Relazione sulle indagini geologico-tecniche svolte di supporto al Piano Attuativo per la realizzazione di intervento immobiliare ad uso residenziale sito in Via Mascagni, Campi Bisenzio (FI)

I Tecnici

Dr. Geol. Gianfranco Chighine

Dr. Geol. Edoardo Gemignani

Cascina, 04 Giugno 2018

tegeia Interventi Ambientali S.r.l.
Sede legale: Via Sant'Ilario 1 – Cascina (PI)
Sede operativa: Via Ippolito Nievo 27/b – Cascina (PI)
Capitale sociale € 10.329,00 interamente versato
Tel / Fax: 050-741253
www.tegeia.it – info@tegeia.it
P.IVA/C.F. 01729930501 – n. REA PI-150353
IBAN: IT66K 06020 70950 109570 226320

SOMMARIO

1 Premessa 3

2 Geologia, geomorfologia ed idrogeologia 3

3 Sintesi delle normative e dei piani territoriali vigenti 4

4 Caratterizzazione sismica del sito – studio di Microzonazione Sismica di livello 1 10

5 Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica 14

6 Valutazioni sulla regimazione delle acque meteoriche 18

Allegati 20

1 Premessa

Su incarico della Ditta **Libertà S.r.l.** , sono state svolte le presenti indagini geologiche ai sensi della L.R. N°1/2005 art. 62 e del D.P.G.R. n°53R/2011 per il Piano Attuativo riguardante la realizzazione di 12 nuovi fabbricati all'interno di un ex campo sportivo in via Mascagni, Comune di Campi Bisenzio (FI).

Nel presente documento vengono esaminate le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, sismiche, idrogeologiche e idrauliche dell'area d'intervento e le eventuali problematiche connesse, sulla base delle conoscenze disponibili e delle indagini di approfondimento svolte in loco, per giungere alla determinazione delle condizioni di pericolosità e fattibilità sulla base di quanto disposto dalla normativa vigente sopra citata.

2 Geologia, geomorfologia ed idrogeologia

L'area d'intervento è individuabile sulla Cartografia Tecnica Regionale in cala 1:10000 all'interno della sezione 263140; si trova nella porzione centrale del territorio comunale di Campi Bisenzio, pressochè nel centro del comune fiorentino, in un lotto di terreno un tempo sede di un campo sportivo. La morfologia della zona è pianeggiante, con una quota media di circa 36 m s.l.m.. (vedi Corografia generale scala 1:10.000 allegata). Durante il sopralluogo non sono stati rilevati indizi tipici di processi geomorfologici in atto o quiescenti.

Da un punto di vista geologico (vedi Stralcio della Carta Geologica allegata), nella zona affiorano depositi alluvionali di composizione prevalentemente limosa ed argillosa, di epoca recente ed attuale.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche occorre rilevare che nel sottosuolo della zona in esame è presente un acquifero freatico: i dati idrogeologici di base contenuti nel piano Strutturale indicano che tale livello è soggetto ad oscillazioni e può giungere (in funzione della stagione e del regime delle precipitazioni) anche a quote inferiori ad un metro rispetto al piano campagna locale.

Riguardo all'idrografia superficiale le acque meteoriche intercettate dalle opere in progetto dovranno essere regimate mediante appositi sistemi di contenimento in modo da non recare aggravio alla rete idrica scolante della zona, indirizzandole nella più vicina fossetta o canaletta tombata esistente, avendo verificato la sua idoneità a ricevere il flusso d'acqua.

3 Sintesi delle normative e dei piani territoriali vigenti

Di seguito si riporta una sintesi del quadro normativo vigente relativo alla zona oggetto della presente Variante urbanistica, con riferimento al rischio geomorfologico, idraulico e sismico: (vedi stralci cartografici allegati):

- nella **Carta del "Piano di gestione e del rischio alluvioni"** dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale, l'area oggetto di Piano Attuativo ricade in buona parte nella categoria: "**P2 – pericolosità media**" e limitatamente ad una porzione più a Nord in categoria "**P1 – pericolosità bassa**". Secondo le indicazioni fornite dall'Autorità di Bacino in merito ad un eventuale fenomeno di esondazione con tempo di ritorno pari a 200 anni è previsto nella zona solo un tiante idrico di transito delle acque con un battente esattamente non valutabile, nell'ordine di pochi centimetri. Dunque la messa in sicurezza delle nuove unità immobiliari sarà garantita con un rialzamento del piano di calpestio: avendo previsto una quota di almeno 50 cm superiore al piano campagna attuale si può di certo affermare che tali manufatti si troveranno in posizione di sicurezza

idraulica. Secondo quanto nelle Norme di Piano la realizzazione delle opere in progetto è consentita.

- Le **Carte dei battenti idraulici** redatte in aggiornamento degli strumenti urbanistici del Comune di Campi Bisenzio indicano chiaramente che per un tempo di ritorno duecentennale la zona interessata dal Piano Attuativo si trova all'esterno delle aree soggette a fenomeni di esondazione e pertanto in condizioni di sicurezza idraulica.
- facendo riferimento alle classificazioni di **Pericolosità Idraulica del Regolamento Urbanistico comunale** recentemente approvato, l'area d'interesse ricade quasi completamente in classe di **pericolosità idraulica I3 – elevata**, e limitatamente alla porzione più a Nord in classe di **pericolosità idraulica I2 – media**, come risulta dall'estratto della **Carta della Pericolosità Idraulica** allegata.
- sulla base delle condizioni di pericolosità idraulica fin qui esposte, il **R.U. comunale** predispone per l'intervento in progetto una **fattibilità 3 – condizionata.** La specifica scheda prescrive che *"la fattibilità degli interventi è vincolata alla messa in sicurezza idraulica"* ed inoltre si dovrà *"garantire l'invarianza idraulica anche attraverso la messa in opera di opportune opere di compensazione se necessario".* Il rialzamento dei piani di calpestio degli edifici, come precedentemente indicato, garantirà la messa in sicurezza idraulica dei fabbricati in progetto; per evitare eventuali aggravi al reticolo idraulico di scolo delle acque meteoriche esiste a servizio di questa zona già completamente urbanizzata, in ottemperanza a quanto indicato nella sopra citata scheda di fattibilità contenuta nel R.U. comunale, in occasione della progettazione esecutiva si dovrà *"eseguire una verifica del dimensionamento idraulico della rete di smaltimento delle acque meteoriche, in relazione alle dimensioni delle superfici impermeabili in progetto ed alle caratteristiche e dimensioni del sistema recettore delle acque superficiali"*. Non sono previste ulteriori

indicazioni tecniche per la ristretta area con pericolosità idraulica I2 e conseguente **fattibilità 2 – con normali vincoli**.

Riguardo poi alle condizioni di pericolosità geologica e sismica, negli strumenti urbanistici di supporto alla pianificazione territoriale comunale è riportato:

- l'area d'interesse ricade in **classe di pericolosità geologica G1 - bassa**, come risulta dagli estratti delle Carte della Pericolosità Geologica allegata. Per la pericolosità geologica testè indicata il R.U. comunale recentemente approvato indica una classe di **fattibilità 2 – con normali vincoli**, in cui "*deve essere realizzata specifica relazione geologica di fattibilità di supporto al Piano Attuativo nel rispetto di quanto stabilito dal punto 4 delle Direttive del D.P.G.R. 53/R del 25/10/2011, supportata da approfondimenti geognostici tali da implementare le conoscenze relative alle problematiche geotecniche e definire, in via preliminare, il modello geologico atteso. Dovranno comunque essere realizzate, a supporto dei singoli progetti esecutivi, specifiche indagini geotecniche e geofisiche e redatta specifica relazione geologica e geotecnica, nel rispetto della normativa sismica e tecnica per le costruzioni vigente".* A tale scopo sono state eseguite opportune indagini geognostiche (descritte in dettaglio nel seguente paragrafo) con cui è stato possibile definire il modello geologico e sismico della zona, che sarà utitilizzato per la progettazione esecutiva. Merita evidenziare che le indagini geognostiche eseguite in loco non hanno rilevato situazioni di potenziale pericolo, i terreni risultano di consistenza variabile da moderata a media, ad eccezione di un orizzonte superficiale di circa 1 m peraltro non rilevato in modo uniforme su tutta l'area. Non si ravvedono neppure problemi di liquefazione dei terreni, data la presenza di una rilevante frazione fine.
- In merito alle condizioni di pericolosità sismica del sito la zona ricade in classe di **pericolosità sismica S2 – media**, come risulta dagli estratti delle Carte della Pericolosità Geologica allegata, a cui corrisponde una **fattibilità 2 – con normali**

vincoli. Il R.U. vigente non detta specifiche condizioni di fattibilità; sono comunque da prevedersi a supporto della progettazione esecutiva le indagini geofisiche richieste dalle vigenti Norme tecniche per le costruzioni e dal D.P.G.R. 36R/2009 in relazione alla tipologia del singolo intervento edilizio in progetto.

Riguardo le problematiche di natura idrogeologica si deve sottolineare che **circa metà del lotto oggetto d'intervento si trova all'interno della fascia di rispetto di 200 m di pozzi ad uso idropotabile**. Le normali attività edilizie previste per la realizzazione dei fabbricati contenuti nel Piano Attuativo non interferiranno con la falda captata dai pozzi vicini, tuttavia per la fase esecutiva sarà importante predisporre un piano di intervento nel caso di incidenti quali ad esempio sversamenti accidentali di gasolio dalle macchine operatrici. Riguardo allo smaltimento delle acque reflue, la presenza in zona della fognatura comunale a cui si dovranno allacciare le varie unità immobiliari eviterà la dispersione nel terreno dei reflui, a tutela della falda captata.

