotondate a clastosostenute. presenza di resti vegetali e di carboni. **PALEOSUOLO TRONCATO**

US4 (1,20 1,60 m): Ghiaie eterometriche fino a 25 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa di colore grigiastro marrone chiaro di natura residuale. **ALLUVIONALI in facies da debris flow**

US5 (1,60 2,00 m): Sabbie limose di colore bruno marrone con numerosi resti vegetali millimetrici e carboni. **PALEOSUOLO**

Marker
cronologico

Piroclastiti
dell'eruzione di
Avellino
rimaneggiate
<3.800 a BP



Particolare della US1 e dell'US2



Particolare della US3 e dell'US4



Particolare della US4

ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

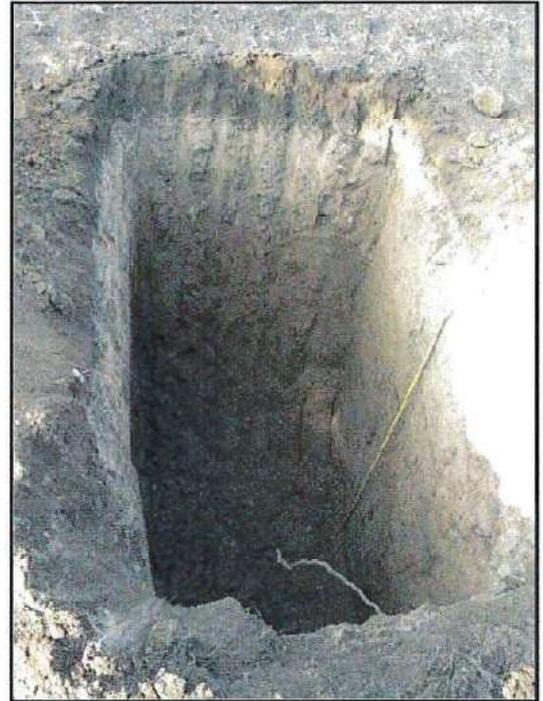
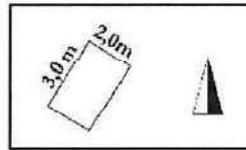
Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T13**

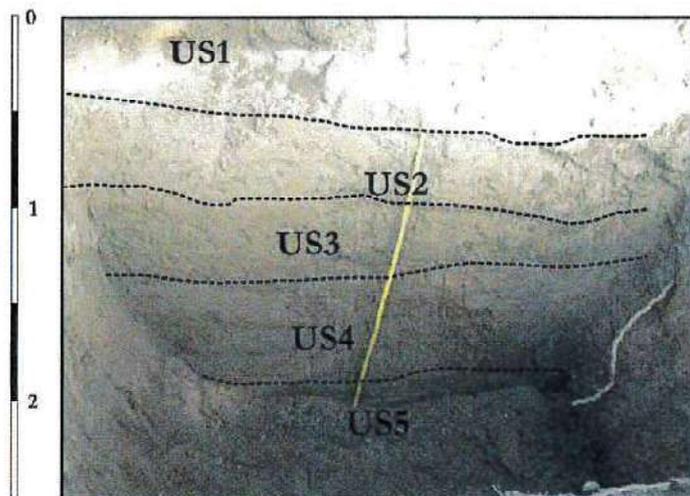
Ubicazione:



Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

US1 (0-0,40 m): Sabbie limose, bruno scuro, con numerosi apparati radicali. Presenza di abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 3 cm, carbonatici, da arrotondati a sub-angolari. **SUOLO ATTUALE!**

US2 (0,40 0,80 m): Sabbie limose vulcanoclastiche di colore bruno grigiastro con numerose pomice millimetriche e centimetriche. Presenza di numerosi apparati radicali solo parzialmente decomposti e rare ghiaie eterometriche fino a 5 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari. le vulcanoclastiti sono costituite in prevalenza da pomice e litici dell'eruzione di Avellino. **COLLUVIONI PEDOGENIZZATE**

US3 (0,80 1,50 m): Sabbie limose di colore marrone bruno a torce componente pomicea dell'eruzione di Avellino, con rare ghiaie eterometriche fino a 3 cm, da sub-arrotondate a clastosostenute. presenza di resti vegetali e di carboni. **PIROCLASTITI** in giacitura secondaria pedogenizzate

US4 (1,50 1,90 m): Sabbie limose di colore bruno marrone e grigiastro a forte componente vulcanoclastica e con numerose patine e noduli di ossidazione di colore arancio. **PALBOSUCOLO**

US5: Limi sabbiosi vulcanoclastici di colore grigio scuro. Probabile alterazione sul top del Tufo Grigio Campano

Marker
cronologico

Piroclastiti
dell'eruzione di
Avellino
rimaneggiate
<3.800 a BP



Particolare della US2 e dell'US3

Particolare della US3

Particolare della US4 e
dell'US5

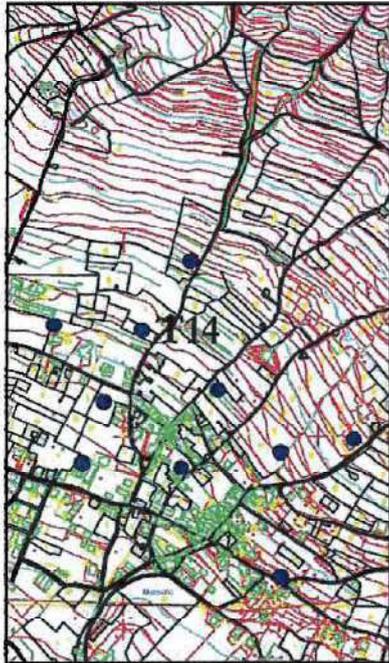
ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

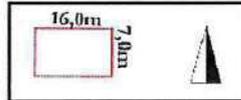
Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T14**

Ubicazione:

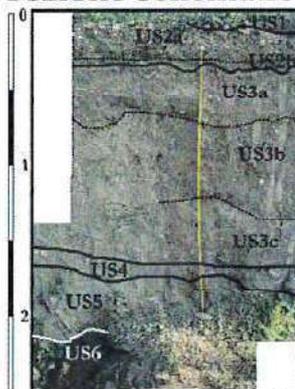


Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix) Descrizione lithofacies

Marker cronologico



- US1 (0,0-0,10 m):** Sabbie limose di colore marrone con abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, ed apparati radicali. **SUOLO ATTUALE**
- US2 (0,10-0,30 m):** Ghiaie eterometriche fino a 10 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone ed a luoghi clastosostenute (US2a). Verso il basso passano a ghiaie eterometriche fino a 2 cm e sabbie grossolane, da arrotondate a sub-arrotondate, clastosostenute ed a luoghi in geometria lenticolare (US 2b). Presenza di materiali ceramici a spigoli smussati. **ALLUVIONALE** in facies canalizzata passanti a facies di debris flow
- US3 (0,30-1,70 m):** Sabbie medio-fini in matrice limosa di colore marrone grigiastro con ghiaie eterometriche fino a 30 cm, da arrotondate a sub-angolari, a luoghi in strati centimetrici e decimetrici a geometria lenticolare. Presenza di materiali ceramici non diagnostici. Si riconoscono almeno tre eventi a base erosiva. **ALLUVIONALE** da flussi fangosi iperconcentrati.
- US4 (1,70-1,90 m):** Ghiaie eterometriche fino a 5 cm, da arrotondate a sub-angolari, in matrice limo-sabbiosa vulcanoclastica di colore grigiastro-marrone. Presenza di materiali ceramici non diagnostici. **ALLUVIONALE** in facies da debris flow
- US5 (1,90-2,30 m):** Sabbie limose di colore bruno-marrone di natura vulcanoclastica con numerose pomice e litici vulcanici dell'eruzione di Avellino e rare ghiaie eterometriche fino a 5 cm da sub-arrotondate a sub-angolari. **PALEOSUOLO TRONCATO**
- US6 (2,30-2,50 m):** Pomice, scorie e litici eterometriche fino a 1,5 cm, da sub-arrotondate a sub-angolari, a luoghi clastosostenute. **FALL VULCANOCLASTICO DELL'ERUZIONE DI AVELLINO**

Reperti
ceramici

Reperti
ceramici

Reperti
ceramici

Eruzione
di Avellino
3.800 a BP



Particolare della US2



Particolare della US2b



L'US3 con
frammenti ceramici



Particolare delle Pomice di Avellino

ANNOTAZIONI

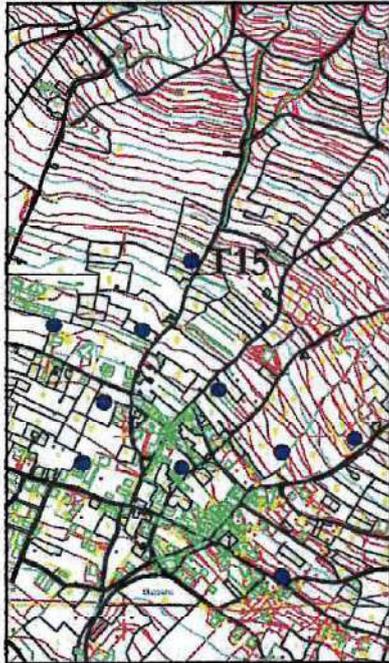
La presenza delle piroclastiti di Avellino (3.8 ka BP) alla base della successione e di reperti ceramici di epoca storica intercalati agli eventi da flussi iperconcentrati e da debris flow permette di datare all'epoca storica gli eventi riconosciuti.

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

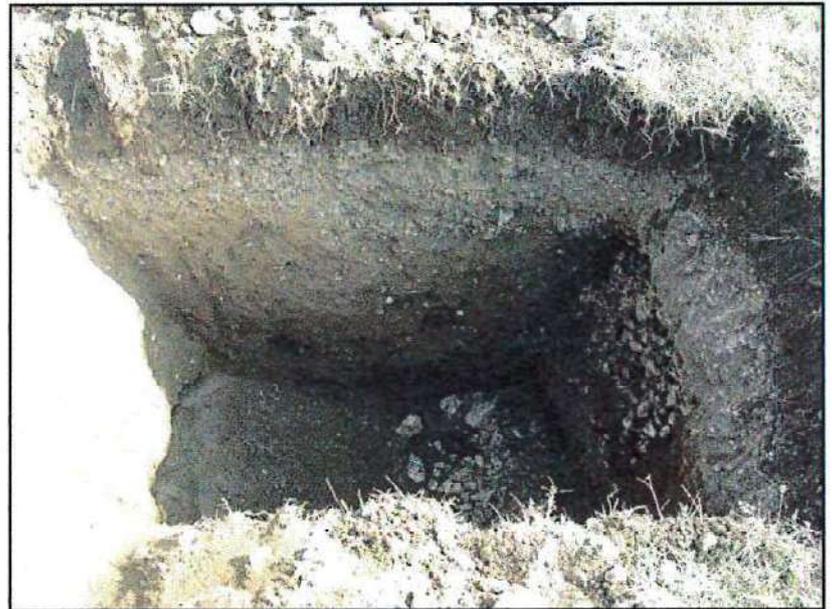
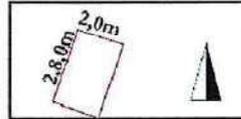
Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T15**

Ubicazione:

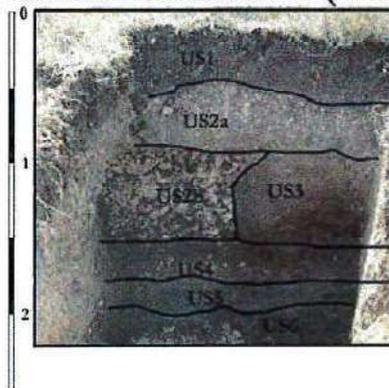


Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix) Descrizione lithofacies

Marker cronologico



US1 (0,0-0,30 m): Sabbie limose di colore bruno marrone con abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 5 cm, ed apparati radicali. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,30-0,60): Ghiaie eterometriche fino a 10 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone ed a luoghi clastosostenute (US2a). Verso il basso presenza di un taglio per una fossa riempita di ghiaie eterometriche e frammenti ceramici (tegole e laterizi moderni) fino a 15 cm, clastosostenute (US2b). **RIPORTO ANTROPICO E FOSSA**

US3 (0,60-1,30 m): Sabbie limose di colore grigiastro-marrone con ghiaie eterometriche fino a 10 cm, da sub-arrotondate a sub angolari, presenza di elementi vulcanoclastici pomicei e di resti vegetali parzialmente decomposti. **PALEOSUOLO TRONCATO.**

US4 (1,30-1,50 m): Ghiaie eterometriche fino a 10 cm da arrotondate a sub-angolari, con blocchi carbonatici fino a 70 cm, in scarsa matrice limo-sabbiosa vulcanoclastica di colore grigiastro-marrone. **ALLUVIONALE** in facies da debris flow

US5 (1,50-1,70 m): Sabbie limose di colore bruno marrone di natura vulcanoclastica con numerose pomici e litici vulcanici dell'eruzione di Avellino e rare ghiaie eterometriche fino a 5 cm da sub-arrotondate a sub-angolari. **PALEOSUOLO TRONCATO**

US6 (1,70-2,10 m): Ghiaie eterometriche fino a 15 cm da spigolose a sub-arrotondate in matrice sabbiosa di colore marrone scuro. **ALLUVIONALE**

Reperti
ceramici

Piroclasti
di Avellino
< rimaneggiate
3.800 a BP



Particolare della Fossa e dei
riporti antropici della US2



Particolare della US3



Particolare della US4 e della US5

ANNOTAZIONI

la trincea risulta disturbata dal taglio di una fossa riempita da ghiaie e ricoperta da riporti detritici. verso il basso la presenza delle piroclastiti di Avellino (3.8 ka BP) è un termine post-quem per inquadrare l'evento da debris flow agli ultimi millenni.