Sulla base di quanto fin qui esposto si può affermare che il Piano Attuativo in progetto è compatibile con le prescrizioni impartite dai piani territoriali vigenti.

Indagini geognostiche svolte e caratterizzazione geomorfologica-geotecnica del sito

Al fine della determinazione delle classi di pericolosità geomorfologica ai sensi di quanto contenuto nel D.P.G.R. n°53R/2011 recante il Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n°1/2005, sono state eseguite alcune indagini geognostiche nell'area oggetto di Piano Attuativo. I risultati ottenuti sono stati utilizzati anche per la determinazione delle condizioni di pericolosità sismica.

La stratigrafia nell'area d'intervento è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali, composti da limi sabbiosi ed argillosi.

Per una più precisa definizione della stratigrafia e delle caratteristiche geomeccaniche sono state eseguite cinque prove penetrometriche statiche (CPT1 - 5, vedi certificati

allegati) in corrispondenza degli ingombri dei nuovi fabbricati, oltre a due linee sismiche a rifrazione.

Dalle suddette indagini geognostiche la stratigrafia è risultata assai uniforme su tutta la zona investigata: sono presenti terreni inizialmente poco consistenti di spessore limitato, da 1 a 1,4 m, seguiti da sedimenti limo argillosi di consistenza moderata e crescente con la profondità. Queste informazioni sono confermate anche dalle indagini sismiche svolte in loco: le elaborazione ottenute da entrambe le sezioni sismiche hanno fornito un modello di sottosuolo in cui lo strato superficiale ha uno spessore di circa 1 m, con una Vp media di 250-300 m/sec, corrispondente a terreni poco consistenti, mentre il secondo sismostrato ed il terzo sismostrato corrispondo a terreni limo-argillosi di consistenza media, con una Vp intorno a 1500 m/sec che è tipica dei terreni argillosi saturi. Anche le elaborazioni tomografiche dei primi arrivi delle onde P hanno fornito modelli che sostanzialmente ricalcano le geometrie dei sismostrati sopra descritti, senza rilevare "anomalie" caratterizzate da inversioni di velocità: si tratta di terreni con Vp tipiche di sedimenti di consistenza da moderata a media, in condizioni di saturazione a partire da circa 5 – 6 m di profondità.

L'insieme di tutti i dati ottenuti ha contribuito (congiuntamente alle osservazioni sul posto) alla ricostruzione della carta geolitologica in scala 1:1000, mentre l'ubicazione delle indagini geognostiche svolte è contenuta nella carta dei dati di base, riportate negli allegati alla presente relazione.

Di seguito si fornisce la stratigrafia di dettaglio del sito ed i parametri geomeccanici caratteristici ricavati dalle indagini eseguite, ritenute valide per tutta la superficie interessata dalle opere in progetto:

0,00 – 1,0/1,40 m **limi sabbiosi poco consistenti**

Cu = 25 KPa (Coesione non drenata)

C' = 0 KPa (Coesione drenata)

Φ = 25° (Angolo di attrito interno)

γ = 18,5 KN/mc (peso di volume)

Ed = 3000 KPa (modulo edometrico)

1,0/1,40 m – 3,20 m **limi argillosi moderatamente consistenti**

Cu = 75 KPa (Coesione non drenata)

C' = 0 KPa (Coesione drenata)
Φ = 25° (Angolo di attrito interno)

γ = 19,0 KN/mc (peso di volume)

Ed = 6000 KPa (modulo edometrico)

3,20 m – 10 m **limi argillosi di media consistenza**

Cu = 100 KPa (Coesione non drenata)

C' = 0 KPa (Coesione drenata)
Φ = 23° (Angolo di attrito interno)

γ = 19,5 KN/mc (peso di volume)

Ed =9500 KPa (modulo edometrico)

I parametri sopra riportati vanno considerati come caratteristici del terreno di fondazione. La caratterizzazione dei terreni sopra riportata costituirà la base su cui dovrà essere impostata la progettazione geotecnica dei nuovi fabbricati.

Nel sottosuolo della zona in esame è presente un acquifero freatico:, sebbene le verticali penetrometriche non abbiano rilevato il livello piezometrico entro le profondità sondate (le indagini sismiche indicano la presenza di terreni saturi a partire da 5 – 6 m di profondità), i dati idrogeologici di base contenuti nel piano Strutturale vigente indicano che il livello della falda è soggetto ad oscillazioni e può giungere (in funzione della stagione e del regime delle precipitazioni) anche a quote inferiori ad un metro rispetto al piano campagna locale.

4 Caratterizzazione sismica del sito – studio di Microzonazione Sismica di livello 1

Per la definizione della pericolosità derivante da un evento sismico, secondo quanto indicato ai punti B.7 e C.5 delle Direttive per le indagini geologico – tecniche, contenute nel Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n°1/2005 (D.P.G.R. n°53R/2010), è stato svolto uno studio di microzonazione sismica locale di livello 1 secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'O.P.C.M. 3907/2010.

Si prende atto che il territorio comunale non risulta soggetto ad analisi di microzonazione sismica e l'analisi di cui al presente elaborato verra' a definire, sulla base dei dati geognostici reperiti e acquisiti specificatamente in sito, microzone omogenee di scenario, nell'ambito del contesto territoriale in cui si definisce l'area di studio, che discriminano la suscettibilita' sismica del territorio.

La microzonazione, condotta in ottemperanza a quanto disposto al punto B.7 del DPGR 53-R/11, risulta di supporto allo studio geologico dell'area oggetto di Piano Attuativo ed alla definizione delle aree a pericolosita' sismica locale, definite al punto C.5 della medesima normativa regionale.

Lo studio consiste nelle seguenti analisi:

individuazione dello scenario di pericolosita' sismica di base, attraverso la modellazione di cui alla Circ.Appl.n.617 del 02.02.09 ed alla Mappa di Pericolosita' Sismica dell'INGV a supporto delle azioni sismiche definite al capo 7 del D.M.14.01.2008;

caratterizzazione sismo-stratigrafica di sito, attraverso l'esame dei dati di base disponibili per l'area di studio ed individuazione della suscettibilita' sismica di sito e dello scenario geofisico di prima analisi;

definizione dello specifico scenario di pericolosita' sismica locale mediante l'analisi dei rilievi geofisici condotti nell'area di studio e/o resi disponibili per la stessa e mirati alla definizione della successione sismo-stratigrafica di sito ed alla individuazione della "categoria di sottosuolo" di primo riferimento;

definizione della carta delle frequenze di sito, redatta sulla base dei rilievi di microtremore effettuati nell'ambito dell'area di studio;

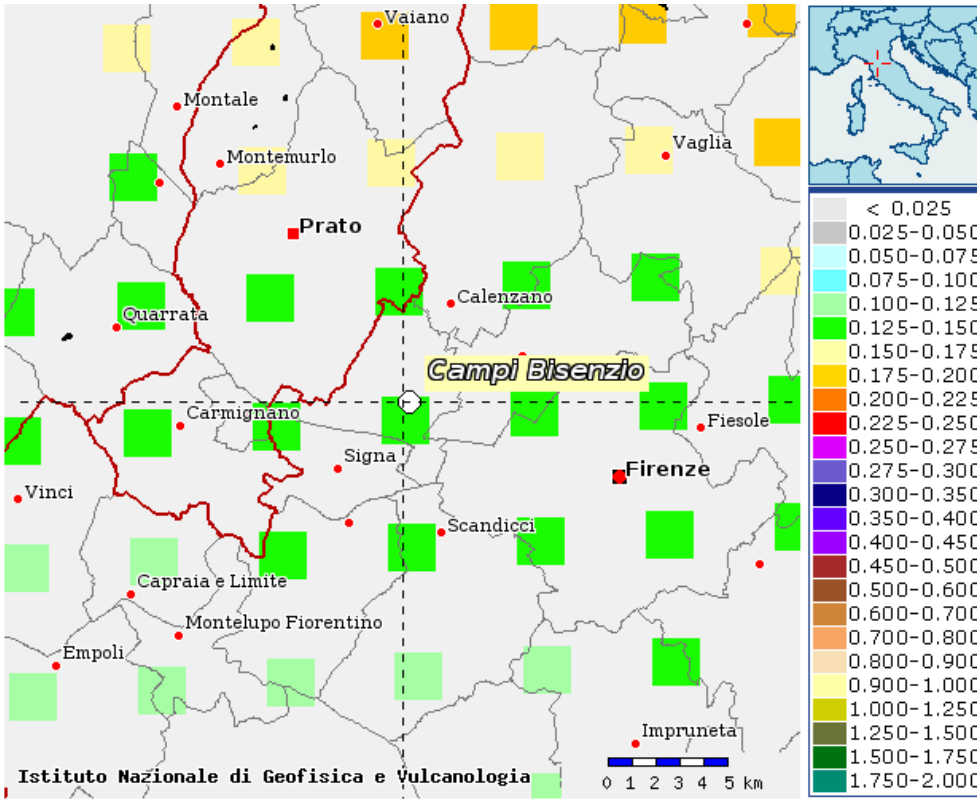
zonizzazione dell'area di studio attraverso la redazione della Carta di Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica con individuazione delle aree stabili, stabili suscettibili di amplificazione e suscettibili di instabilita'.

L'area oggetto di P. Attuativo viene ad individuarsi in una zona pianeggiante alla quota di circa m 36 s.l.m.. e risulta essere caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali di epoca recente ed attuale, di composizione prevalente limo-argillosa. Non sono presenti zone in frana né potenzialmente franose.

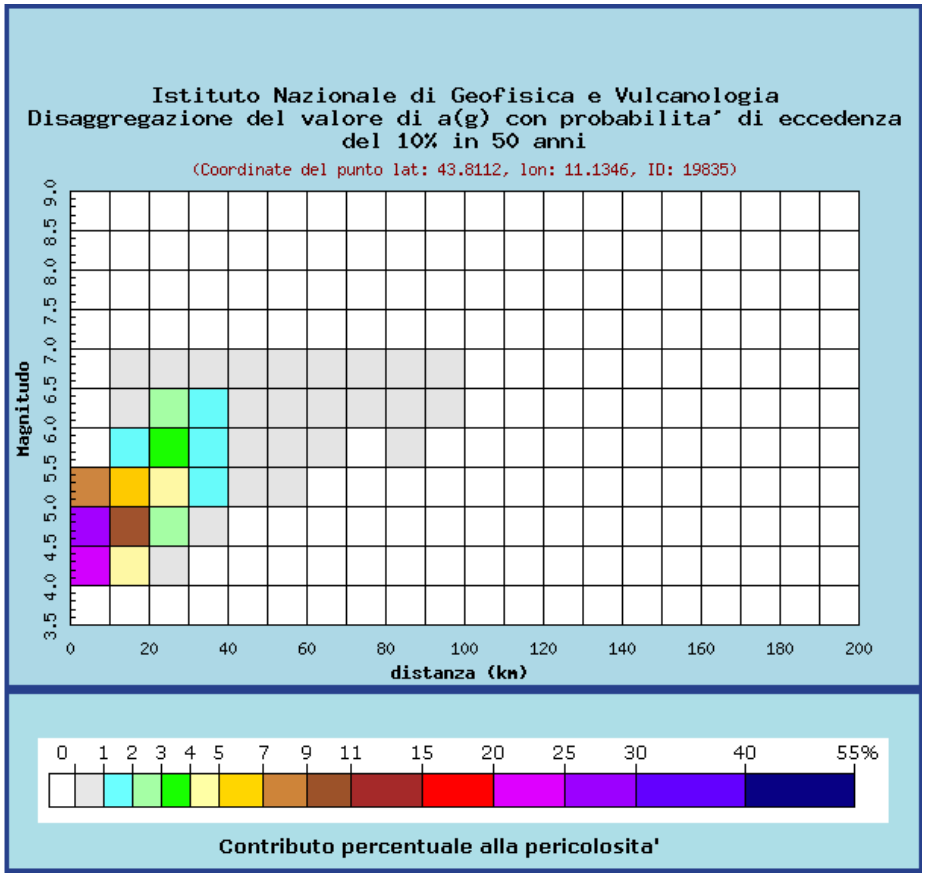
Come già riportato nel precedente paragrafo, le formazioni presenti nell'area di studio sono depositi alluvionali, composti da limi sabbiosi ed argillosi: i dati ottenuti dalle indagini sismiche masw indicano valori di Vs compresi fra 200 e 300 m/sec, con un leggero miglioramento della rigidità scendendo in profondità.

In riferimento al Ord.PCM n.3274/03 ed alla riclassificazione regionale, il territorio comunale di Campi Bisenzio viene classificato in zona 3, per il quale sono previste accelerazioni massime al suolo di progetto di 0.15*g. In attuazione a quanto disposto dal T.U.2008 ed in attenzione alla Mappa di Pericolosita' Sismica dell'INGV a supporto della determinazione delle azioni sismiche di cui al capo 7 del D.M.17.01.2018, alla modellazione di cui alla Circ.Appl.n.617 del 02.02.09, si accertano le condizioni di criticita' sismica sito dipendenti, che saranno definiti in relazione alle condizioni stratigrafiche nell'analisi locale di risposta sismica. La pericolosita' allo scuotimento del sito in esame, riferita alle condizioni sismo-tettoniche dell'area di riferimento, viene quindi descritta dal valore dell'accelerazione al suolo con la probabilità del 10% di superamento in 50 anni, già calcolata in punti discreti su un reticolo a maglia regolare e fornita attraverso mappe iterattive di pericolosità sismica

consultabili in rete presso il sito INGV. Questo è schematicamente illustrato nello stralcio della mappa interattiva di pericolosità sismica riportata di seguito.



Da qui è possibile verificare il valore dell'accelerazione attesa al sito e visualizzare il "grafico di disaggregazione", che individua la intensità, profondità e distanza delle sorgenti sismiche che caratterizzano la pericolosità sismica di sito, riportato di seguito.



Per la zona di nostro interesse la Relativamente alla posizione dell'area in esame, la pericolosita' è determinata principalmente da sorgenti sismiche poste entro 20 km di profondita', con magnitudo compresa tra 4.0 e 6.0, con il seguente valore medio:

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
4.930	12.600	1.130

Per completare in quadro che definisce la reale suscettibilità del sito agli effetti di amplificazione delle azioni sismiche sono state eseguiti dei rilievi di microtremori in tre postazioni nell'area in esame (vedi Carta dei dati di base riportata negli allegati). Mediante queste misurazioni è stato possibile redigere la Carta delle frequenze di sito allegata. La frequenza fondamentale del sottosuolo o frequenza di risonanza del sito è

un parametro fondamentale per evidenziare la presenza di contrasti nella velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs) all'interno delle coperture o tra le coperture ed il *bedrock*, contrasti che sono i principali responsabili dei fenomeni amplificativi del moto sismico in superficie. Quindi l'individuazione di tale frequenza permette di valutare l'eventuale insorgenza del pericoloso fenomeno della "doppia risonanza", che si manifesta quando la frequenza propria di vibrazione dei fabbricati è uguale (o comunque approssima) quella propria del terreno.

La Carta delle frequenze di sito redatta in ottemperanza al D.P.G.R. 53R/2011 ha lo scopo di indirizzare le scelte urbanistiche sia in termini di altezza delle costruzioni (da cui dipende essenzialmente il valore della frequenza propria di vibrazione), sia in termini di tipologie strutturali.

Delle tre registrazioni eseguite si riportano negli allegati solo quelle relative alle prime due poiché la misurazione effettuata sulla stazione n°3 non ha fornito dati con qualità delle misure in linea con i criteri SESAME 2004. Ad ogni modo il risultato ottenuto è perfettamente in linea con le prime due elaborazioni, dunque si è comunque inserita I risultati ottenuti (per tutti i dettagli si rimanda alla visione degli specifici elaborati allegati) indicano una locale frequenza di sito di 0,35 Hz. Tale valore, opportunamente correlato con le altre informazioni geologiche è compatibile con il passaggio fra i sedimenti della pianura alluvionale ed il substrato litoide posto a notevole profondità, intorno a 400 m: questo è l'elemento che può determinare condizioni di potenziale amplificazione stratigrafica al sito.

5 Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Tenendo conto di tutte le informazioni litologiche, stratigrafiche e sismiche finqui esposte si perviene alla stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Per redigere la carta in primo luogo si devono identificare le seguenti zone:

- zona stabile

- zona stabile suscettibile di amplificazione locale
- zona suscettibile di instabilità per

1.instabilita' di versante

2.faglie attive e capaci

3.liquefazione

4.cedimenti differenziali

l'insieme di tutte le condizioni stratigrafiche, litologiche, morfologiche e sismo-stratigrafiche indicano che l'area di studio è definibile come una zona stabile suscettibile di amplificazione sismica per caratteristiche lito-stratigrafiche. Secondo quanto riportato negli "Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica" si attribuisce al lotto oggetto di piano attuativo la seguente classificazione:

Zona stabile suscettibile di amplificazione sismica per caratteristiche lito-stratigrafiche, Zona 9: "Terreni contenenti resti di attività antropica (0-3 m) su Sabbie limose, miscela di sabbia e limo (0-8 m) – SM su Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (spessore 0-35 m) – GW su Coesivo sovraconsolidato (0->100 m) – CO su substrato lapideo indifferenziato (>100 m)". **Tale classificazione è senza dubbio quella che più si avvicina al sito esaminato**.

Determinazione delle classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. n°53R/2011

In accordo con quanto riporta il regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n°1/2005 in materia di indagini geologiche di supporto alle varianti agli strumenti urbanistici, si forniscono di seguito le determinazioni delle classi di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica derivanti dalla sintesi delle conoscenze, dalle analisi ed approfondimenti svolti nell'area oggetto di studio sulla base dei criteri per la classificazione delle pericolosità contenuti nel regolamento sopra citato. La classificazione è riportata anche nelle carte delle pericolosità dell'area d'intervento in scala 1:1000 allegate:

- **Pericolosità geomorfologica G1 – bassa**: trattasi di un'area pianeggiante con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali da cui risulta una bassa propensione al dissesto.
- **Pericolosità Idraulica I2 – media**: riguarda la porzione più settentrionale dell'area di Piano Attuativo, interessata da allagamenti solo per eventi con tempo di ritorno compreso fra 200 e 500 anni. In particolare la zona risulta in posizione di sicurezza idraulica rispetto ad un eventuale esondazione duecentennale del T. Bisenzio ed anche del F. Arno; risulta interessata solo da transito delle acque per esondazione del F.Arno, quindi con battente di pochi centimetri (dati forniti dall'Autorità di Bacino).

Pericolosità Idraulica I3 – elevata : area interessata da eventi esondativi con tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni; secondo i dati forniti dall'Autorità di Bacino si tratta di una zona in cui è previsto un tirante idrico di transito delle acque con un battente esattamente non valutabile, nell'ordine di pochi centimetri.