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

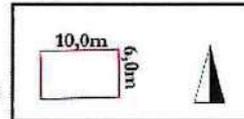
Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T16**

Ubicazione:



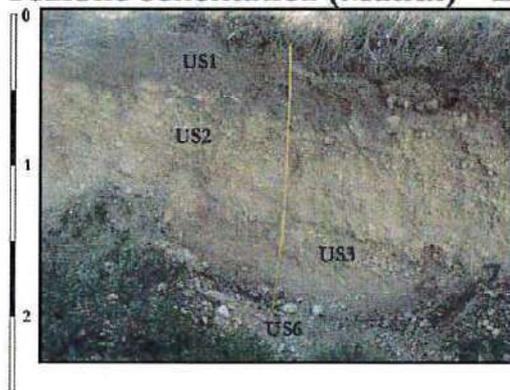
Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Descrizione lithofacies

Marker cronologico



US1 (0-0,50 m): Sabbie limose di colore bruno marrone con abbondanti elementi eterometrici fino a 10 cm, ed apparati radicali. **SUOLO ATTUALE**

US2 (0,50-1,50 m): Ghiaie eterometriche fino a 20 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone ed a luoghi clastosostenute con geometria lenticolare. **ALLUVIONALE** di conoide

US3 (1,50-2,00 m): Ghiaie eterometriche fino a 30 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, prevalentemente clastosostenute e con stratificazione piano parallela. **ALLUVIONALE** di conoide



Particolare dell'US1



Particolare della US2



Particolare dell'US3

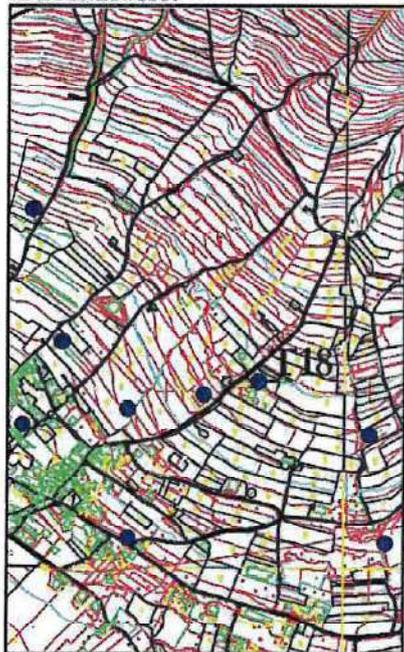
ANNOTAZIONI

Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

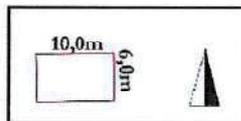
Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T18**

Ubicazione:



Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

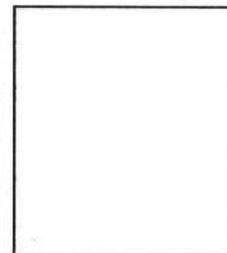


Descrizione lithofacies

US1: Sabbie limose di colore bruno marrone con abbondanti elementi ghiaiosi eterometrici fino a 20 cm, ed apparati radicali. **SUOLO ATTUALE.**

US2: Ghiaie eterometriche fino a 20 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone chiaro ed a luoghi clastosostenute e cementate. **ALLUVIONALE** di conoide

Marker cronologico



ANNOTAZIONI

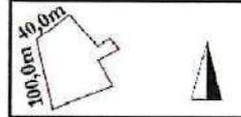
Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

Dott. Geol.
Vincenzo Amato

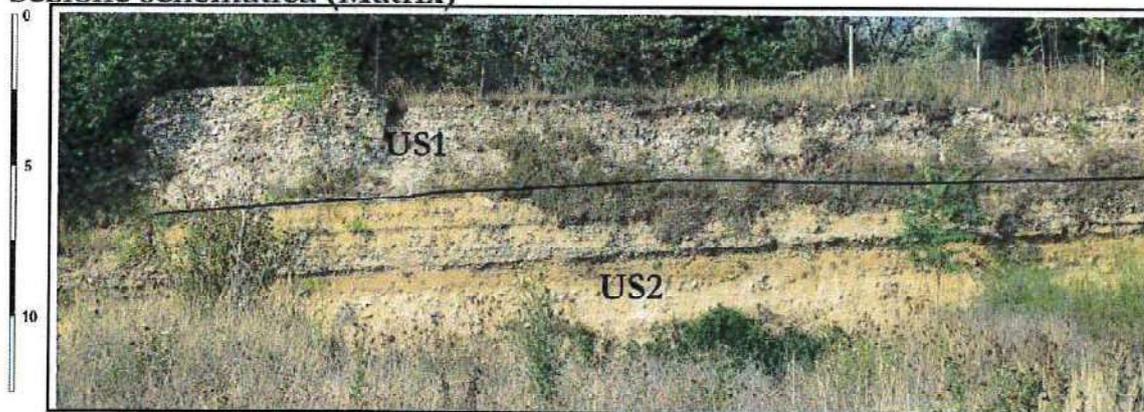
Trincea: **T19**

Ubicazione:

Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Marker cronologico



Particolare dell'US1

Descrizione lithofacies

US1: Ghiaie eterometriche fino a 15 cm, da sub-arrotondate a sub-angolari in scarsa matrice sabbiosa grossolana ed aluoghi elastosostenute. ALLUVIONALE.

US2: Alternanza di livelli a ghiaie eterometriche fino a 20 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone chiaro ed a luoghi elastosostenute e cementate, e di livelli a sabbie medio-grossolane con ghiaie medio-fini in matrice sabbiosa-limosa di colore marrone chiaro. L'unità è clinostraficata. ALLUVIONALE di conoide

ANNOTAZIONI

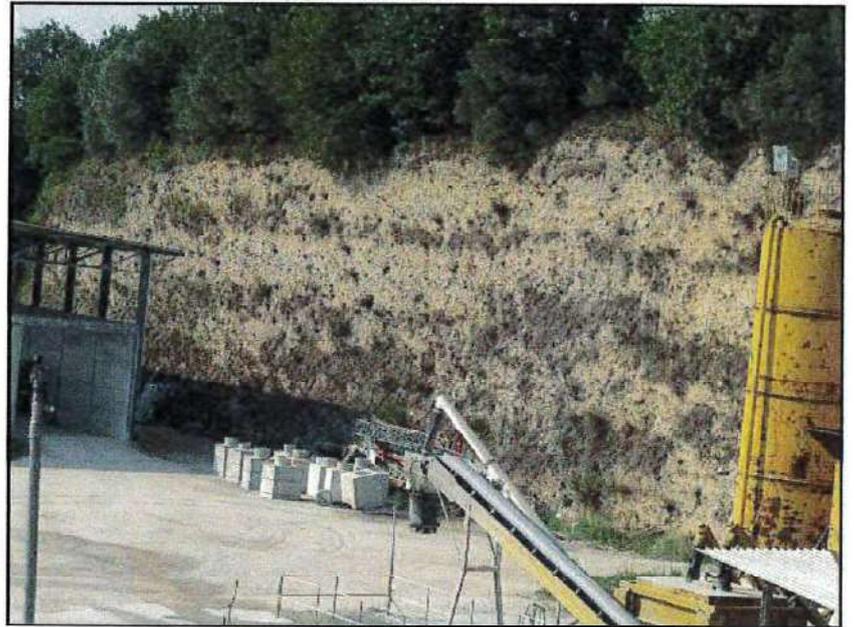
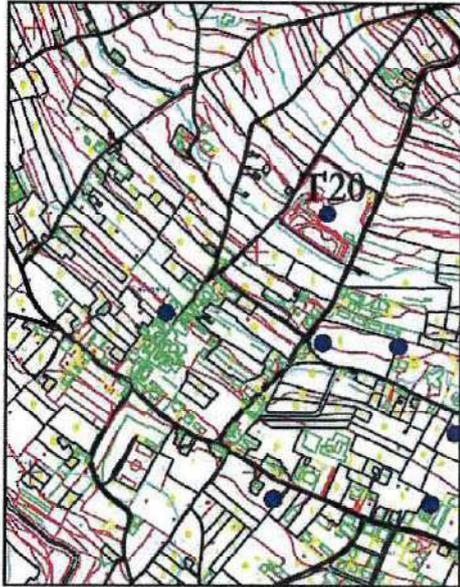
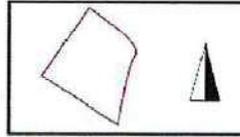
Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T20**

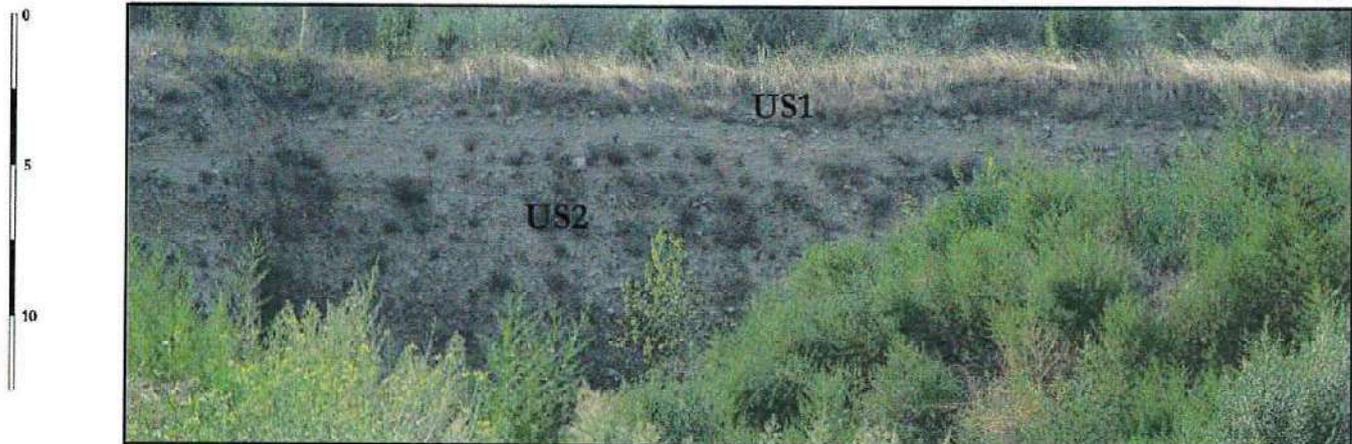
Ubicazione:

Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)

Marker cronologico



Descrizione lithofacies

US1: Ghiaie eterometriche fino a 15 cm, da sub-arrotondate a sub-angolari in scarsa matrice sabbiosa grossolana ed aluoghi clastosostenute. ALLUVIONALE

US2: Alternanza di livelli a ghiaie eterometriche fino a 30 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone chiaro ed a luoghi clastosostenute e cementate, e di livelli a sabbie medio grossolane con ghiaie medio fini in matrice sabbiosa-limoso di colore marrone chiaro. L'unità è clinostratificata. ALLUVIONALE di conoide

ANNOTAZIONI

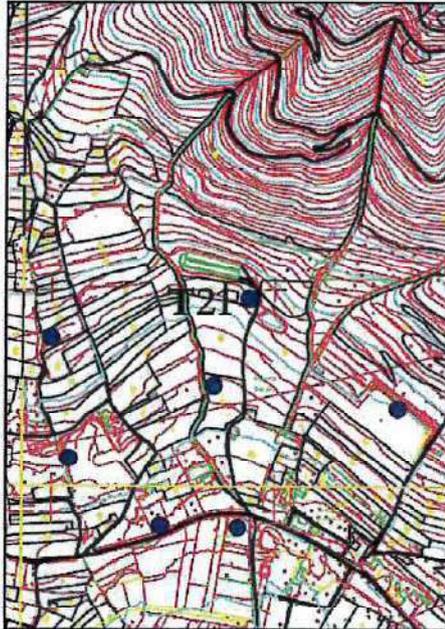
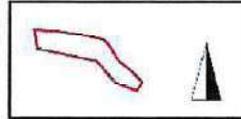
Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T21**

Ubicazione:

Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

Marker cronologico

US1: Sabbie limose di colore bruno marrone con abbondanti ghiaie eterometriche fino a 15 cm, da sub-arrondate a sub-angolari. SUOLO ATTUALE.

US2: Alternanza di livelli a ghiaie eterometriche fino a 20 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone chiaro ed a luoghi clastosostenute e cementate, e di livelli a sabbie medio-grossolane con ghiaie medio-fini in matrice sabbiosa-limosa di colore marrone chiaro. L'unità è clinostratificata. ALLUVIONALE di conoide

ANNOTAZIONI

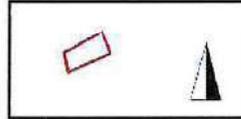
Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

Dott. Geol.
Vincenzo Amato

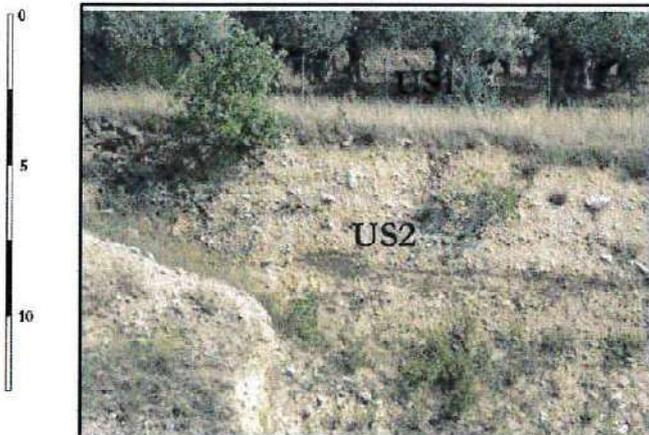
Trincea: **T22**

Ubicazione:

Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

Marker cronologico

US1: Sabbie limose di colore bruno marrone con abbondanti ghiaie eterometriche fino a 15 cm, da sub arrotondate a sub angolari. SUOLO ATTUALE.

US2: Alternanza di livelli a ghiaie eterometriche fino a 20 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone chiaro ed a luoghi clastosostenute e cementate, e di livelli a sabbie medio-grossolane con ghiaie medio-fini in matrice sabbiosa limosa di colore marrone chiaro. L'unità è clinostratificata. ALLUVIONALE di conoide

ANNOTAZIONI

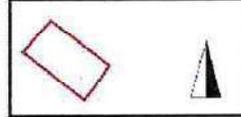
Stratigrafia delle trincee ed analisi di facies Comune di Bucciano (BN)

Dott. Geol.
Vincenzo Amato

Trincea: **T23**

Ubicazione:

Orientamento e
Dimensioni trincea



Sezione schematica (Matrix)



Descrizione lithofacies

Marker cronologico

US1: Sabbie limose di colore marrone chiaro con abbondanti ghiaie eterometriche fino a 15 cm, da sub arrotondate a sub-angolari. SUOLO ATTUALE impostato su alluvionale da debris flow

US2: Sabbie limose bruno scuro di natura vulcanoclastica con rare ghiaie carbonatiche eterometriche fino a 10 cm, da arrotondate a sub-angolari, con resti di apparati radicali parzialmente decomposti. PALEOSUOLO

US3: Alternanza di livelli a ghiaie eterometriche fino a 20 cm, carbonatiche, da arrotondate a sub-angolari, in scarsa matrice sabbiosa marrone chiaro ed a luoghi clastosostenute e cementate, e di livelli a sabbie medio-grossolane con ghiaie medio-fini in matrice sabbiosa-limosa di colore marrone chiaro. L'unità è clinostratificata. ALLUVIONALE di conoide