Pericolosità sismica S2 – media: osservando la Carta MOPS ottenuta con lo studio di Microzonazione di livello 1 si evince che l'area oggetto dello studio di MS è classificata come **zona stabile suscettibile di amplificazione sismica per caratteristiche litostratigrafiche (Z9).**

Determinazione delle classi di fattibilità ai sensi del D.P.G.R. n°53R/2011

La definizione delle classi di fattibilità da attribuire nella zona oggetto di Piano Attuativo è possibile seguendo un processo diagnostico che, a partire dalle pericolosità sopra descritte (G1, I2 - I3, S2), valutando il grado di esposizione al rischio degli interventi edilizi previsti sul fabbricato esistente determini le eventuali prescrizioni e/o limitazioni da seguire nella progettazione esecutiva.
Poiché la destinazione urbanistica attualmente vigente sul lotto prevede la realizzazione di fabbricati ad uso abitativo e commerciale, si ha un grado di esposizione al rischio medio. Quindi si perviene alla determinazione delle classi di fattibilità.

fattibilità geomorfologica II: non sono previste particolari limitazioni agli interenti edilizi i progetto. La progettazione esecutiva dovrà contenere uno studio geologico di dettaglio corredato da opportune indagini geognostiche (definite anche in relazione alle disposizioni del D.P.G.R. 36R/2009) finalizzato alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico ai sensi di quanto stabilito nel D.M. 14/01/2008.

fattibilità idraulica II: non sono previste particolari limitazioni alla realizzazione degli interventi in progetto.

fattibilità idraulica III: è prescritta la messa in sicurezza idraulica dei fabbricatia, dottando come accorgimento il rialzamento dei piani di calpestio dei fabbricati rispetto al p.c. attuale, al fine di garantire la sicurezza idraulica anche in caso di un eventuale transito di acque come previsto dall'Autorità di Bacino per un evento con Tr = 200 anni del F.Arno. Poichè nella zona è previsto un tirante idrico di transito con un battente di pochi centimetri ed il progetto prevede un rialzamento di almeno +50 cm dei piani di calpestio dei fabbricati rispetto al p.c. attuale, la sicurezza idraulica sarà garantita. Si raccomanda in fase di progettazione esecutiva la verifica del dimensionamento idraulico della rete di smaltimento delle acque meteoriche, in relazione alle dimensioni delle superfici impermeabili in progetto ed alle caratteristiche e dimensioni del sistema recettore delle acque superficiali, in modo da garantire l'invarianza idraulica anche attraverso la messa in opera di opportune opere di compensazione se necessario, come già previsto dal Regolamento Urbanistico comunale recentemente approvato.

fattibilità sismica II: è richiesta la definizione dell'azione sismica di progetto, sulla base di specifiche indagini sismiche (quali sismica a rifrazione Sh,, masw o downhole) e la valutazione della suscettibilità alla liquefazione dei terreni di fondazione, come richiesto nel D.M. 14/01/2008 e nel D.P.G.R. n°36R/2009. Avendo inoltre a disposizione le frequenze di risonanza del terreno la progettazione esecutiva potrà avvalersi anche di tali importanti informazioni.

6 Valutazioni sulla regimazione delle acque meteoriche

Il Piano Attuativo prevede l'edificazione di un'area assai estesa, fino ad oggi occupata da un campo sportivo, dunque l'intervento comporterà un non trascurabile aggravio alla rete idrica scolante dell'area urbana. Quindi si propone una semplice verifica idraulica del lotto, basata su una altezza di pioggia oraria pari a 60 mm, ed i seguenti coefficienti di deflusso per le varie superfici:

- impermeabile = 1,0
- semipermeabile = 0,5
- permeabile = 0,2

Nello stato attuale l'area interessata dalla progettazione possiede già una significativa porzione di terreno impermeabilizzato, occupata dalle tribune, dagli spogliatoi, uffici e da un piazzale, per una superficie complessiva di circa 1600 mq (dati forniti dal Progettista). Tenuto conto di ciò, allo stato attuale si ha una portata

Qatt = (1600 x 0,06 x 1,0) + (4012 x 0,06 x 0,2) = **144 mc/h** circa.

Di seguito si riporta una stima delle superfici occupate dalla progettazione nello stato di progetto: si prevede la realizzazione di 12 nuovi fabbricati, oltre alla realizzazione delle necessarie opere di urbanizzazione quali parcheggi e viabilità, per un totale di superfici impermeabili stimabile in circa 2242 mq, con aree verdi di circa 3370 mq.

Dunque la portata oraria del lotto allo stato di progetto sarà

Qprog = (2242 x 0,06 x 1,0) + (3370 x 0,06 x 0,2) = **175 mc/h** circa.

Al fine di rispettare il più possibile un criterio di "invarianza idraulica" del lotto indicato nel R.U. di recente approvazione, si consiglia il contenimento di una portata pari alla differenza fra quella calcolata per lo stato attuale e quella di progetto. Dunque ottengo:

ΔQ = Qprog – Qatt = 175 – 144 = 31 mc

Il volume sopra riportato potrà essere contenuto mediante la semplice realizzazione di canalette tombate per lo scolo delle acque, aventi diametro idoneo: ad esempio con

una condotta di diametro 40 cm ed uno sviluppo complessivo di 247 m si ha il contenimento completo del volume testè calcolato. Si ricorda inoltre che a norma dell'art. 78 comma b) del PIT *"nuovi spazi pubblici e privati destinati a piazzali, parcheggi e viabilità pedonale o meccanizzata, devono essere realizzati con modalità costruttive che consentano l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque."* Questo accorgimento consente di ridurre ulteriormente il volume di acqua calcolato e di conseguenza utilizzare tubazioni di diametro più piccolo.

Si rimanda alla progettazione esecutiva il calcolo definitivo del volume di acqua meteorica che dovrà essere contenuto con idonei accorgimenti sulla base delle superfici definitive di progetto. Si rimanda al Progettista la disposizione della rete idrica di scolo delle acque meteoriche all'interno dell'area di Piano Attuativo, nella fase esecutiva in relazione all'esatta disposizione dei fabbricati, parcheggi e delle altre opere di urbanizzazione.

Lo scarico del sistema di regimazione dovrà essere indirizzata nella più vicina fossetta o canaletta tombata facente parte della rete idrica scolante della zona: è presente una canaletta tombata per lo scolo delle acque meteoriche, a margine del lato est di via Mascaagni, con pozzetto in prossimità dell'ingresso al parco pubblico, come meglio evidenziato nelle fotografie riportate di seguito.

Si dovrà comunque verificare la sua idoneità a ricevere il flusso d'acqua, cioè che non sia ostruito, onde evitare rigurgiti. Lo scarico dalla zona di nuova edificazione dovrà essere dotata in uscita di troppo pieno e di una bocca con portata tarata, pari a quella del lotto nella situazione attuale.

Cascina, 04 giugno 2018

Dott. Geol. Gianfranco Chighine

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE TOSCANA
N. 244 Dott. Geol. GIANFRANCO CHIGHINE

Dott. Geol. Edoardo Gemignani

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA
DOTT. GEOL. EDOARDO GEMIGNANI N°1324 Sez. A

Allegati

- Corografia generale scala 1:10000
- Carta geologica
- Carta del Piano di Gestione Rischio Alluvioni - Autorità di Bacino Appennino Settentrionale
- Carte dei battenti idraulici del R.U. Comunale
- Carte della Pericolosità Geologica – Idrogeologica e Idraulica del P.S. comunale
- Cartografie sviluppate per il Piano Attuativo:
- Carta Geolitologica ai sensi del regolamento di attuazione art. 62 L.R. 1/2005
- Carta dei dati di base ai sensi del regolamento di attuazione art. 62 L.R. 1/2005
- Carta delle frequenze di sito di supporto allo studio di MS di livello 1
- Carta MOPS
- Carta della Pericolosità Geomorfologica ai sensi del regolamento di attuazione art. 62 L.R. 1/2005
- Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del regolamento di attuazione art. 62 L.R. 1/2005
- Carta della Pericolosità Sismica ai sensi del regolamento di attuazione art. 62 L.R. 1/2005
- Elaborati prove penetrometriche CPT1 - 5
- Elaborati indagini sismiche a rifrazione e MASW
- Elaborati misurazioni di rumore sismico

COROGRAFIA GENERALE
SCALA 1:10.000

ESTRATTO C.T.R. SEZIONE n°263140

Autorità di Bacino
Appennino Settentrionale
Piano di gestione del rischio alluvioni

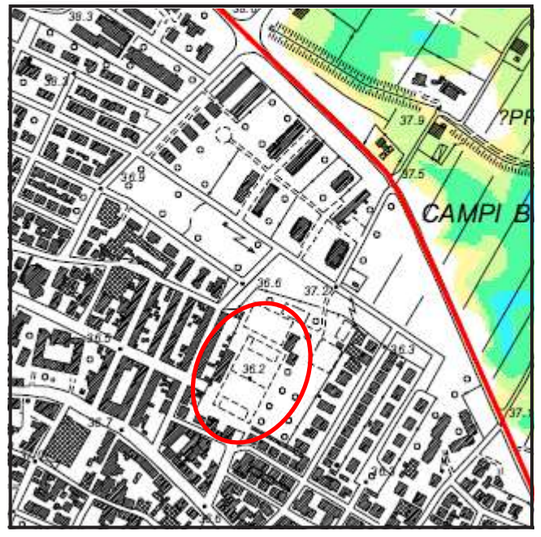
P2 - pericolosità da alluvione media

P1 - pericolosità da alluvione bassa

N

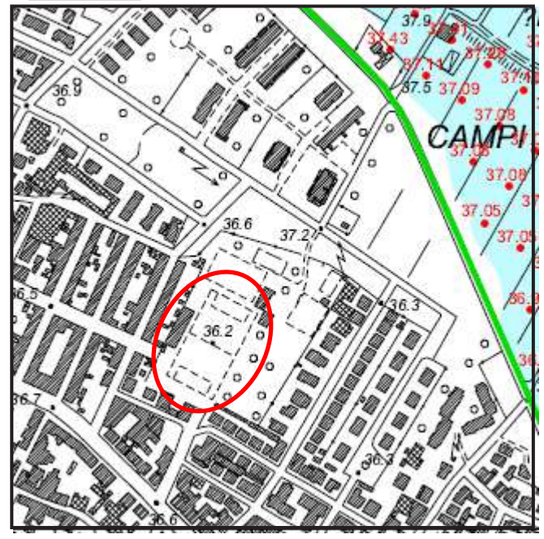
CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI PER TR = 200 ANNI
aggiornamento degli strumenti urbanistici
Comune di Campi Bisenzio

area non soggetta a esondazione



CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI PER TR = 200 ANNI
aggiornamento degli strumenti urbanistici
Comune di Campi Bisenzio

area non soggetta a esondazione



PERICOLOSITA' IDRAULICA
R.U. COMUNALE 2018

I3 - pericolosità idraulica elevata

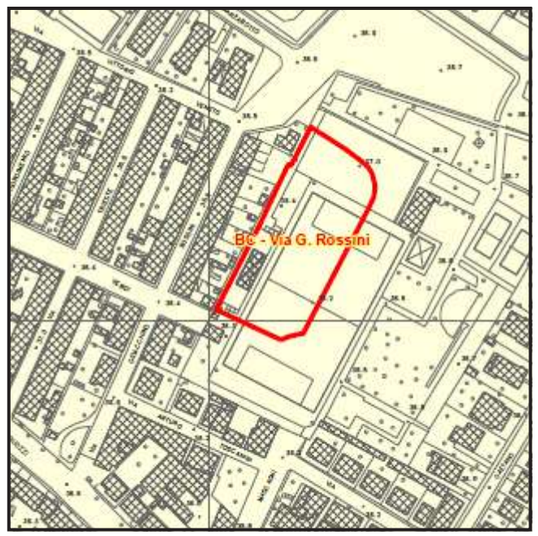
I2 - pericolosità idraulica media

CARTA GEOLOGICA
P.S. comunale

depositi alluvionali

PERICOLOSITA' GEOLOGICA
R.U. COMUNALE 2018

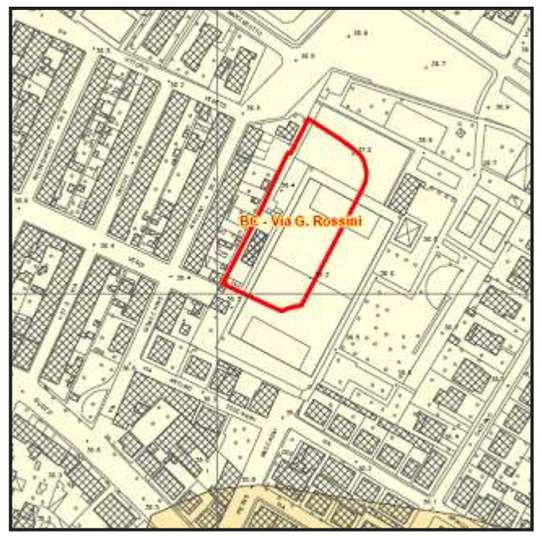
G1 - pericolosità geologica bassa



N

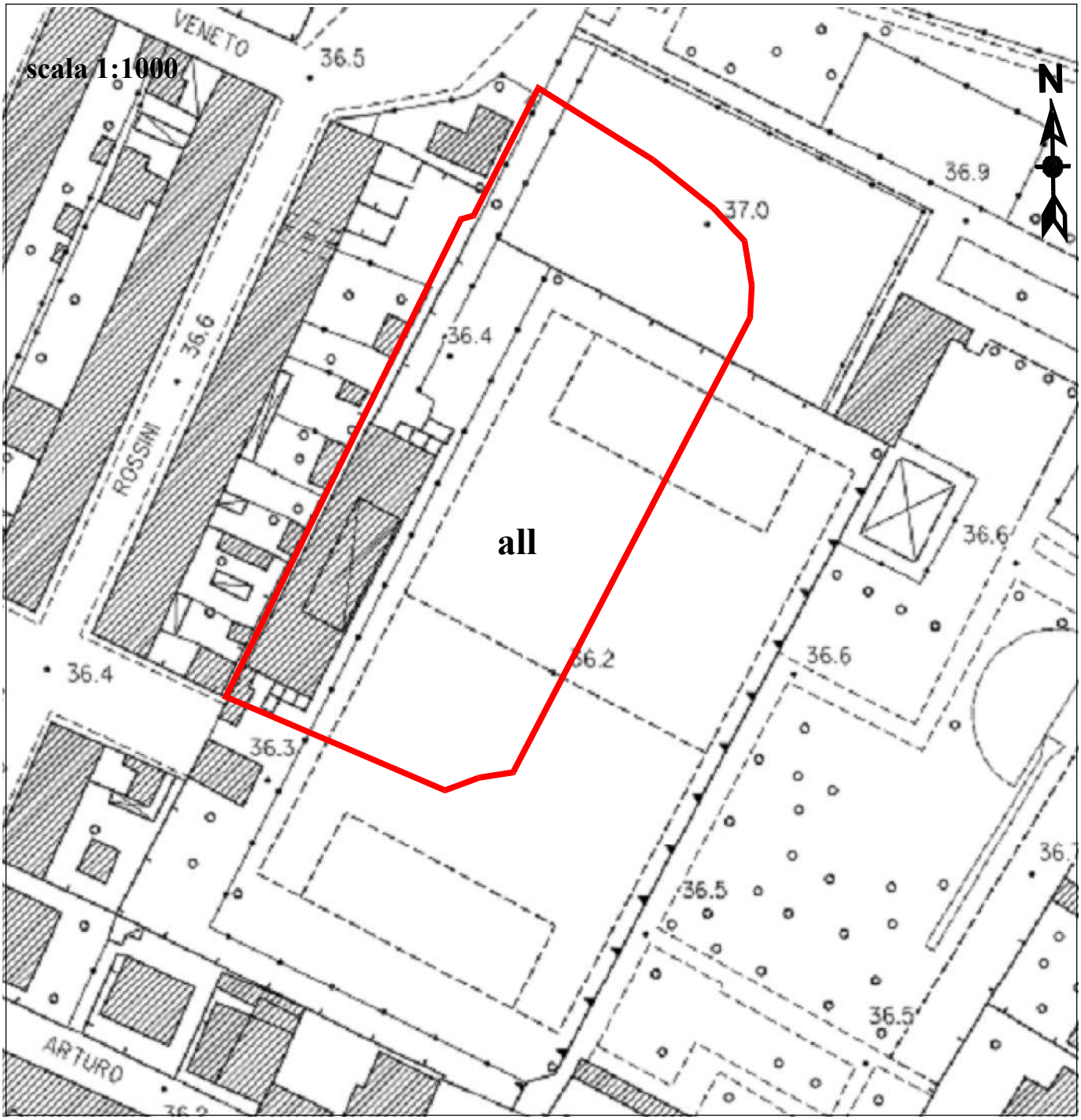
PERICOLOSITA' SISMICA
R.U. COMUNALE 2018

S2 - pericolosità sismica media



COMUNE DI CAMPI BISENZIO (FI)
CARTA GEOLITOLOGICA
PER L'AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 - Regolamento di Attuazione dell'art.62 L.R. n°1/2005



LEGENDA

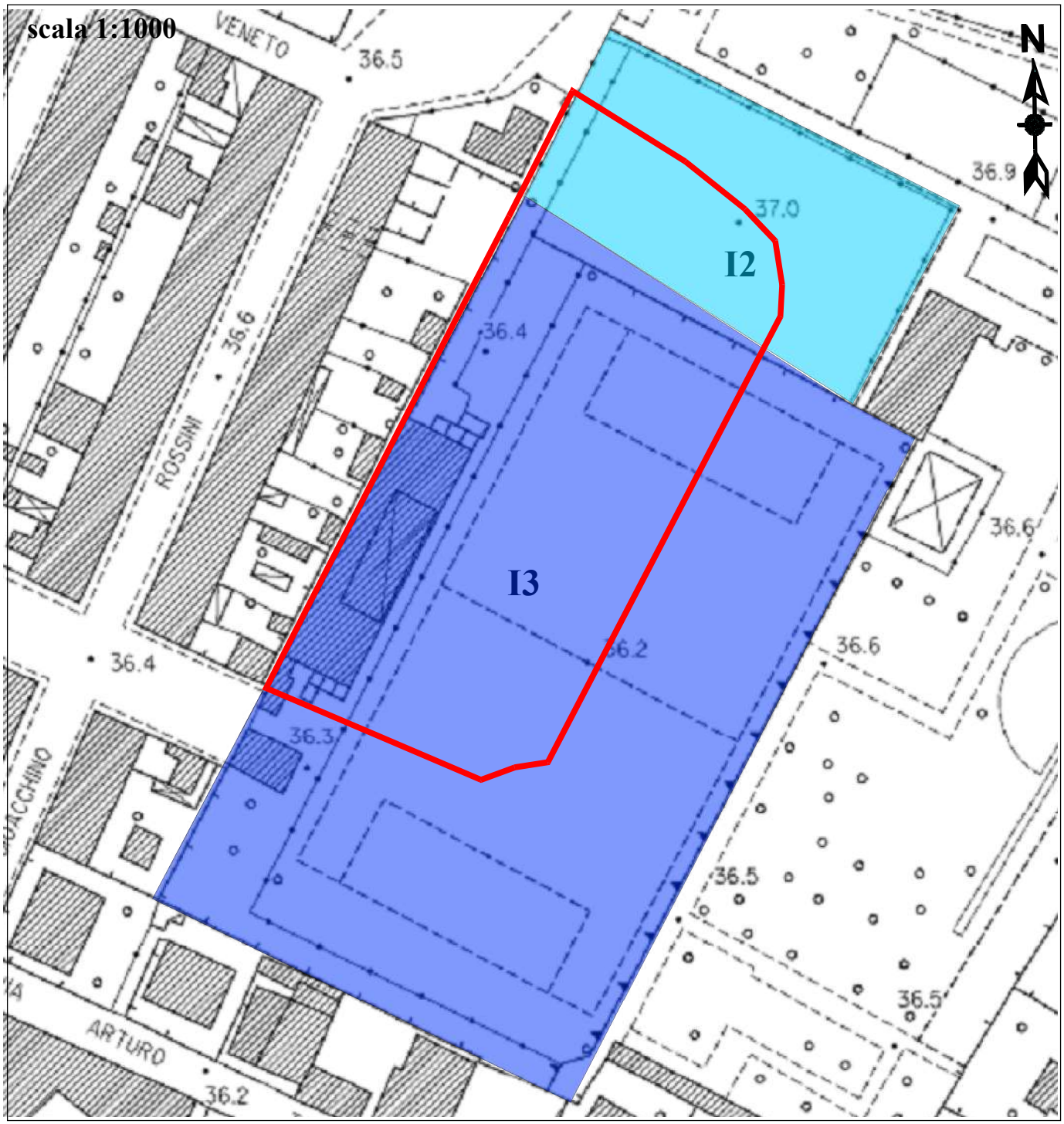
all depositi alluvionali attuali e recenti

area oggetto di Piano Attuativo

COMUNE DI CAMPI BISENZIO (FI)