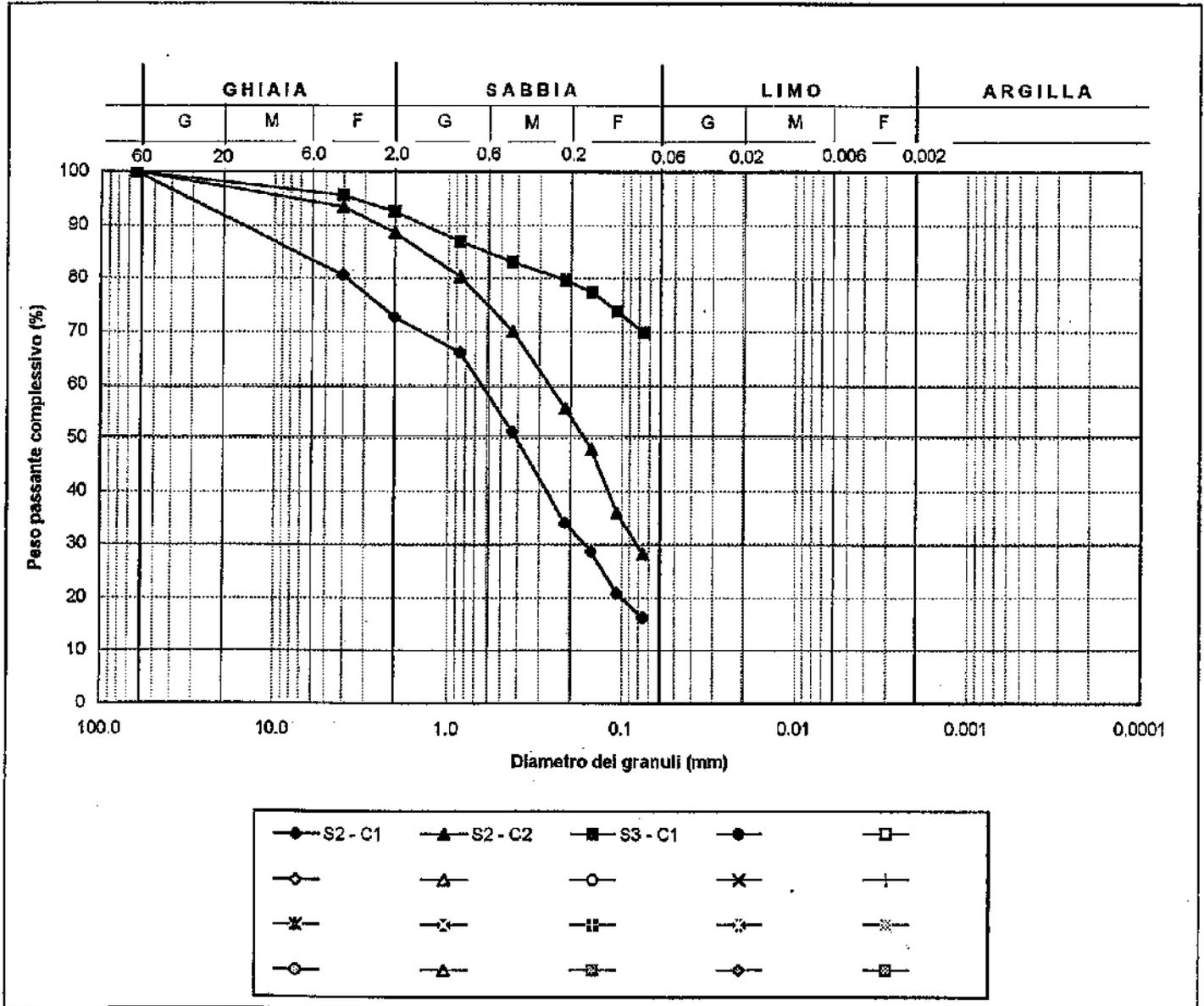


Particolari del suolo attuale impostato su debris flow

ANNOTAZIONI

Committente **Amm. comunale di Bucciano (BN)**
 Indirizzo:
 Cantiere: **Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano**

FUSO GRANULOMETRICO COMPLESSIVO



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



RIF. INT.: 000000001	DATA ELABORAZIONE: 05/07/1995	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 05/07/1995	DATA FINE PERFORAZIONE: 05/07/1995
COMMITTENTE: Amm. comunale di Bucciano		CANTIERE: Loc. Gavetelle Bucciano (BN)	
PERFORAZIONE: S1	QUOTA BOCCAFFORO (m s.l.m.):	LUNGHEZZA (m): 20.00	INCLINAZIONE (gradi):
MACCHINA PERFORATRICE:		SCALA GRAFICA: 1:120	
PERFORATORE RESPONSABILE:		TECNICO RESPONSABILE:	
NOTE:			

STRATIGRAFIA			
Profondità dal p.c. (m)	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica
0.60	0.60		Terreno vegetale
			Materiale detritico di colore biancastro
4.10	3.50		Materiale detritico con presenza di piroclastite alterata di colore rossastro
5.00			
6.80	2.70		Paleosuolo sabbioso di colore marrone
7.10	0.30		Materiale detritico di colore giallastro
8.00	0.90		Materiale sabbioso a granulometria grossolana con presenza di elementi carbonatici di colore grigio scuro
10.00			
14.10	6.10		
14.40	0.30		Materiale piroclastico argillificato
15.00			Materiale sabbioso a granulometria grossolana con presenza di elementi carbonatici arrotondati di colore grigio scuro
17.40	3.00		
			Materiale sabbioso di colore marrone con presenza di piccoli elementi carbonatici
20.00	2.50		



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 2.50-3.00

CARATTERISTICHE GENERALI

CONDIZIONI DEL CAMPIONE		DIMENSIONI DEL CAMPIONE		
Stato: Indisturbato	Contenitore: Fustella	Lungh. (cm): 25.00	Diametro (cm): 7.40	Peso (g): 2221.87

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE	
Pocket Penetrometer Test (Kg/cm ²): 2.00	Pocket Vane Test (Kg/cm ²): 1.00

CARATTERISTICHE FISICHE														
Descrizione del campione Materiale piroclastico a granulometria sabbioso limosa di colore marrone scuro con presenza di inclusi calcarei di piccole dimensioni.														
CONDIZIONI NATURALI					CONDIZIONI DI SATURAZIONE									
Peso volume dei grani	Peso volume naturale	Peso volume del secco	Indice vuoti	Porosità	Cont. acqua	Grado saturaz.	Peso volume del sommerso	Peso volume del saturo	Cont. acqua					
γ_r	γ_n	γ_d	e	n	W	G _s	γ_{som}	γ_{sat}	W _{sat}					
(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(-)	(-)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(%)					
2.61	25.60	1.68	16.46	1.27	12.45	1.06	51.36	32.29	79.62	0.78	7.68	1.78	17.49	40.49

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA E PARAMETRI CORRELATI									
Limite di liquidità	Indice di liquidità	Limite di plasticità	Indice di plasticità	Indice di consistenza	Attività	Limite di ritiro	Coeff. di ritiro	Ritiro di volume	Ritiro lineare
W _L	I _L	W _P	I _P	I _C	A	W _S	R _S	V _S	L _S
(%)	(-)	(%)	(-)	(-)	(-)	(%)	(-)	(-)	(-)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE											
Frazione argillosa	Frazione limosa	Frazione <0.074mm	Frazione sabbiosa	Frazione ghiaiosa	Frazione ciottolosa	Diametro efficace	Diametro medio	Diametro medio	Diametro medio	Coeff. uniform.	Coeff. concav.
0.002m	<0.06m		<2mm	<60mm	≥60mm	D ₁₀	D ₃₀	D ₅₀	D ₈₀	C _u	C _c
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)
		16.27		27.26	0.00		0.16600	0.41044	0.67615		

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA MECCANICA											
TAGLIO DIRETTO					COMPRESSIONE TRIASSIALE			COMPRESSIONE E.L.L.			
Tipo di prova	Condizioni di picco		Condizioni di residuo		Tipo di prova	Attrito interno	Coesione intercetta	Deform. a rottura	Press. verticale a rottura		
	Attrito	Coesione interc.	Attrito	Coesione interc.						φ	c
	φ'	c'	φ' _r	c' _r		(gradi)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	(%)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)
C.D.	27.86	0.42	41.38								

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



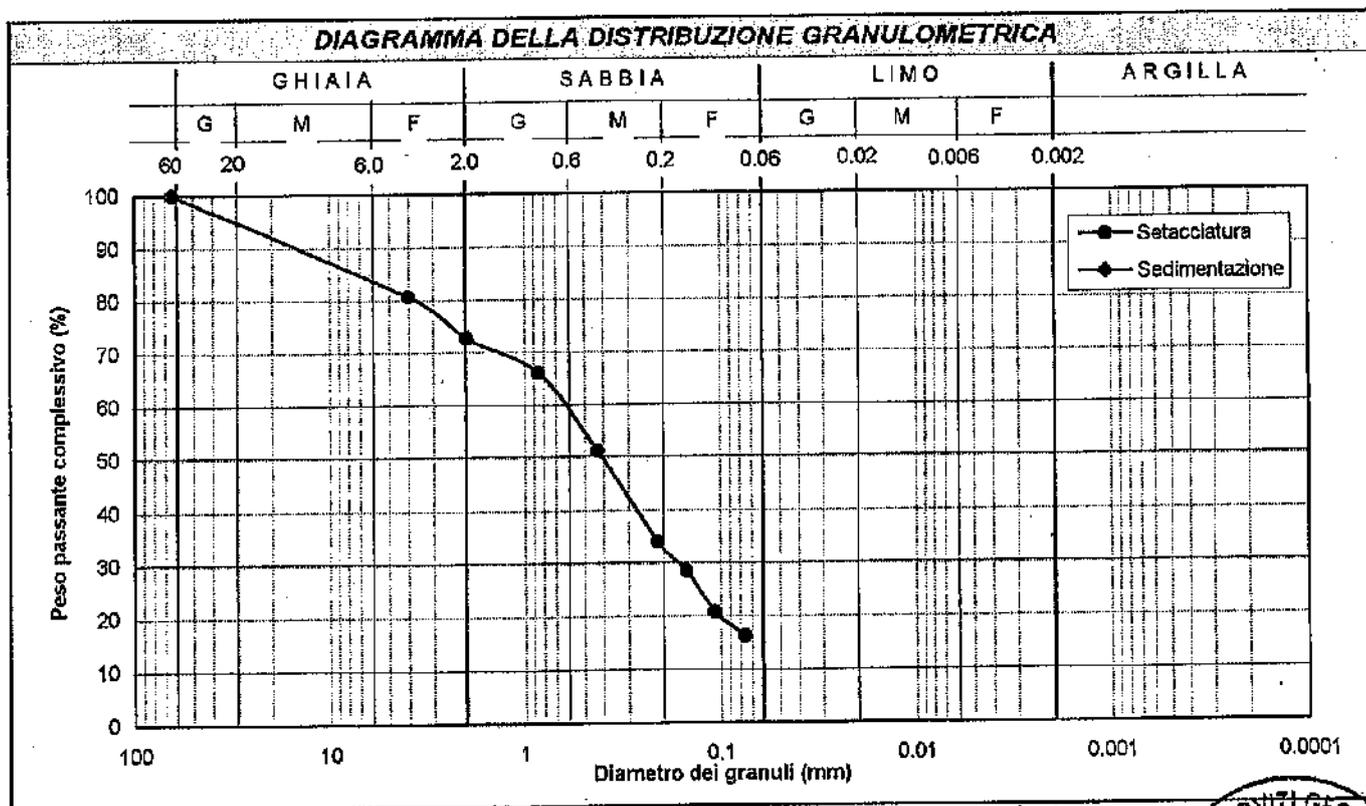
Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)	Indirizzo:	
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 2.50-3.00

ANALISI GRANULOMETRICA

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA										
Vaglio ASTM (mesh)	2.5"	5	10	20	40	70	100	140	200	
Diametro granuli (mm)	63.500	4.000	2.000	0.850	0.425	0.212	0.150	0.106	0.075	
Peso passante compl. (%)	100.00	80.70	72.74	66.11	51.17	34.02	28.60	20.79	16.27	

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE										
Diametro granuli (mm)										
Peso passante compl. (%)										

FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI			
Frazione argillosa < 0.002 mm (%)		Diametro efficace D_{10} (mm)	
Frazione limosa < 0.06 mm (%)		Diametro medio D_{30} (mm)	0.16600
Frazione < 0.074 mm (%)	16.27	Diametro medio D_{50} (mm)	0.41044
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)		Diametro medio D_{60} (mm)	0.67615
Frazione ghiaiosa < 60 mm (%)	27.26	Coefficiente di uniformità C_u (-)	
Frazione ciottolos ≥ 60 mm (%)	0.00	Coefficiente di curvatura C_c (-)	



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 2.50-3.00

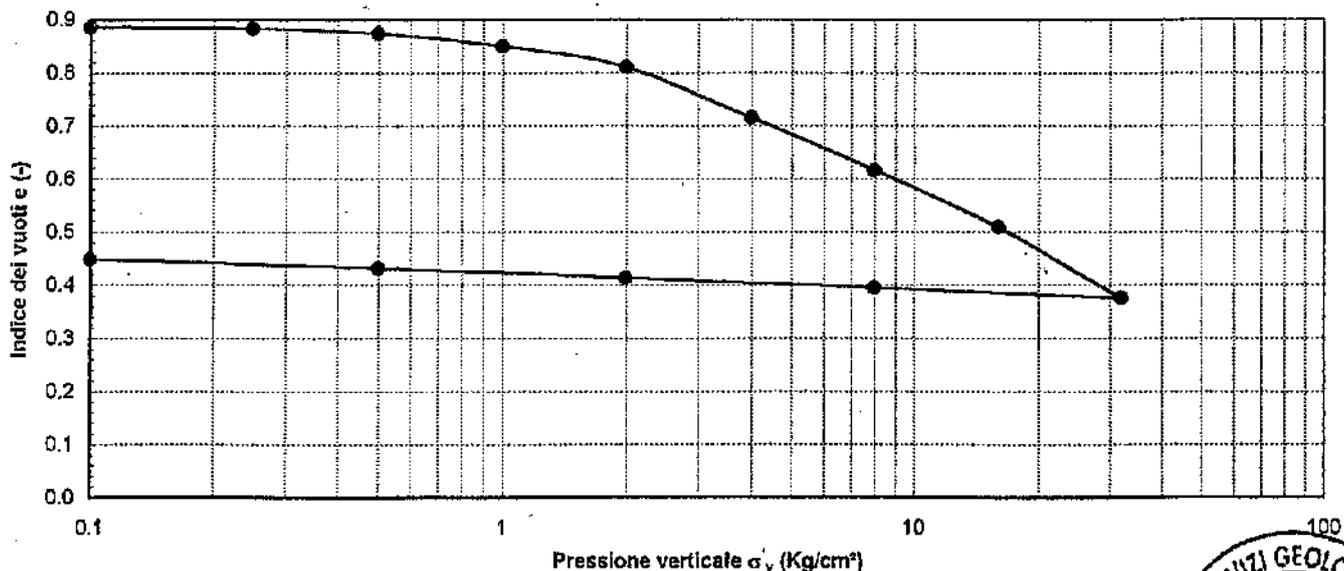
CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

CARATTERISTICHE DEL PROVINO EDOMETRICO

Diam. provin (cm)	CONDIZIONI DI INIZIO PROVA						CONDIZIONI DI FINE PROVA							
	Altezza provino (cm)	Peso di volume umido		Peso di volume secco		Cont. acqua (%)	Grado saturaz. (%)	Altezza provino (cm)	Peso di volume umido		Peso di volume secco		Cont. acqua (%)	Grado saturaz. (%)
		(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(KN/m ³)				(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(KN/m ³)		
5.00	2.00	1.67	16.4	1.39	13.6	20.87	61.58	1.54	2.03	19.9	1.80	17.7	12.89	74.9

DIAGRAMMA DI COMPRESSIBILITÀ E PARAMETRI CORRELATI

Gradino di carico (n)	Pressione verticale σ'_v (kg/cm ²)	Cedim. assoluto δH (mm)	Cedim. unitario ϵ_v (%)	Indice vuoti e (-)	Modulo edom. E_{ed} (Kg/cm ²)	Coeff. di compress. m_v (cm ² /Kg)	Indice di compress. a_v ((Kg/cm ²) ⁻¹)	Coeff. di cons. prim. C_v (cm ² /sec)	Coeff. di permeab. K (cm/sec)	Coeff. di cons. secund. $C_{\alpha z}$ (-)
1	0.100	-0.010	-0.05	0.885						
2	0.250	0.010	0.05	0.883	150.00	6.67E-03	1.26E-02			
3	0.500	0.110	0.55	0.874	50.00	2.00E-02	3.77E-02			
4	1.000	0.370	1.85	0.850	38.46	2.60E-02	4.90E-02			
5	2.000	0.780	3.90	0.811	48.78	2.05E-02	3.86E-02			
6	4.000	1.800	9.00	0.715	39.22	2.55E-02	4.81E-02			
7	8.000	2.860	14.30	0.615	75.47	1.33E-02	2.50E-02			
8	16.000	4.000	20.00	0.508	140.35	7.13E-03	1.34E-02			
9	32.000	5.410	27.05	0.375	226.95	4.41E-03	8.30E-03			
10	8.000	5.200	26.00	0.394						
11	2.000	5.000	25.00	0.413						
12	0.500	4.800	24.00	0.432						
13	0.100	4.620	23.10	0.449						