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PER L'AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 - Regolamento di Attuazione dell'art.62 L.R. n°1/2005



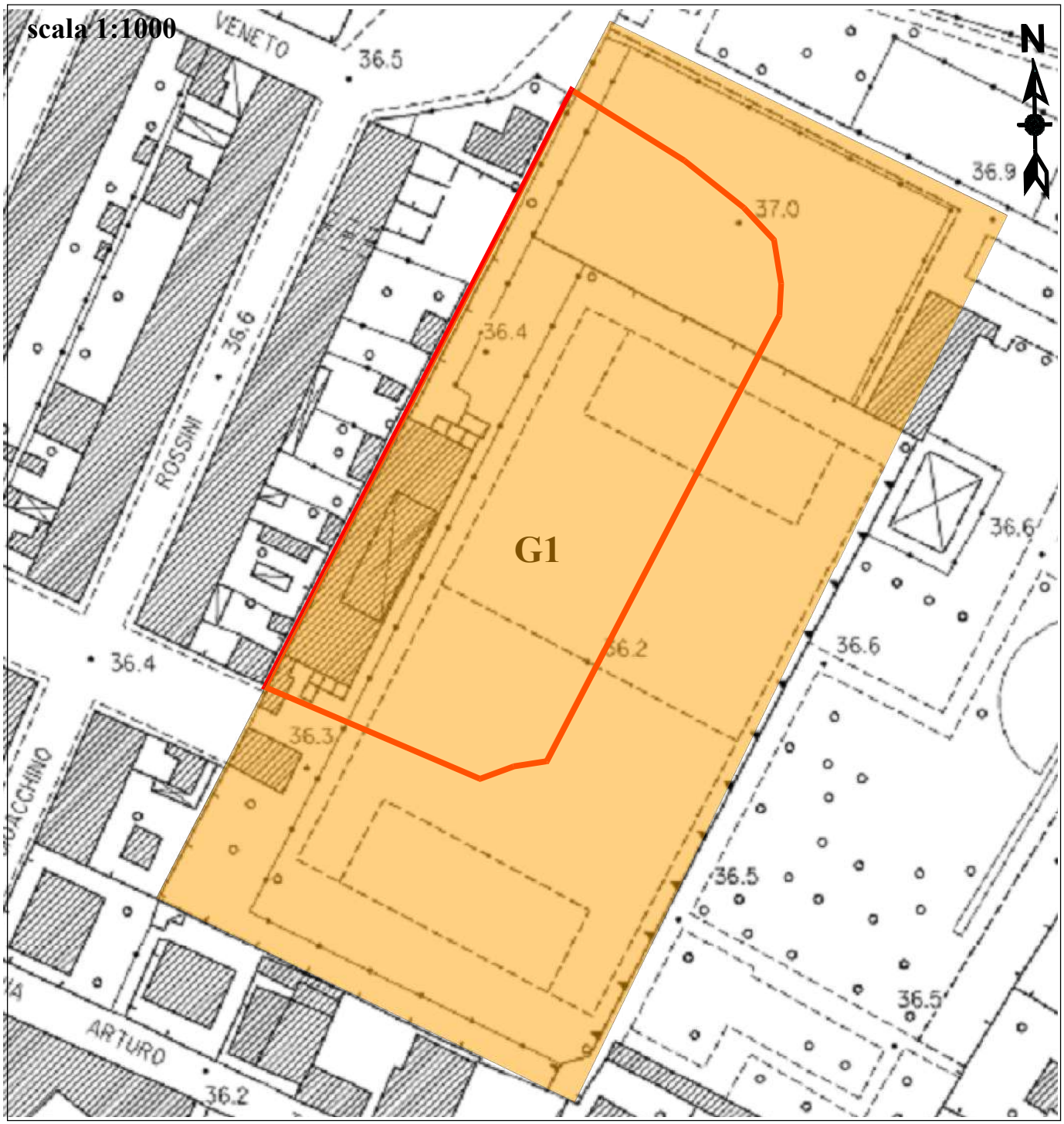
LEGENDA

I2	pericolosità idraulica media
I3	pericolosità idraulica elevata
	area oggetto di Piano Attuativo

COMUNE DI CAMPI BISENZIO (FI)

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA PER L'AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 - Regolamento di Attuazione dell'art.62 L.R. n°1/2005



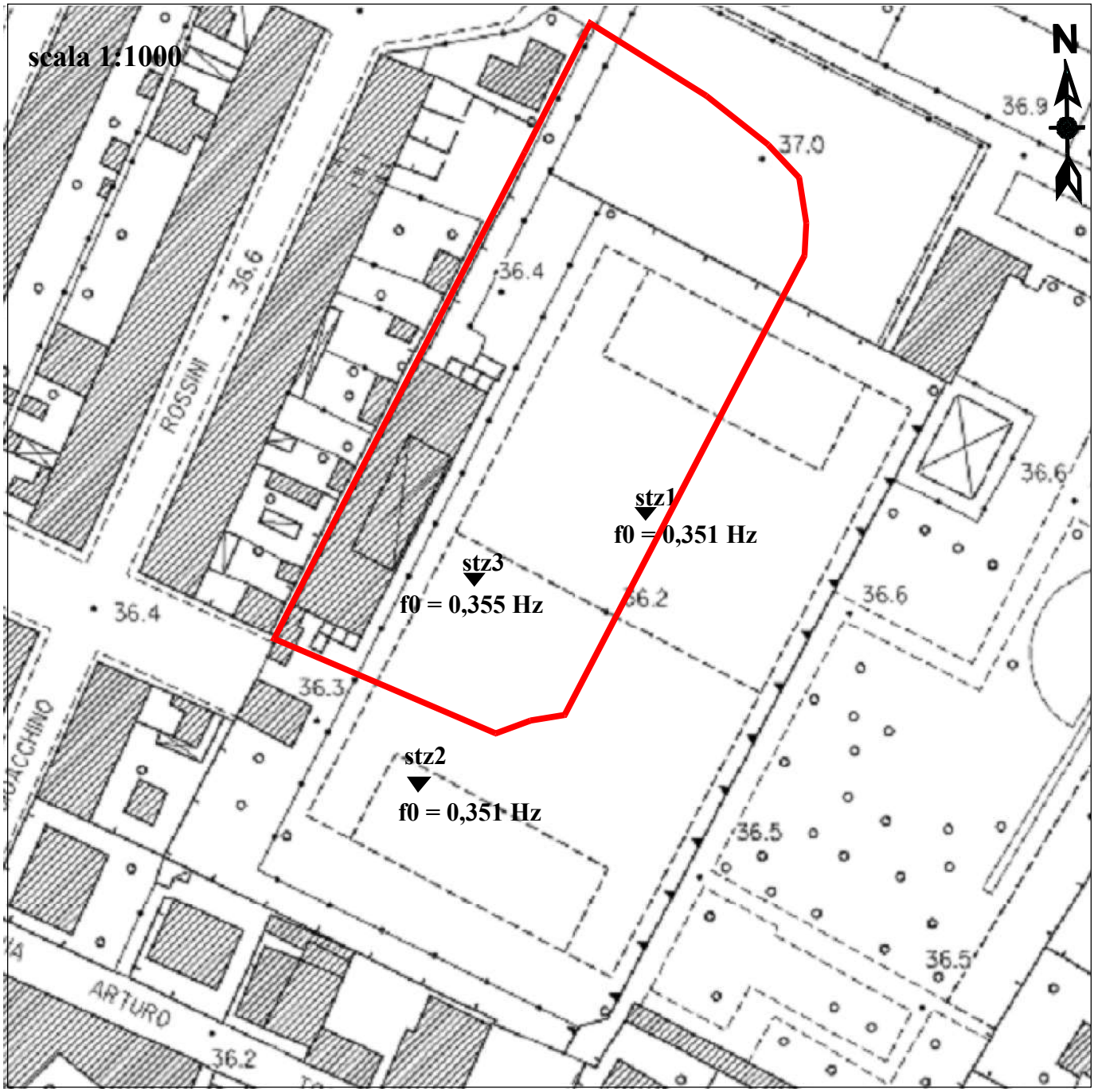
LEGENDA

G1	pericolosità geomorfologica bassa		area oggetto di Piano Attuativo

COMUNE DI CAMPI BISENZIO (FI)

CARTA DELLE FREQUENZE DI SITO

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 - Regolamento di Attuazione dell'art.62 L.R. n°1/2005



LEGENDA

stz1
f0 = 0,351 Hz
ubicazione stazioni di misura
rumore sismico e relativa frequenza fondamentale

area oggetto
di Piano Attuativo

COMUNE DI CAMPI BISENZIO (FI)

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 - Regolamento di Attuazione dell'art.62 L.R. n°1/2005

LEGENDA

Z9 — **ZONA 9:** zona stabile suscettibile di amplificazione sismica per caratteristiche lito-stratigrafiche

area oggetto di Piano Attuativo

COMUNE DI CAMPI BISENZIO (FI)

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA PER L'AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 - Regolamento di Attuazione dell'art.62 L.R. n°1/2005

LEGENDA

S2	pericolosità sismica media		area oggetto di Piano Attuativo

Azienda Certificata
ISO 9001:2008 N. 70Q16704
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e geofisiche, ambientali, idrometriche"

GAIA servizi

RELAZIONE TECNICA

Committente:
Geol. Gianfranco Chighine

Località: Campi Bisenzio (FI)

Data Indagine: 04/10/2016

Codice lavoro: 161004a

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

Dott. Jacopo Martini

GAIA Servizi S.n.c.