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



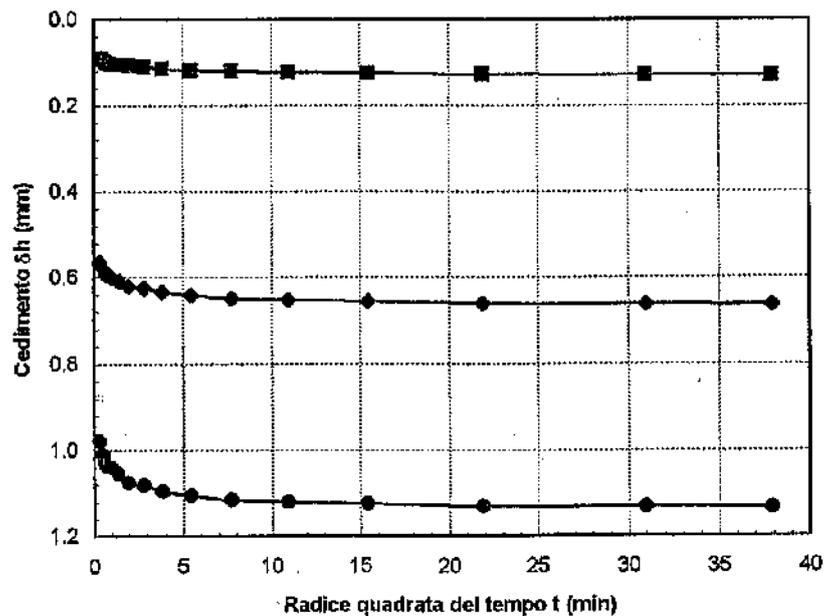
Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavatelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 2.50-3.00

TAGLIO DIRETTO

Prov.	DIMENSIONI DEI PROVINI			PARAM. DELLA CONSOLIDAZIONE				PARAM. DI PROVA PREVISTI			
	Lungh. lato	Altezza iniziale	Area di base	Durata consol.	Pressione di consolidazione		Cedim finale	Tempo	Tempo di rottura	Def. oriz. a rottura	Veloc. di def. oriz.
	l (cm)	h (cm)	A _b (cm ²)	Δt (ore)	σ _n (Kg/cm ²)	(KN/m ²)	Δh (mm)	T ₁₀₀ (min)	t _b (min)	S _{hfp} (mm)	V _p (mm/min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	24.00	0.50	49.03	0.130	5.10	64.72	5.00	0.0773
2 ◆	6.00	2.50	36.00	24.00	1.00	98.07	0.664	4.05	51.43	5.00	0.0972
3 ●	6.00	2.50	36.00	24.00	2.00	196.13	1.134	3.82	48.51	5.00	0.1031

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●	
Tempo t (min)	Cedim Δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim Δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim Δh (mm)
0.1	0.090	0.1	0.562	0.1	0.980
0.25	0.092	0.25	0.579	0.25	1.010
0.4	0.098	0.4	0.592	0.4	1.030
0.5	0.100	0.5	0.596	0.5	1.035
1	0.103	1	0.600	1	1.040
2	0.105	2	0.609	2	1.055
4	0.106	4	0.620	4	1.075
8	0.110	8	0.626	8	1.082
15	0.114	15	0.635	15	1.095
30	0.118	30	0.642	30	1.105
60	0.120	60	0.648	60	1.115
120	0.123	120	0.653	120	1.120
240	0.125	240	0.656	240	1.125
480	0.128	480	0.660	480	1.130
960	0.129	960	0.662	960	1.132
1440	0.130	1440	0.664	1440	1.134



Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone
C. Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione
A. Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 2.50-3.00

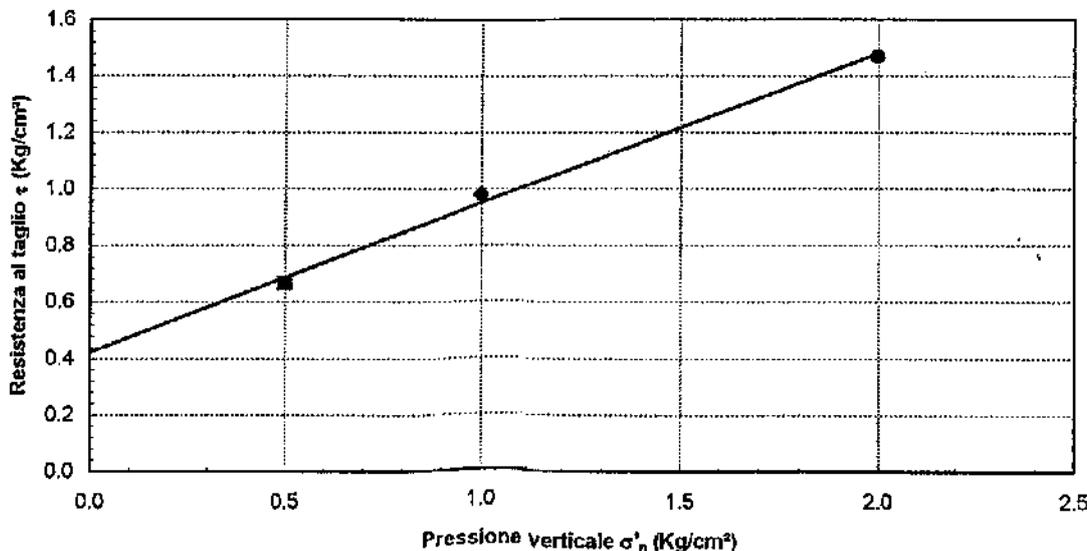
TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	CARATTERISTICHE DELLA PROVA				VALORI INIZIO CONS.			VALORI FINE CONS.		
	Condizione del provino	Orientazione strutturale del provino (°)	Tipo di prova	Veloc. di def. orizz. V_1 (mm/min)	Peso di volume γ_1 (g/cm ³) (KN/m ³)		Cont. acqua w_1 (%)	Peso di volume γ_1 (g/cm ³) (KN/m ³)		Cont. acqua w_1 (%)
1 ■	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.077	1.60	15.65	37.79	1.74	17.07	49.46
2 ◆	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.077	1.64	16.09	37.49	1.77	17.33	44.23
3 ●	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.077	1.68	16.52	37.21	1.79	17.57	39.30

Prov. (n)	CONDIZIONI DI PICCO				CONDIZIONI DI RESIDUO							
	Pressione verticale σ'_n (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Deform. orizz. S_{hr} (mm)	Deform. vert. S_{vr} (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Cicli di deformaz. Lungh. (mm)	Numero (n)	Deform. orizz. S_{hr} (mm)	Deform. vert. S_{vr} (mm)	Resistenza al taglio τ_r (Kg/cm ²) (KN/m ²)	
1 ■	0.50	49.03	1.00	0.03	0.67	65.38						
2 ◆	1.00	98.07	2.75	0.04	0.98	96.10						
3 ●	2.00	196.13	4.25	0.41	1.47	144.10						

PARAMETRI DELL'INVILUPPO DI ROTTURA				PARAMETRI DELL'INVILUPPO DI ROTTURA			
Coeff. di determinaz. r^2 (-)	Errore standard per la stima di c S_y (-)	Angolo di attrito ϕ (gradi)	Coesione intercetta c (Kg/cm ²) (KN/m ²)	Coeff. di determinaz. r^2 (-)	Errore standard per la stima di c_r S_y (-)	Angolo di attrito ϕ_r (gradi)	Coesione intercetta c_r (Kg/cm ²) (KN/m ²)
0.9959	0.0367	27.86	0.42	41.38			

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 2.50-3.00

TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	CONDIZIONI DI PICCO				CONDIZIONI DI RESIDUO							
	Pressione verticale		Deform. orizz.	Deform. vert.	Resistenza al taglio		Cicli di deformaz.	Deform. orizz.	Deform. vert.	Resistenza al taglio		
	σ_v (Kg/cm ²)	(KN/m ²)	S_H (mm)	S_V (mm)	τ (Kg/cm ²)	(KN/m ²)	Lunghezza del ciclo (mm)	Numero di cicli (n)	S_{Hr} (mm)	S_{Vr} (mm)	τ (Kg/cm ²)	(KN/m ²)
1 ■	0.50	49.03	1.00	0.03	0.67	65.38						
2 ◆	1.00	98.07	2.75	0.04	0.98	96.10						
3 ●	2.00	196.13	4.25	0.41	1.47	144.10						

DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE

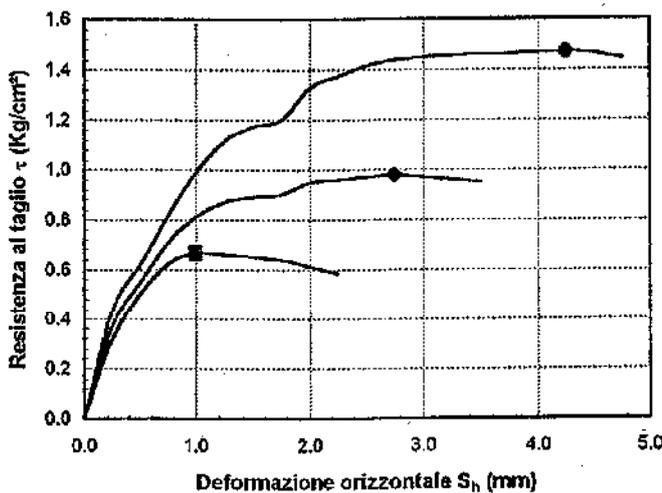


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE

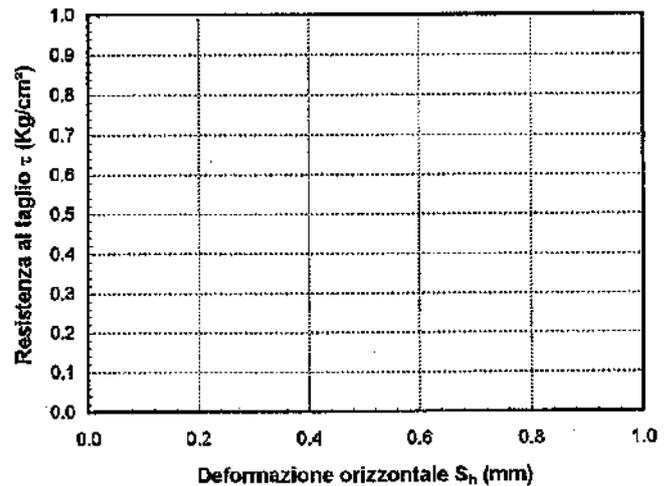


DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI

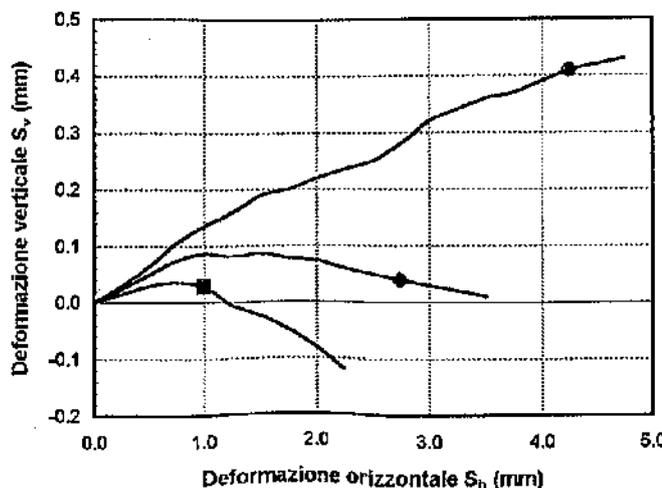
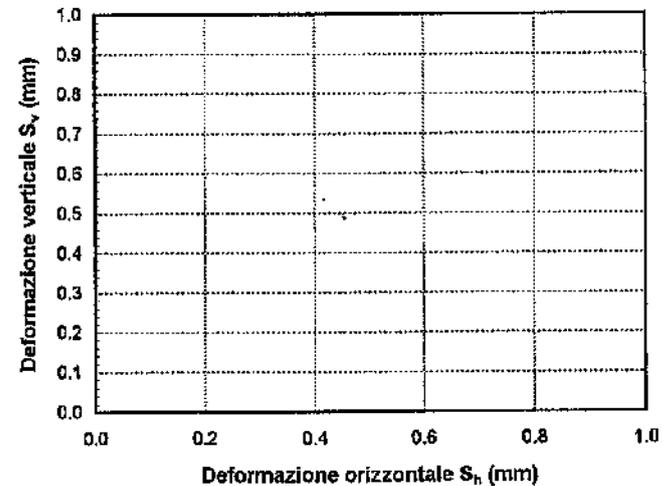


DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiera: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 2.50-3.00

TAGLIO DIRETTO

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO											
Provino n.1 ■				Provino n.2 ◆				Provino n.3 ●			
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.02	0.32	31.05	0.25	0.02	0.37	36.28	0.25	0.03	0.43	42.50
0.50	0.03	0.51	49.58	0.50	0.05	0.55	53.94	0.50	0.07	0.62	61.02
0.75	0.04	0.62	61.02	0.75	0.07	0.71	69.63	0.75	0.11	0.82	80.09
1.00	0.03	0.67	65.38	1.00	0.09	0.81	79.43	1.00	0.14	0.99	96.98
1.25	-0.01	0.66	64.83	1.25	0.08	0.87	85.32	1.25	0.16	1.12	109.51
1.50	-0.03	0.65	63.74	1.50	0.09	0.89	87.28	1.50	0.19	1.17	114.96
1.75	-0.05	0.64	62.65	1.75	0.08	0.90	88.26	1.75	0.20	1.20	117.68
2.00	-0.08	0.61	59.93	2.00	0.07	0.95	93.16	2.00	0.22	1.33	130.21
2.25	-0.12	0.58	57.21	2.25	0.06	0.96	94.14	2.25	0.24	1.37	134.57
				2.50	0.05	0.97	95.12	2.50	0.25	1.42	138.93
				2.75	0.04	0.98	96.11	2.75	0.28	1.44	141.11
				3.00	0.03	0.97	95.12	3.00	0.32	1.45	142.20
				3.25	0.02	0.96	94.14	3.25	0.34	1.46	142.74
				3.50	0.01	0.95	93.16	3.50	0.36	1.46	143.01
								3.75	0.37	1.46	143.29
								4.00	0.39	1.47	143.83
								4.25	0.41	1.47	144.10
								4.50	0.42	1.46	143.56
								4.75	0.43	1.44	141.65

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C2 Prof. prel. (m): 9.60-10.00

CARATTERISTICHE GENERALI

CONDIZIONI DEL CAMPIONE		DIMENSIONI DEL CAMPIONE		
Stato: Indisturbato	Contenitore: Fustella	Lungh. (cm): 36.00	Diametro (cm): 7.40	Peso (g): 2339.21

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE	
Pocket Penetrometer Test (Kg/cm ²): 4.50	Pocket Vane Test (Kg/cm ²): >2

CARATTERISTICHE FISICHE														
Descrizione del campione Materiale piroclastico a granulometria sabbiosa di colore marrone giallastro.														
CONDIZIONI NATURALI					CONDIZIONI DI SATURAZIONE									
Peso volume dei granì	Peso volume naturale		Peso volume del secco		Indice vuoti e	Porosità n	Cont. acqua W	Grado saturaz. G _s	Peso volume del sommerso		Peso volume del saturo		Cont. acqua W _{sat}	
γ_r	γ_n	γ_d	γ_s	γ_{sd}	(-)	(-)	(%)	(%)	γ_{som}	γ_{sat}	γ_{sat}	γ_{sat}	(%)	
(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(-)	(-)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(%)
2.60	25.50	1.52	14.88	1.16	11.37	1.24	55.43	30.97	64.65	0.71	6.99	1.71	16.80	47.85

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA E PARAMETRI CORRELATI									
Limite di liquidità W _L	Indice di liquidità I _L	Limite di plasticità W _P	Indice di plasticità I _P	Indice di consistenza I _C	Attività A	Limite di ritiro W _S	Coeff. di ritiro R _S	Ritiro di volume V _S	Ritiro lineare L _S
(%)	(-)	(%)	(-)	(-)	(-)	(%)	(-)	(-)	(-)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE											
Frazione argillosa 0.002m	Frazione limosa <0.06m	Frazione <0.074mm	Frazione sabbiosa <2mm	Frazione ghiaiosa <60mm	Frazione ciottolosa ≥60mm	Diametro efficace D ₁₀	Diametro medio D ₃₀	Diametro medio D ₅₀	Diametro medio D ₆₀	Coeff. uniform. C _u	Coeff. concav. C _c
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)
		28.06		11.32	0.00		0.08250	0.16703	0.27700		

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA MECCANICA										
TAGLIO DIRETTO					COMPRESSIONE TRIASSIALE			COMPRESSIONE E.L.L.		
Tipo di prova	Condizioni di picco		Condizioni di residuo		Tipo di prova	Attrito interno φ	Coesione intercetta C	Deform. a rottura ε	Press. verticale a rottura σ _v	
	Attrito φ'	Coesione interc. c'	Attrito φ _r	Coesione interc. c' _r					(Kg/cm ²)	(KN/m ²)
(gradi)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	(gradi)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	(%)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)
C.D.	28.47	0.25	24.68							

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



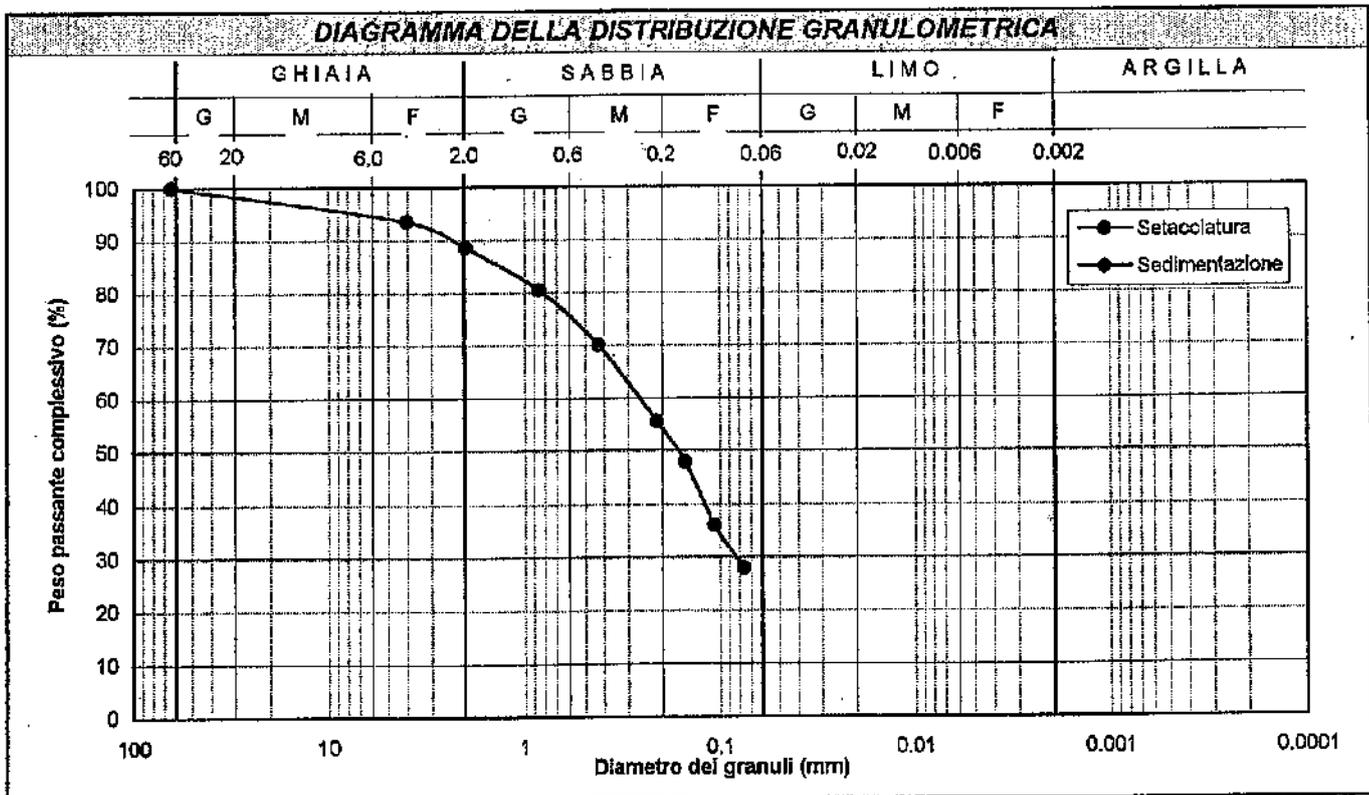
Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C2 Prof. prel. (m): 9.60-10.00

ANALISI GRANULOMETRICA

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA										
Vaglio ASTM (mesh)	2.5"	5	10	20	40	70	100	140	200	
Diametro granuli (mm)	63.500	4.000	2.000	0.850	0.425	0.212	0.150	0.106	0.075	
Peso passante compl. (%)	100.00	93.48	88.68	80.39	70.07	55.58	47.89	36.08	28.06	

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE										
Diametro granuli (mm)										
Peso passante compl. (%)										

FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI			
Frazione argillosa < 0.002 mm (%)		Diametro efficace D ₁₀ (mm)	
Frazione limosa < 0.06 mm (%)		Diametro medio D ₃₀ (mm)	0.08250
Frazione < 0.074 mm (%)	28.06	Diametro medio D ₅₀ (mm)	0.16703
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)		Diametro medio D ₆₀ (mm)	0.27700
Frazione ghiaiosa < 60 mm (%)	11.32	Coefficiente di uniformità C _u (-)	
Frazione ciottolos ≥ 60 mm (%)	0.00	Coefficiente di curvatura C _c (-)	



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C2 Prof. prel. (m): 9.60-10.00

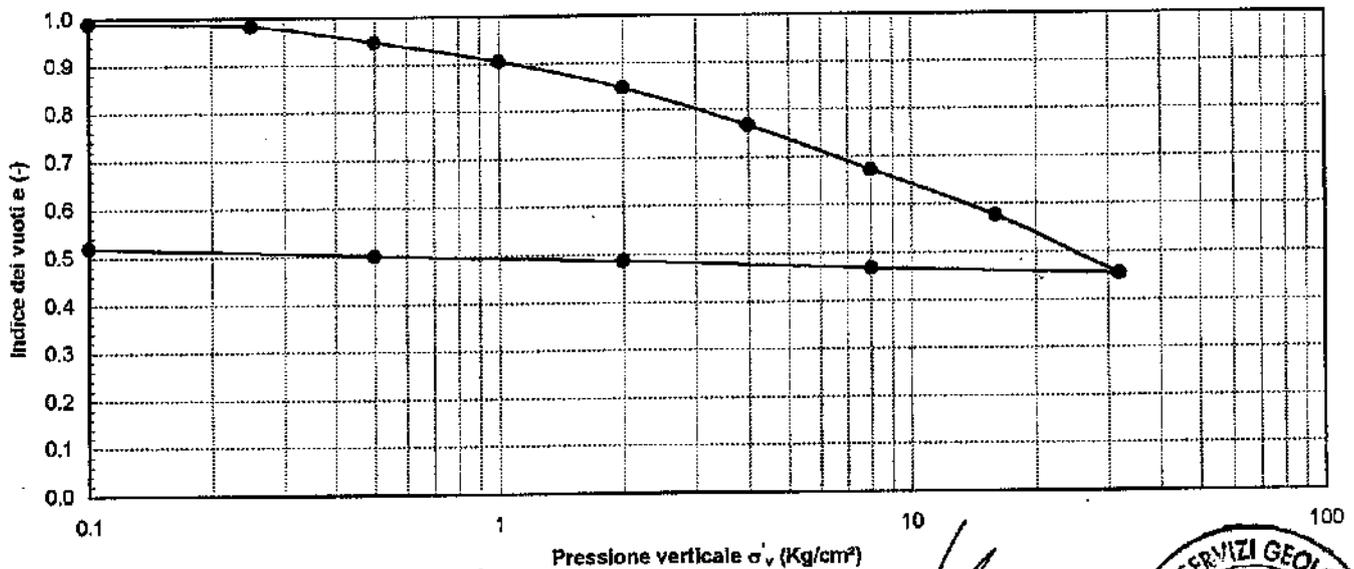
CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

CARATTERISTICHE DEL PROVINO EDOMETRICO

Diam. provin (cm)	Altezza provin (cm)	CONDIZIONI DI INIZIO PROVA				CONDIZIONI DI FINE PROVA								
		Peso di volume umido		Peso di volume secco		Cont. acqua (%)	Grado saturaz. (%)	Peso di volume umido		Peso di volume secco		Cont. acqua (%)	Grado saturaz. (%)	
		(g/cm³)	(KN/m³)	(g/cm³)	(KN/m³)			(g/cm³)	(KN/m³)	(g/cm³)	(KN/m³)			
5.00	2.00	1.67	16.3	1.30	12.8	27.97	73.04	1.52	2.95	28.9	1.71	16.8	72.15	360.9

DIAGRAMMA DI COMPRESSIBILITÀ E PARAMETRI CORRELATI

Gradino di carico (n)	Pressione verticale σ_v (kg/cm²)	Cedim. assoluto δH (mm)	Cedim. unitario ϵ_v (%)	Indice vuoti e (-)	Modulo edom. E_{ed} (Kg/cm²)	Coeff. di compress. m_v (cm²/Kg)	Indice di compress. a_v ((Kg/cm²)⁻¹)	Coeff. di cons. prim. C_v (cm²/sec)	Coeff. di permeab. K (cm/sec)	Coeff. di cons. secund. $C_{\alpha\alpha}$ (-)
1	0.100	0.060	0.30	0.990						
2	0.250	0.130	0.65	0.983	42.86	2.33E-02	4.66E-02			
3	0.500	0.490	2.45	0.947	13.89	7.20E-02	1.44E-01			
4	1.000	0.910	4.55	0.905	23.81	4.20E-02	8.38E-02			
5	2.000	1.490	7.45	0.847	34.48	2.90E-02	5.79E-02			
6	4.000	2.300	11.50	0.766	49.38	2.03E-02	4.04E-02			
7	8.000	3.250	16.25	0.671	84.21	1.19E-02	2.37E-02			
8	16.000	4.200	21.00	0.577	168.42	5.94E-03	1.18E-02			
9	32.000	5.430	27.15	0.454	260.16	3.84E-03	7.67E-03			
10	8.000	5.290	26.45	0.468						
11	2.000	5.100	25.50	0.487						
12	0.500	4.950	24.75	0.502						
13	0.100	4.770	23.85	0.520						



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



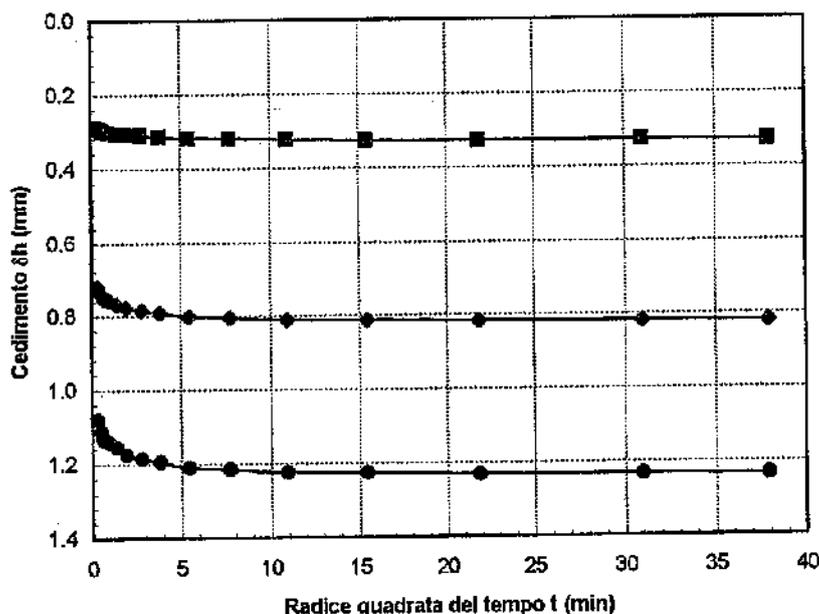
Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C2 Prof. prel. (m): 9.60-10.00

TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	DIMENSIONI DEI PROVINI			PARAM. DELLA CONSOLIDAZIONE				PARAM. DI PROVA PREVISTI			
	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A _b (cm ²)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ _n		Cedim finale δh (mm)	Tempo T ₁₀₀ (min)	Tempo di rottura t _p (min)	Def. oriz. a rottura S _{hfp} (mm)	Veloc. di def. oriz. V _p (mm/min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	24.00	0.50 (Kg/cm ²)	49.03 (KN/m ²)	0.330	5.10	64.72	5.00	0.0773
2 ◆	6.00	2.50	36.00	24.00	1.00	98.07	0.821	4.05	51.43	5.00	0.0972
3 ●	6.00	2.50	36.00	24.00	2.00	196.13	1.234	3.82	48.51	5.00	0.1031

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●	
Tempo t (min)	Cedim δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim δh (mm)
0.1	0.290	0.1	0.719	0.1	1.080
0.25	0.292	0.25	0.736	0.25	1.110
0.4	0.298	0.4	0.750	0.4	1.130
0.5	0.300	0.5	0.753	0.5	1.135
1	0.303	1	0.758	1	1.140
2	0.306	2	0.767	2	1.155
4	0.308	4	0.779	4	1.175
8	0.310	8	0.785	8	1.185
15	0.314	15	0.792	15	1.195
30	0.318	30	0.802	30	1.210
60	0.320	60	0.806	60	1.215
120	0.324	120	0.812	120	1.223
240	0.326	240	0.815	240	1.228
480	0.328	480	0.818	480	1.230
960	0.329	960	0.820	960	1.233
1440	0.330	1440	0.821	1440	1.234



Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



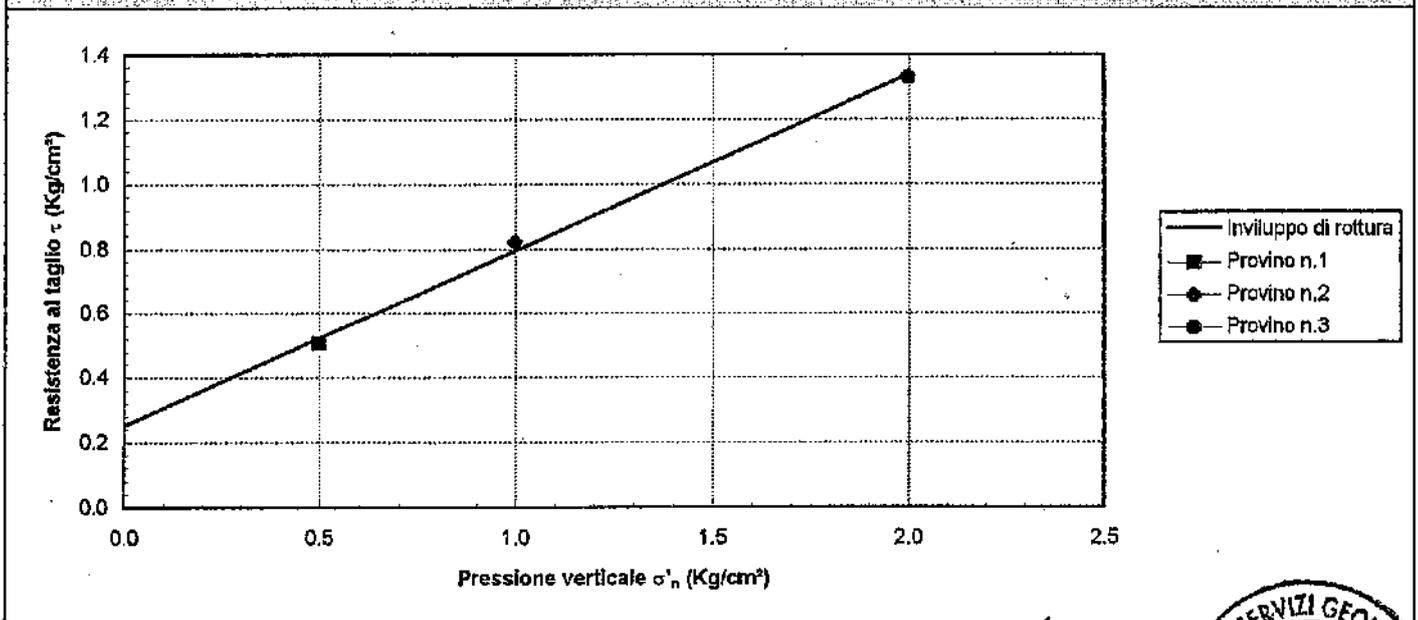
Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C2 Prof. prel. (m): 9.80-10.00

TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	CARATTERISTICHE DELLA PROVA				VALORI INIZIO CONS.			VALORI FINE CONS.		
	Condizione del provino	Orientazione strutturale del provino (°)	Tipo di prova	Veloc. di def. orizz. V_i (mm/mln)	Peso di volume		Cont. acqua W_i (%)	Peso di volume		Cont. acqua W_f (%)
					γ_i (g/cm ³)	(KN/m ³)		γ_f (g/cm ³)	(KN/m ³)	
1 ■	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.077	1.52	14.90	31.18	1.75	17.20	49.46
2 ◆	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.077	1.51	14.85	30.73	1.78	17.45	48.59
3 ●	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.077	1.51	14.79	30.28	1.80	17.64	47.73

Prov. (n)	CONDIZIONI DI PICCO						CONDIZIONI DI RESIDUO					
	Pressione verticale σ'_n		Deform. orizz. S_{hr}	Deform. vert. S_v	Resistenza al taglio τ_r		Cicli di deformaz.		Deform. orizz. S_{hr}	Deform. vert. S_v	Resistenza al taglio τ_r	
	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	(mm)	(mm)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	Lungh. (mm)	Numero (n)	(mm)	(mm)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)
1 ■	0.50	49.03	1.50	0.01	0.51	49.58						
2 ◆	1.00	98.07	2.50	0.07	0.82	80.41						
3 ●	2.00	196.13	3.50	0.26	1.33	130.21						
PARAMETRI DELL'INVILUPPO DI ROTTURA						PARAMETRI DELL'INVILUPPO DI ROTTURA						
Coeff. di determinaz. r^2 (-)	Errore standard per la stima di c s_y (-)	Angolo di attrito ϕ (gradi)	Coesione intercetta c (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Coeff. di determinaz. r^2 (-)	Errore standard per la stima di c s_y (-)	Angolo di attrito ϕ (gradi)	Coesione intercetta c (Kg/cm ²) (KN/m ²)				
0.8970	0.0324	28.47	0.25	24.68								

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C2 Prof. prel. (m): 9.60-10.00

TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	CONDIZIONI DI PICCO				CONDIZIONI DI RESIDUO							
	Pressione verticale		Deform. orizz.	Deform. vert.	Resistenza al taglio		Cicli di deformaz.	Deform. orizz.	Deform. vert.	Resistenza al taglio		
	σ_p (Kg/cm ²)	(KN/m ²)	S_{hr} (mm)	S_{vr} (mm)	τ_r (Kg/cm ²)	(KN/m ²)	Lunghezza del ciclo (mm)	Numero di cicli (n)	S_{hr} (mm)	S_{vr} (mm)	τ_r (Kg/cm ²)	(KN/m ²)
1 ■	0.50	49.03	1.50	0.01	0.51	49.58						
2 ◆	1.00	98.07	2.50	0.07	0.82	80.41						
3 ●	2.00	196.13	3.50	0.26	1.33	130.21						

DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE

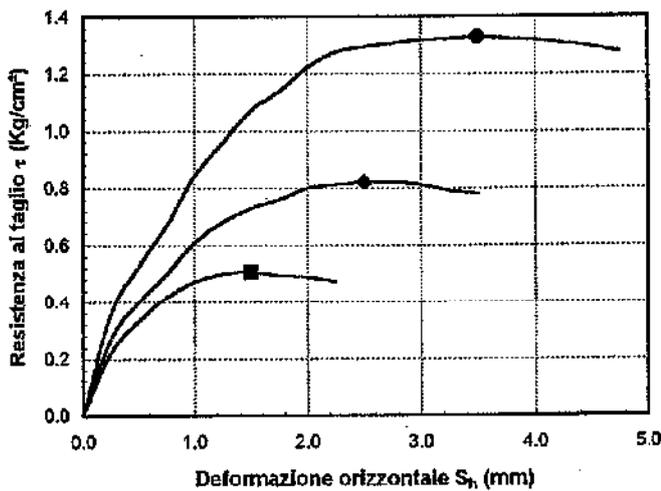


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE

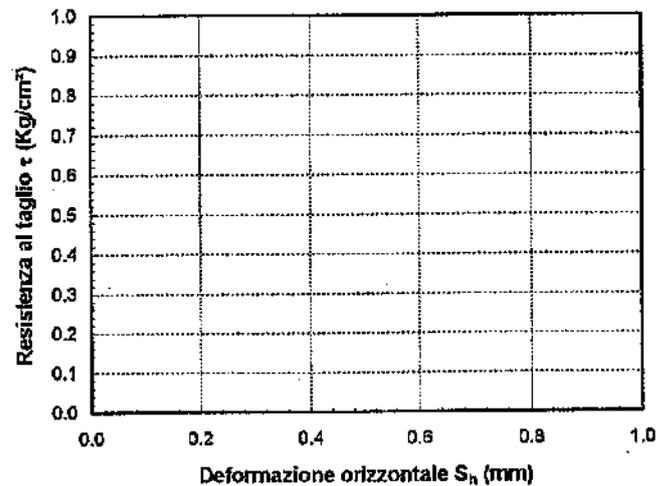


DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI

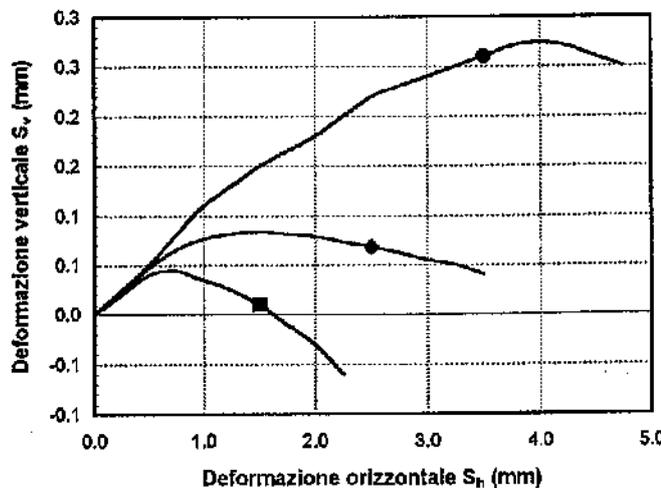
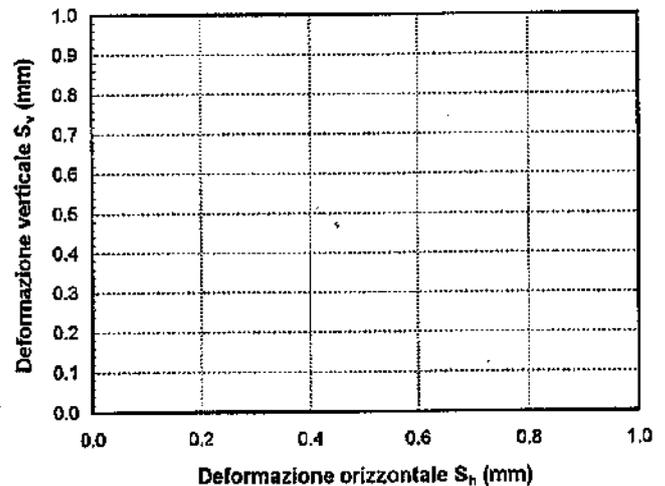


DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 05/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S2	Camp.: C2 Prof. prel. (m): 9.60-10.00

TAGLIO DIRETTO

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO											
Provino n.1 ■				Provino n.2 ◆				Provino n.3 ●			
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.02	0.22	21.79	0.25	0.02	0.27	26.48	0.25	0.03	0.36	35.41
0.50	0.04	0.33	32.69	0.50	0.05	0.40	39.23	0.50	0.05	0.53	51.76
0.75	0.05	0.42	40.86	0.75	0.07	0.50	49.03	0.75	0.08	0.67	65.38
1.00	0.04	0.47	46.31	1.00	0.08	0.61	59.82	1.00	0.11	0.84	82.27
1.25	0.03	0.50	49.03	1.25	0.08	0.68	66.69	1.25	0.13	0.96	93.71
1.50	0.01	0.51	49.58	1.50	0.08	0.73	71.59	1.50	0.15	1.07	105.15
1.75	-0.01	0.49	48.49	1.75	0.08	0.76	74.53	1.75	0.17	1.14	111.69
2.00	-0.03	0.49	47.94	2.00	0.08	0.80	78.45	2.00	0.18	1.22	119.86
2.25	-0.06	0.47	46.31	2.25	0.07	0.81	79.43	2.25	0.20	1.28	125.31
				2.50	0.07	0.82	80.41	2.50	0.22	1.29	126.94
				2.75	0.06	0.82	80.41	2.75	0.23	1.31	128.03
				3.00	0.06	0.81	79.43	3.00	0.24	1.32	129.12
				3.25	0.05	0.79	77.47	3.25	0.25	1.32	129.67
				3.50	0.04	0.78	76.49	3.50	0.26	1.33	130.21
								3.75	0.27	1.32	129.67
								4.00	0.28	1.32	129.12
								4.25	0.27	1.31	128.03
								4.50	0.26	1.29	126.94
								4.75	0.25	1.28	125.31

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



REF. INT.: 000000002	DATA ELABORAZIONE: 05/07/1995	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 05/07/1995	DATA FINE PERFORAZIONE: 05/07/1995
COMMITTENTE: Amm. comunale di Bucciano		CANTIERE: Loc. Gavetelle Bucciano (BN)	
PERFORAZIONE: S2	QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):	LUNGHEZZA (m): 20.00	INCLINAZIONE (gradi):
MACCHINA PERFORATRICE:		SCALA GRAFICA: 1:120	
PERFORATORE RESPONSABILE:		TECNICO RESPONSABILE:	
NOTE:			

STRATIGRAFIA				CAMPIONI	
Profondità dal p.c. (m)	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità di prelievo (m)	Profondità di prelievo (m)
				Completatore	Completatore
0.60	0.60	[Pattern]	Terrano vegetale		
2.40	1.80	[Pattern]	Materiale detritico a composizione carbonatica con blocchi eterometrici (diametro max 15 cm) in matrice sabbiosa di colore marrone	2.50	
3.20	0.80	[Pattern]	Materiale piroclastico di colore marrone poco consistente	3.00	Poroso sottile
4.80	1.60	[Pattern]	Materiale detritico a granulometria eterometrica con matrice piroclastica di colore marrone		Pressione
5.10	0.30	[Pattern]	Piroclastite argillificata		
8.30	3.20	[Pattern]	Materiale sabbioso a granulometria grossolana con presenza di elementi litoidi con colore passante dal giallo al grigio scuro spostandosi dall'alto verso il basso		
9.50	1.20	[Pattern]	Materiale detritico con matrice sabbiosa di colore grigio	9.60	Poroso sottile
10.20	0.70	[Pattern]	Materiale piroclastico argillificato poco consistente	10.00	Pressione
14.50	4.30	[Pattern]	Materiale sabbioso di colore giallo con presenza di piccole porfidi		
15.00		[Pattern]	Materiale detritico con matrice sabbiosa di colore giallo		
16.00	1.50	[Pattern]	Tufa gialla		
20.00	4.00	[Pattern]			



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S3	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 5.00-5.50

CARATTERISTICHE GENERALI

CONDIZIONI DEL CAMPIONE		DIMENSIONI DEL CAMPIONE		
Stato: Indisturbato	Contenitore: Sacchetto	Lunghezza (cm):	Diametro (cm):	Peso (g):

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITE	
Pocket Penetrometer Test (Kg/cm ²)	Pocket Vane Test (Kg/cm ²):

CARATTERISTICHE FISICHE														
Descrizione del campione Materiale a granulometria sabbiosa di colore grigio scuro con presenza di clasti litoidi di colore chiaro.														
CONDIZIONI NATURALI							CONDIZIONI DI SATURAZIONE							
Peso volume dei grani	Peso volume naturale		Peso volume del secco		Indice vuoti	Porosità	Cont. acqua	Grado saturaz.	Peso volume del sommerso		Peso volume del saturo		Cont. acqua	
γ_r	γ_n	γ_d	e	n	W	G_s	γ_{som}	γ_{sat}	W_{sat}					
(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(-)	(-)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(g/cm ³)	(KN/m ³)	(%)		
2.57	25.16	1.97	19.36	1.59	15.63	0.61	37.88	23.88	100.44	0.97	9.54	1.97	19.35	23.78

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA E PARAMETRI CORRELATI									
Limite di liquidità	Indice di liquidità	Limite di plasticità	Indice di plasticità	Indice di consistenza	Attività	Limite di ritiro	Coeff. di ritiro	Ritiro di volume	Ritiro lineare
W_L	I_L	W_P	I_P	I_c	A	W_s	R_s	V_s	L_s
(%)	(-)	(%)	(-)	(-)	(-)	(%)	(-)	(-)	(-)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE											
Frazione argillosa	Frazione limosa	Frazione <0.074mm	Frazione sabbiosa	Frazione ghiaiosa	Frazione ciottolosa	Diametro efficace	Diametro medio	Diametro medio	Diametro medio	Coeff. uniform.	Coeff. concav.
0.002m	<0.06m	(%)	<2mm	<60mm	≥60mm	D_{10}	D_{30}	D_{50}	D_{60}	C_u	C_c
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)
		69.74		7.41	0.00						