Via Lenin, 132/Q

56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel/Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

P.IVA: 01966780502

Data elaborazione: 05/10/2016

GAIA Servizi S.n.c.
di Massimiliano Vannozzi & C.
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Figura 1: Prova penetrometrica CPT 1

Figura 2: Prova penetrometrica CPT 2

Figura 3: Prova penetrometrica CPT 3

Figura 4: Prova penetrometrica CPT 4

Figura 5: Prova penetrometrica CPT 5

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA
FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200 - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica Ø 35.7 mm, area punta Ap = 10 cm²

- punta conica meccanica angolo di apertura: α = 60°

- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø = 35.7 mm - h = 133 mm - Am = 150 cm²)

- velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (± 0,5 cm / sec)

- spinta max nominale dello strumento Smax variabile a seconda del tipo

- costante di trasformazione CT = SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: qc (kg/cm²) = (L1) x CT /10

fase 2 - resistenza laterale locale: fs (kg/cm²) = [(L2) - (L1)] x CT / 150

fase 3 - resistenza totale : Rt (kg/cm²) = (Lt) x CT

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale fs viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI
1 kN (kiloNewton) = 1000 N $\approx$ 100 kg = 0,1 t
1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N $\approx$ 100 t
1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa $\approx$ 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²
1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa $\approx$ 100 t/m² = 10 kg/cm²
1 kg/cm² = 10 t/m² $\approx$ 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa
1 t = 1000 kg $\approx$ 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE
CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: F = (qc / fs)

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

	F = qc / fs	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
	F ≤ 15 kg/cm²	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 kg/cm² <	F ≤ 30 kg/cm²	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 kg/cm² <	F ≤ 60 kg/cm²	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
	F > 60 kg/cm²	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di qc e di FR = (fs / qc) % :

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

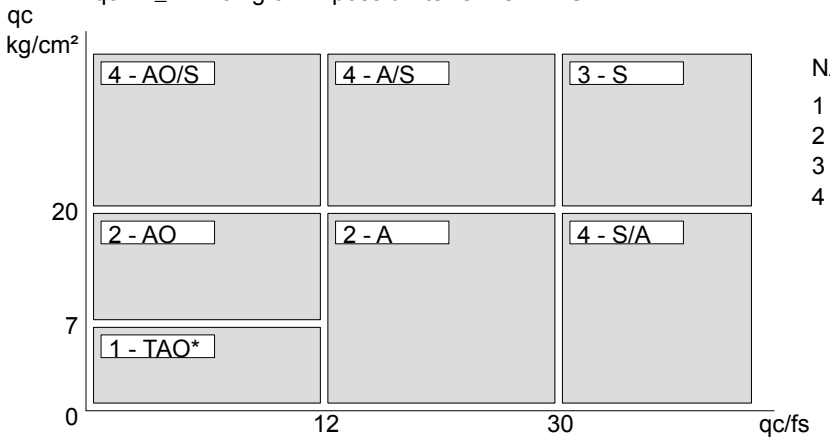
- 1/3 ± - 1/2 di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI
SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 - A.G.I. 1977)
prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

qc ≤ 20 kg/cm² : possibili terreni COESIVI — anche se (qc / fs) > 30

qc ≥ 20 kg/cm² : possibili terreni GRANULARI — anche se (qc / fs) < 30



NATURA LITOLOGICA

1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIM.
2 - COESIVA IN GENERE
3 - GRANULARE
4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

γ ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ ' - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)

σ'vo = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ ')

Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - qc]

OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ 'vo]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)

Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico
pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)

E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico
pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)

Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - qc - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)

Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ 'vo (Schmertmann 1976)]

Ø' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : Ø' - Dr - qc σ 'vo)
ØCa - Caquot (1948) — ØKo - Koppejan (1948)
ØDB - De Beer (1965) — ØSc - Schmertmann (1978)
ØDM - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) — ØMe - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Yoshida Motonori 1988)

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT	1
riferimento	161004a
certificato n°	408/16

Committente: **Geol. Gianfranco Chighine**
Cantiere: **161004a**
Località: **Campi Bisenzio (FI)**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: 1
Elaborato:

Data esec.: 04/10/2016
Data certificato: 05/10/2016
Falda: Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0	0	0,00	0,00		
0,40	27,0	39	0	27,00	0,80	34	3,0
0,60	13,0	25	0	13,00	0,80	16	6,2
0,80	6,0	12	0	6,00	0,38	16	6,3
1,00	10,0	15	0	10,00	0,33	30	3,3
1,20	19,0	25	0	19,00	0,40	48	2,1
1,40	21,0	37	0	21,00	1,07	20	5,1
1,60	26,0	46	0	26,00	1,33	20	5,1
1,80	25,0	39	0	25,00	0,93	27	3,7
2,00	22,0	42	0	22,00	1,33	17	6,0
2,20	19,0	36	0	19,00	1,13	17	5,9
2,40	20,0	35	0	20,00	1,00	20	5,0
2,60	22,0	40	0	22,00	1,20	18	5,5
2,80	32,0	52	0	32,00	1,33	24	4,2
3,00	38,0	63	0	38,00	1,67	23	4,4
3,20	37,0	67	0	37,00	2,00	19	5,4
3,40	35,0	65	0	35,00	2,00	18	5,7
3,60	34,0	65	0	34,00	2,07	16	6,1
3,80	39,0	69	0	39,00	2,00	20	5,1
4,00	36,0	70	0	36,00	2,27	16	6,3
4,20	40,0	70	0	40,00	2,00	20	5,0
4,40	40,0	70	0	40,00	2,00	20	5,0
4,60	52,0	80	0	52,00	1,87	28	3,6
4,80	42,0	73	0	42,00	2,07	20	4,9
5,00	41,0	74	0	41,00	2,20	19	5,4
5,20	38,0	72	0	38,00	2,27	17	6,0
5,40	37,0	68	0	37,00	2,07	18	5,6
5,60	38,0	70	0	38,00	2,13	18	5,6
5,80	36,0	66	0	36,00	2,00	18	5,6
6,00	32,0	61	0	32,00	1,93	17	6,0
6,20	31,0	57	0	31,00	1,73	18	5,6
6,40	32,0	49	0	32,00	1,13	28	3,5
6,60	34,0	66	0	34,00	2,13	16	6,3
6,80	38,0	66	0	38,00	1,87	20	4,9
7,00	40,0	69	0	40,00	1,93	21	4,8
7,20	39,0	62	0	39,00	1,53	25	3,9
7,40	35,0	65	0	35,00	2,00	18	5,7
7,60	30,0	58	0	30,00	1,87	16	6,2
7,80	34,0	64	0	34,00	2,00	17	5,9
8,00	36,0	66	0	36,00	2,00	18	5,6