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA MECCANICA											
TAGLIO DIRETTO					COMPRESSIONE TRIASSIALE			COMPRESSIONE E.L.L.			
Tipo di prova	Condizioni di picco		Condizioni di residuo		Tipo di prova	Attrito interno	Coesione intercetta		Deform. a rottura	Press. verticale a rottura	
	Attrito	Coesione interc.	Attrito	Coesione interc.			ϕ	c			ϵ
	ϕ'	c'	ϕ_r	c_r		(gradi)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)	(%)	(Kg/cm ²)	(KN/m ²)
C.D.	37.58	0.04	3.73								

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE Dott. Geol. Carmencita Ventrone	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO Dott. Geol. Antonio Petriccione	TIMBRO Dott. Geol. A. Petriccione
---	--	---



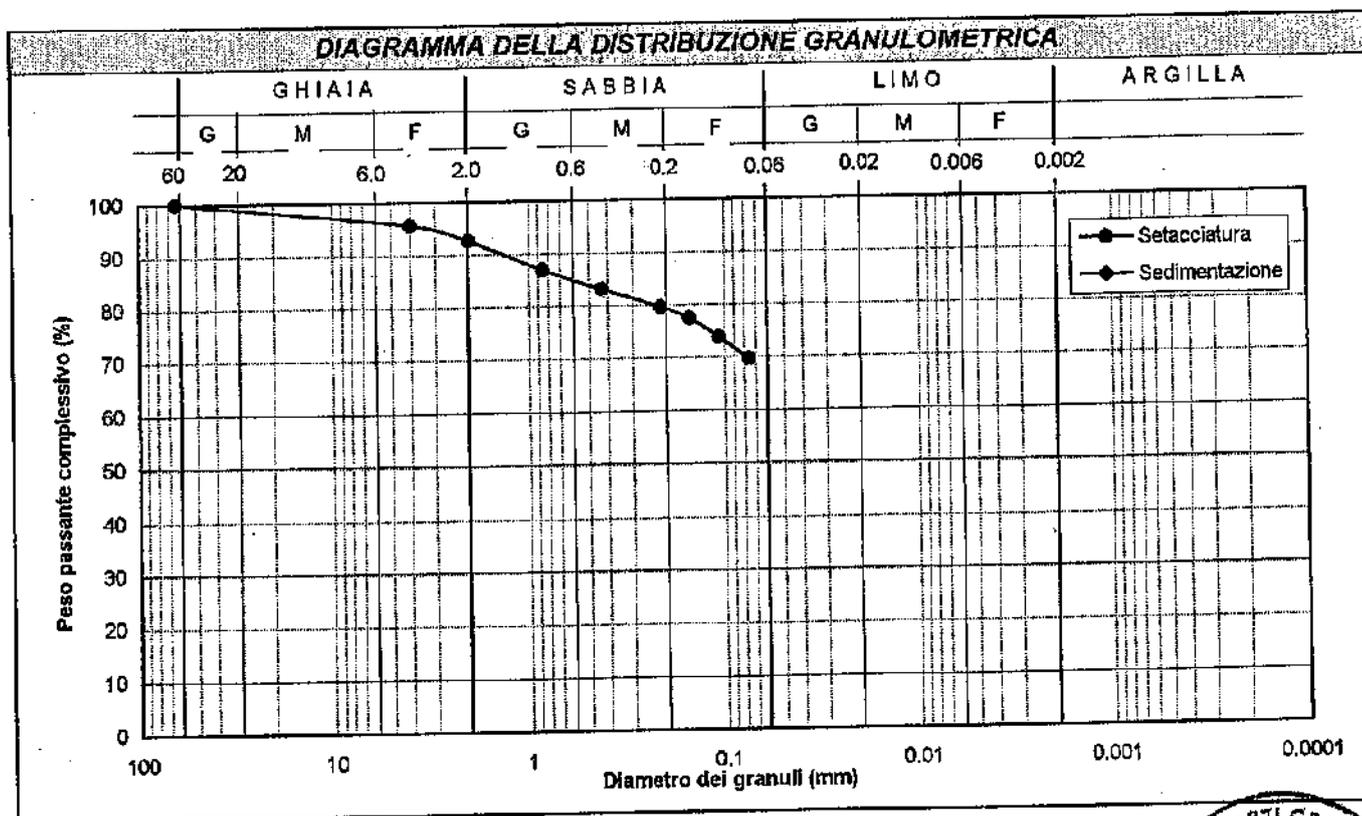
Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)	Indirizzo:	
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S3	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 5.00-5.50

ANALISI GRANULOMETRICA

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA										
Vaglio ASTM (mesh)	2.5"	5	10	20	40	70	100	140	200	
Diametro granuli (mm)	63.500	4.000	2.000	0.850	0.425	0.212	0.150	0.106	0.075	
Peso passante compl. (%)	100.00	95.63	92.59	87.01	83.06	79.62	77.42	73.81	69.74	

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE										
Diametro granuli (mm)										
Peso passante compl. (%)										

FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI			
Frazione argillosa < 0.002 mm (%)			Diametro efficace D ₁₀ (mm)
Frazione limosa < 0.06 mm (%)			Diametro medio D ₃₀ (mm)
Frazione < 0.074 mm (%)	69.74		Diametro medio D ₅₀ (mm)
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)			Diametro medio D ₆₀ (mm)
Frazione ghiaiosa < 60 mm (%)	7.41		Coefficiente di uniformità C _u (-)
Frazione ciottolos ≥ 60 mm (%)	0.00		Coefficiente di curvatura C _c (-)



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Patriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S3	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 5.00-5.50

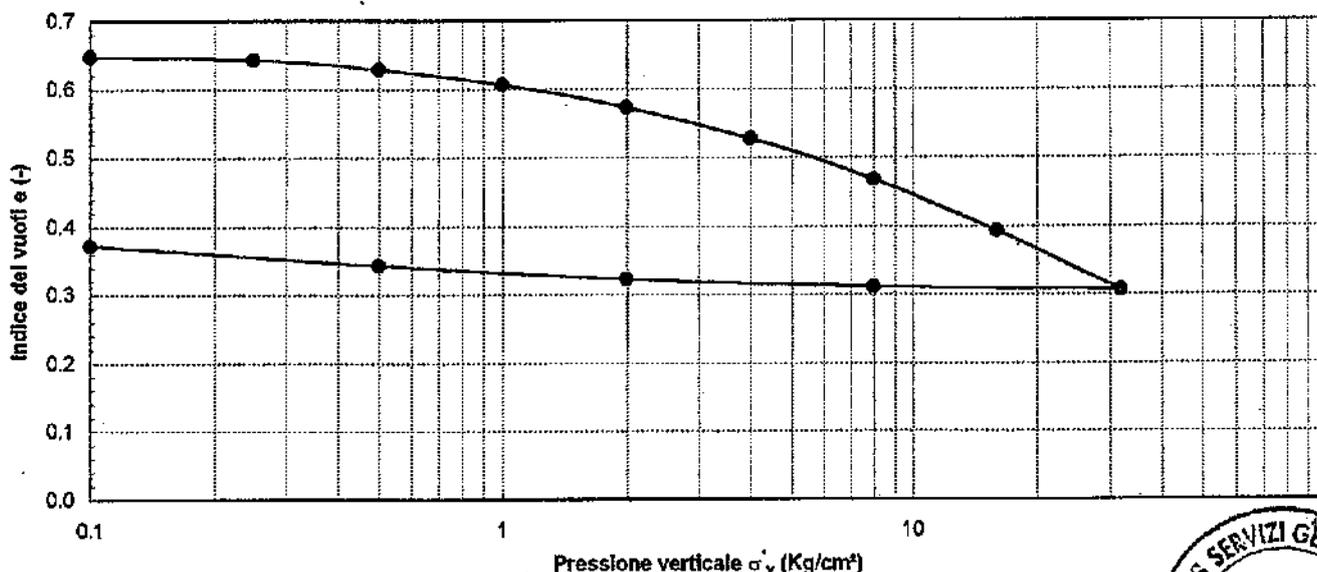
CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

CARATTERISTICHE DEL PROVINO EDOMETRICO

Diam. provin (cm)	CONDIZIONI DI INIZIO PROVA							CONDIZIONI DI FINE PROVA						
	Altezza provino (cm)	Peso di volume umido		Peso di volume secco		Cont. acqua (%)	Grado saturaz. (%)	Altezza provino (cm)	Peso di volume umido		Peso di volume secco		Cont. acqua (%)	Grado saturaz. (%)
		(g/cm ³)	(KN/m ²)	(g/cm ³)	(KN/m ²)				(g/cm ³)	(KN/m ²)	(g/cm ³)	(KN/m ²)		
5.00	2.00	1.99	19.5	1.56	15.3	27.98	110.65	1.67	2.42	23.7	1.87	18.3	29.46	202.6

DIAGRAMMA DI COMPRESSIBILITÀ E PARAMETRI CORRELATI

Gradino di carico (n)	Pressione verticale σ'_v (kg/cm ²)	Cedim. assoluto δH (mm)	Cedim. unitario ϵ_v (%)	Indice vuoti e (-)	Modulo edom. E_{ed} (Kg/cm ²)	Coeff. di compress. m_v (cm ² /Kg)	Indice di compress. a_v [(Kg/cm ²) ⁻¹]	Coeff. di cons. prim. C_v (cm ² /sec)	Coeff. di permeab. K (cm/sec)	Coeff. di cons. secon. $C_{\alpha\epsilon}$ (-)
1	0.100	0.020	0.10	0.647						
2	0.250	0.070	0.35	0.643	60.00	1.67E-02	2.75E-02			
3	0.500	0.250	1.25	0.628	27.78	3.60E-02	5.94E-02			
4	1.000	0.520	2.60	0.606	37.04	2.70E-02	4.45E-02			
5	2.000	0.930	4.65	0.572	48.78	2.05E-02	3.38E-02			
6	4.000	1.479	7.39	0.527	72.87	1.37E-02	2.26E-02			
7	8.000	2.200	11.00	0.468	110.95	9.01E-03	1.49E-02			
8	16.000	3.100	15.50	0.393	177.78	5.63E-03	9.28E-03			
9	32.000	4.150	20.75	0.307	304.76	3.28E-03	5.41E-03			
10	8.000	4.089	20.44	0.312						
11	2.000	3.957	19.78	0.323						
12	0.500	3.703	18.51	0.344						
13	0.100	3.347	16.74	0.373						



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione

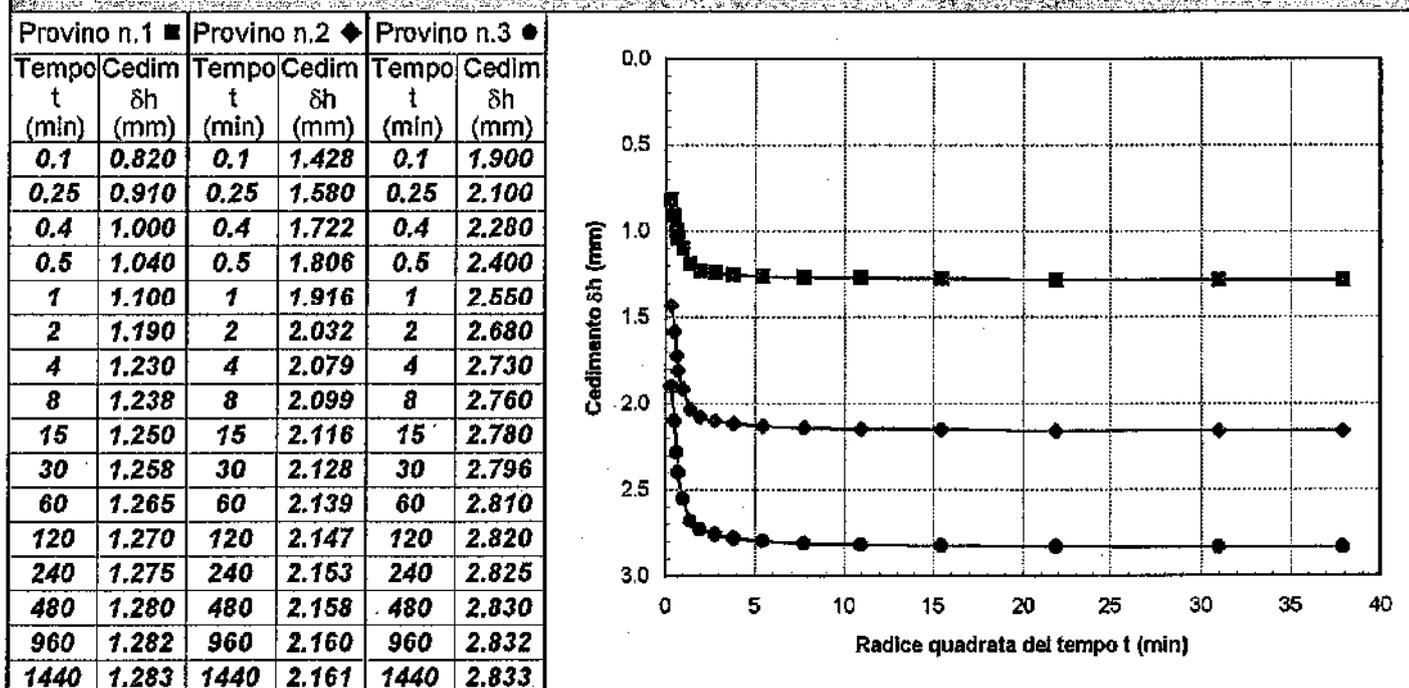


Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S3	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 5.00-5.50

TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	DIMENSIONI DEI PROVINI			PARAM. DELLA CONSOLIDAZIONE				PARAM. DI PROVA PREVISTI			
	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A_b (cm ²)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ_n		Cedim. finale δh (mm)	Tempo T_{100} (min)	Tempo di rottura t_p (min)	Def. oriz. a rottura S_{hrp} (mm)	Veloc. di def. oriz. V_p (mm/min)
					(Kg/cm ²)	(KN/m ²)					
1 ■	6.00	2.50	36.00	24.00	0.50	49.03	1.283	1.87	23.73	5.00	0.2107
2 ◆	6.00	2.50	36.00	24.00	1.00	98.07	2.161	1.62	20.58	5.00	0.2429
3 ●	6.00	2.50	36.00	24.00	2.00	196.13	2.833	1.52	19.30	5.00	0.2591

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI



Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE
 Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



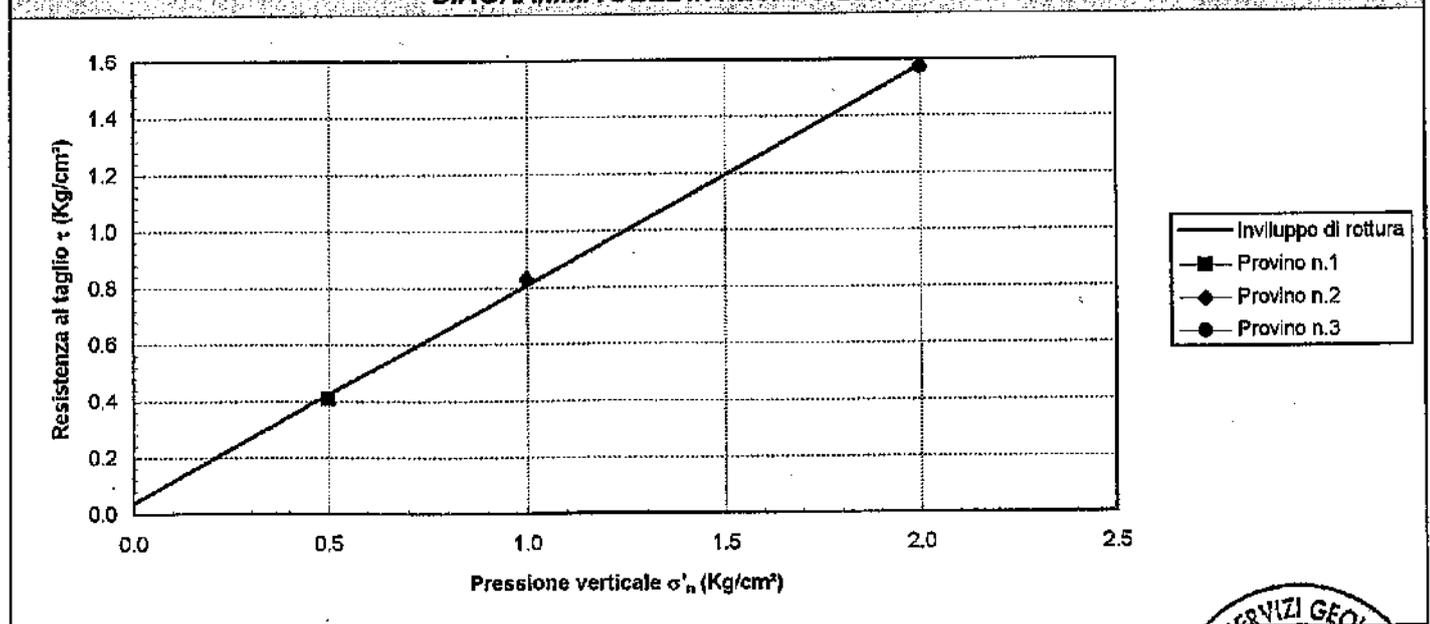
Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S3	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 5.00-5.50

TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	CARATTERISTICHE DELLA PROVA				VALORI INIZIO CONS.			VALORI FINE CONS.		
	Condizione del provino	Orientazione strutturale del provino (°)	Tipo di prova	Veloc. di def. orizz. V_1 (mm/min)	Peso di volume		Cont. acqua W_i (%)	Peso di volume		Cont. acqua W_f (%)
					γ_i (g/cm³)	(KN/m³)		γ_f (g/cm³)	(KN/m³)	
1 ■	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.210	1.85	18.10	29.23	1.95	19.09	29.28
2 ◆	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.210	1.84	18.08	30.15	1.99	19.53	28.44
3 ●	Indisturbato	n.d.	C.D.	0.210	1.84	18.06	31.07	2.02	19.82	27.59

Prov. (n)	CONDIZIONI DI PICCO				CONDIZIONI DI RESIDUO							
	Pressione verticale σ'_n		Deform. orizz. S_{hr}	Deform. vert. S_{vr}	Resistenza al taglio τ_r		Cicli di deformaz.		Resistenza al taglio			
	(Kg/cm²)	(KN/m²)	(mm)	(mm)	(Kg/cm²)	(KN/m²)	Lungh. (mm)	Numero (n)	Deform. orizz. S_{hr} (mm)	Deform. vert. S_{vr} (mm)	(Kg/cm²)	(KN/m²)
1 ■	0.50	49.03	4.00	0.02	0.41	39.99						
2 ◆	1.00	98.07	4.50	0.12	0.83	81.39						
3 ●	2.00	196.13	4.75	0.23	1.57	153.91						
PARAMETRI DELL'INVILUPPO DI ROTTURA				PARAMETRI DELL'INVILUPPO DI ROTTURA								
Coeff. di determinaz. r^2 (-)	Errore standard per la stima di c S_y (-)	Angolo di attrito ϕ (gradi)	Coesione intercetta c (Kg/cm²) (KN/m²)		Coeff. di determinaz. r^2 (-)	Errore standard per la stima di c S_y (-)	Angolo di attrito ϕ_r (gradi)	Coesione intercetta c_r (Kg/cm²) (KN/m²)				
0.9989	0.0281	37.58	0.04	3.73								

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE Dott. Geol. Carmencita Ventrone	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO Dott. Geol. Antonio Petriccione
---	--



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S3	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 5.00-5.50

TAGLIO DIRETTO

Prov. (n)	CONDIZIONI DI PICCO				CONDIZIONI DI RESIDUO				
	Pressione verticale		Deform. orizz.	Deform. vert.	Resistenza al taglio		Cicli di deformaz.		Resistenza al taglio
	σ_p (Kg/cm ²)	(KN/m ²)	S_{hr} (mm)	S_{vr} (mm)	τ_f (Kg/cm ²)	(KN/m ²)	Lunghezza del ciclo (mm)	Numero di cicli (n)	
1 ■	0.50	49.03	4.00	0.02	0.41	39.99			
2 ◆	1.00	98.07	4.50	0.12	0.83	81.39			
3 ●	2.00	196.13	4.75	0.23	1.57	153.91			

DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE

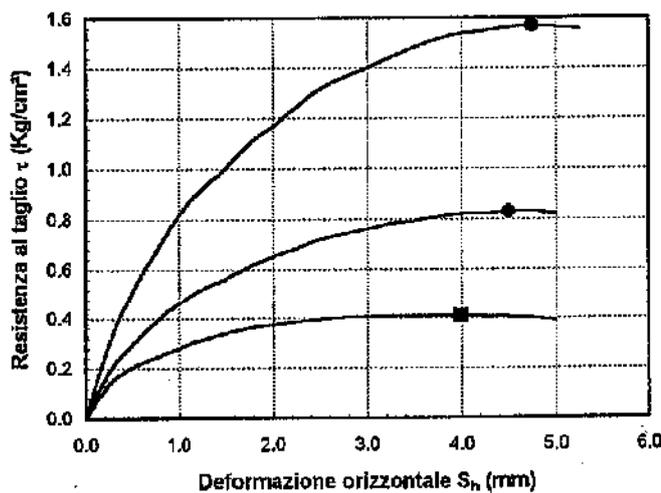


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE

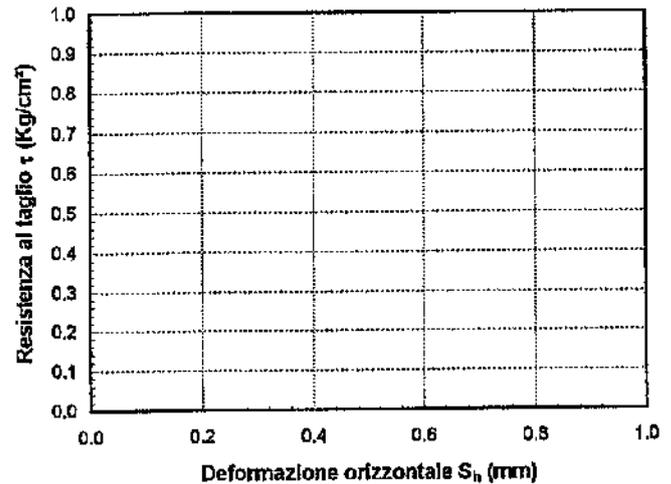


DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI

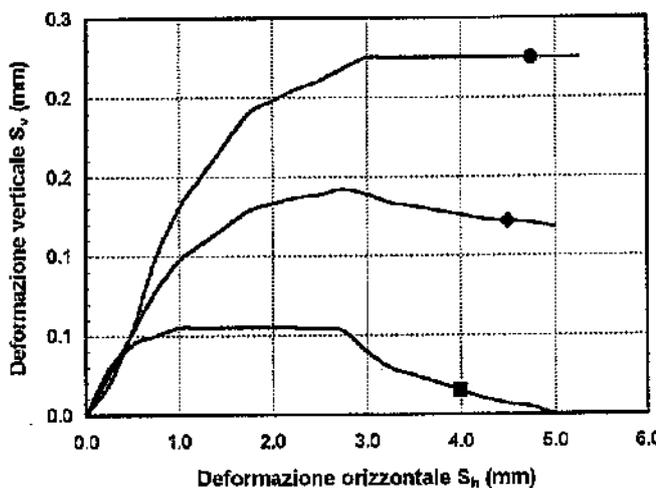
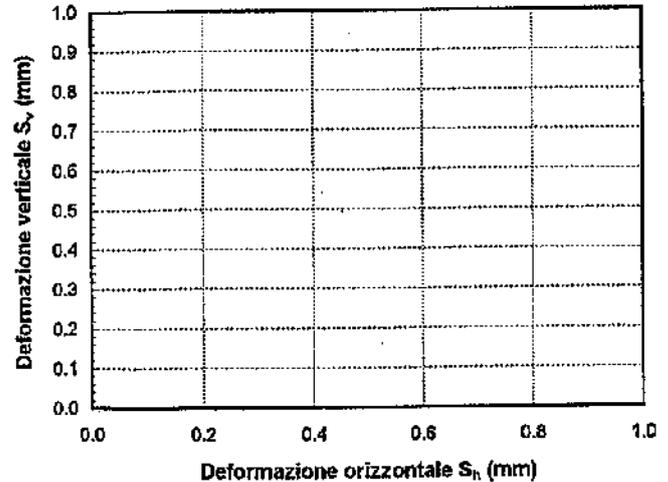


DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Protocollo n.: RG/001/95	Data consegna in laboratorio: 30/06/95	Data emissione certificato: 06/07/95
Committente Amm. comunale di Bucciano (BN)		Indirizzo:
Cantiere: Loc. Gavetelle Piano di zona (C167) Bucciano	Sond.: S3	Camp.: C1 Prof. prel. (m): 5.00-5.50

TAGLIO DIRETTO

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO											
Provino n.1 ■				Provino n.2 ◆				Provino n.3 ●			
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)		Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Resistenza al taglio τ (Kg/cm ²) (KN/m ²)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.03	0.14	13.62	0.25	0.03	0.19	18.63	0.25	0.02	0.31	29.96
0.50	0.05	0.21	20.16	0.50	0.05	0.30	29.42	0.50	0.06	0.52	50.67
0.75	0.05	0.24	23.97	0.75	0.08	0.39	38.25	0.75	0.10	0.67	65.92
1.00	0.06	0.28	27.24	1.00	0.10	0.46	45.11	1.00	0.13	0.82	80.09
1.25	0.06	0.31	30.51	1.25	0.11	0.52	50.99	1.25	0.15	0.92	89.89
1.50	0.06	0.34	33.23	1.50	0.12	0.56	54.92	1.50	0.17	1.00	98.07
1.75	0.06	0.36	35.41	1.75	0.13	0.61	59.82	1.75	0.19	1.10	107.87
2.00	0.06	0.38	36.77	2.00	0.13	0.65	63.74	2.00	0.20	1.17	114.41
2.25	0.06	0.38	37.59	2.25	0.14	0.68	66.69	2.25	0.21	1.24	122.04
2.50	0.05	0.39	38.68	2.50	0.14	0.72	70.61	2.50	0.21	1.32	129.12
2.75	0.05	0.40	39.50	2.75	0.14	0.74	72.57	2.75	0.22	1.36	133.48
3.00	0.04	0.41	39.77	3.00	0.14	0.76	74.53	3.00	0.23	1.40	137.29
3.25	0.03	0.41	39.83	3.25	0.13	0.78	76.49	3.25	0.23	1.44	141.65
3.50	0.03	0.41	39.88	3.50	0.13	0.79	77.47	3.50	0.23	1.48	145.47
3.75	0.02	0.41	39.93	3.75	0.13	0.81	79.43	3.75	0.23	1.52	148.73
4.00	0.02	0.41	39.99	4.00	0.13	0.82	80.41	4.00	0.23	1.54	150.91
4.25	0.01	0.41	39.93	4.25	0.12	0.82	80.41	4.25	0.23	1.55	152.00
4.50	0.01	0.41	39.77	4.50	0.12	0.83	81.40	4.50	0.23	1.56	153.09
4.75	0.01	0.40	39.23	4.75	0.12	0.83	81.40	4.75	0.23	1.57	153.91
5.00	0.00	0.39	38.14	5.00	0.12	0.82	80.41	5.00	0.23	1.56	153.37
								5.25	0.23	1.56	152.55

IL RESPONSABILE DELLA SPERIMENTAZIONE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petrone



RIF. INT.: 000000003	DATA ELABORAZIONE: 05/07/1995	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 05/07/1995	DATA FINE PERFORAZIONE: 05/07/1995
COMMITTENTE: Amm. comunale di Bucciano		CANTIERE: Loc. Gavetelle Bucciano (BN)	
PERFORAZIONE: S3	QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):	LUNGHEZZA (m): 6.00	INCLINAZIONE (gradi):
SCALA GRAFICA: 1:120			
MACCHINA PERFORATRICE:			
PERFORATORE RESPONSABILE:		TECNICO RESPONSABILE:	
NOTE:			

STRATIGRAFIA				CAMPIONI	
Profondità dal p.c. (m)	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità di prelievo (m)	Tipologia di prelievo
0.50	0.50		Terreno vegetale		
			Materiale detritico di colore biancastro in matrice sabbiosa		
2.50	1.00		Siltite sabbiosa di colore rossastro mediamente consistente con poca ghiaia		
3.50	1.00		Siltite sabbiosa e sabbia siltosa con poca argilla mediamente consistente		
5.00	1.50		Sabbia limosa e limo sabbioso ben addensato di colore grigio scuro	5.00	Forati sotto Pressione
6.00	1.00			5.50	



RF. INT.: 000000004	DATA ELABORAZIONE: 05/07/1995	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 05/07/1995	DATA FINE PERFORAZIONE: 05/07/1995
COMMITTENTE: Amm. comunale di Bucciano		CANTIERE: Loc. Cavetelle Bucciano (BN)	
PERFORAZIONE: S4	QUOTA BOCCAFFORO (m s.l.m.):	LUNGHEZZA (m): 20.00	INCLINAZIONE (gradi):
MACCHINA PERFORATRICE:		SCALA GRAFICA: 1:120	
PERFORATORE RESPONSABILE:		TECNICO RESPONSABILE:	
NOTE:			

STRATIGRAFIA			
Profondità dal p.c. (m)	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica
0.60	0.60		Terreno vegetale
3.90	3.30		Materiale detritico di colore biancastro
5.00			Materiale detritico carbonatico con matrice piroclastica di colore marrone
6.50	2.60		Paleosuolo di natura piroclastica di colore marrone
6.80	0.30		Materiale detritico con abbondante sabbia di colore giallo nella parte alta e grigio nella parte bassa
8.00			Materiale piroclastico argillificato
13.30	6.50		Materiale detritico di colore grigio passante ad un detrito con abbondante matrice sabbiosa di colore marrone
13.70	0.40		Materiale detritico di colore grigio passante ad un detrito con abbondante matrice sabbiosa di colore marrone
15.00			Materiale detritico di colore grigio passante ad un detrito con abbondante matrice sabbiosa di colore marrone
20.00	5.30		Materiale detritico di colore grigio passante ad un detrito con abbondante matrice sabbiosa di colore marrone