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %

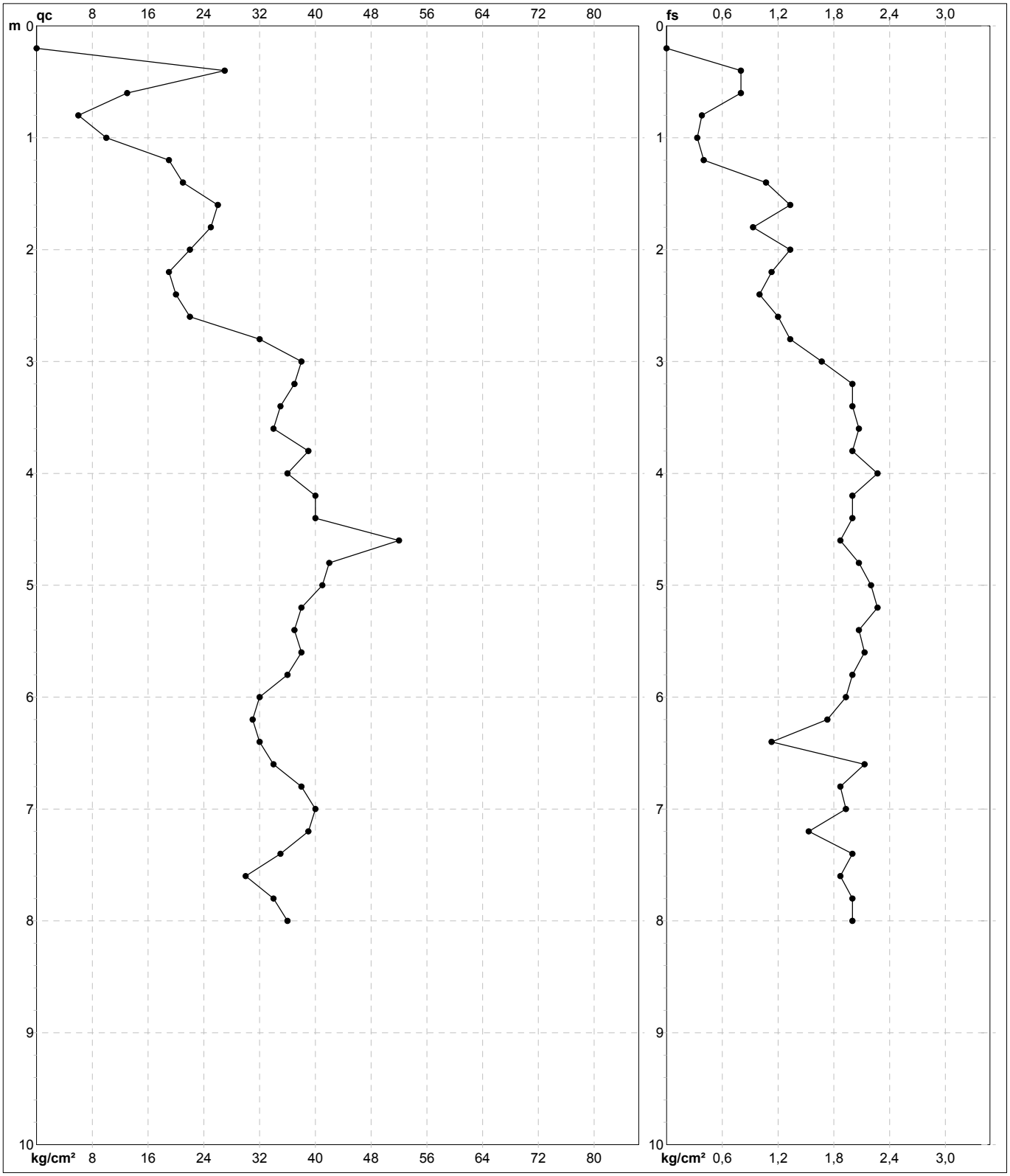
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

GAIA Servizi S.n.c. - Via Lenin, 132/Q - 56017 San Giuliano Terme (PI) - Tel/Fax: 050 9910582 - P.IVA: 01667250508

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	1
riferimento	161004a
certificato n°	408/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	161004a	Scala: 1:50	Data certificato: 05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Pagina: 1	Quota inizio:
		Elaborato:	Falda: Non rilevata



Penetrometro:	TG63-200	Preforo:	m
Responsabile:	Geol. Jacopo Martini	Corr.astine:	kg/ml
Assistente:		Cod. punta:	

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

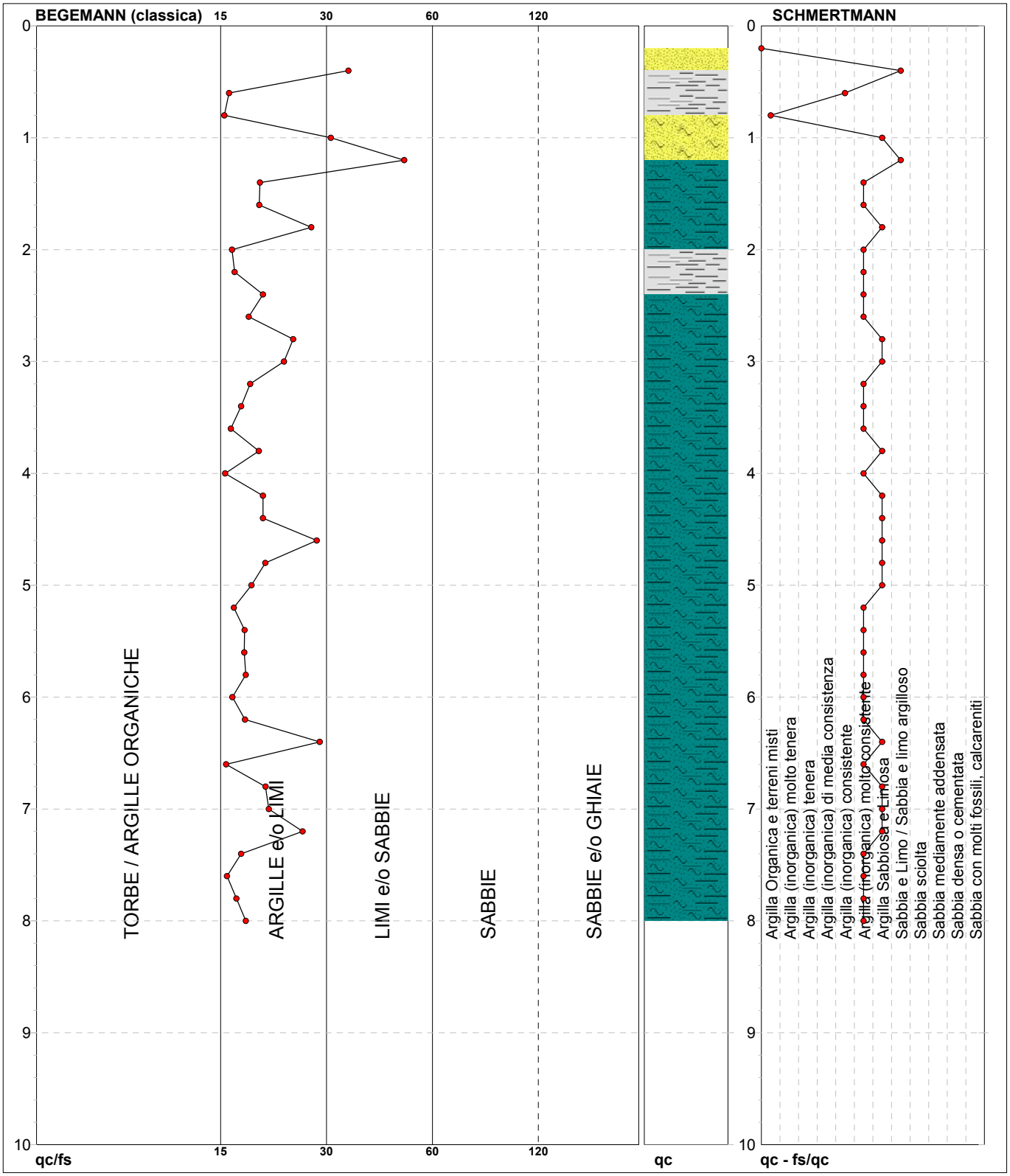
FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
riferimento	161004a
certificato n°	408/16

Committente:	**Geol. Gianfranco Chighine**
Cantiere:	**161004a**
Località:	**Campi Bisenzio (FI)**

U.M.:	kg/cm²	Data esec.:	04/10/2016
Scala:	1:50	Data certificato:	05/10/2016
Pagina:	1		
Elaborato:		Falda:	Non rilevata



Torbe / Argille org. :	11 punti, 22,45%	Argilla Organica e terreni misti:	1 punti, 2,04%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	14 punti, 28,57%
Argille e/o Limi :	36 punti, 73,47%	Argilla (inorganica) consistente:	1 punti, 2,04%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	2 punti, 4,08%
Limi e/o Sabbie :	3 punti, 6,12%	Argilla (inorganica) molto consist.:	21 punti, 42,86%		

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT	1
riferimento	161004a
certificato n°	408/16

Committente:	**Geol. Gianfranco Chighine**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	**161004a**		Data certificato: 05/10/2016
Località:	**Campi Bisenzio (FI)**	Pagina: 1	
		Elaborato:	Falda: Non rilevata

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	øSc	øCa	øKo	øDB	øDM	øMe	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
0,20	--	--	? ? ?	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	27,00	33,75	3	1,87	0,07	86	--	--	--	--	--	90	41	39	36	34	43	28	--	45,0	67,5	81,0
0,60	13,00	16,25	2	1,93	0,11	74	0,60	51,1	102,8	154,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	6,00	15,79	2	1,82	0,15	69	0,30	15,0	51,0	76,5	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	10,00	30,30	4	1,86	0,19	71	0,50	21,5	85,0	127,5	40,0	34	33	30	27	25	33	26	--	16,7	25,0	30,0
1,20	19,00	47,50	4	1,92	0,23	92	0,78	29,5	131,8	197,8	58,1	51	35	32	29	27	36	27	--	31,7	47,5	57,0
1,40	21,00	19,63	4	1,93	0,26	94	0,82	26,1	140,0	210,0	63,0	51	35	32	29	27	36	27	--	35,0	52,5	63,0
1,60	26,00	19,55	4	1,95	0,30	101	0,93	25,5	157,9	236,8	78,0	55	36	32	29	27	36	28	--	43,3	65,0	78,0
1,80	25,00	26,88	4	1,94	0,34	102	0,91	21,4	154,5	231,8	75,0	51	35	31	28	26	35	28	--	41,7	62,5	75,0
2,00	22,00	16,54	4	1,93	0,38	104	0,85	17,1	143,8	215,8	66,0	44	34	30	27	25	34	28	--	36,7	55,0	66,0
2,20	19,00	16,81	2	1,99	0,42	101	0,78	13,5	131,8	197,8	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	20,00	20,00	4	1,93	0,46	102	0,80	12,6	136,0	204,0	60,0	36	33	29	25	24	32	27	--	33,3	50,0	60,0
2,60	22,00	18,33	4	1,93	0,50	108	0,85	12,2	143,8	215,8	66,0	37	33	29	26	24	32	28	--	36,7	55,0	66,0
2,80	32,00	24,06	4	1,97	0,54	117	1,07	14,8	181,3	272,0	96,0	48	35	30	27	25	34	29	--	53,3	80,0	96,0
3,00	38,00	22,75	4	1,99	0,58	125	1,27	16,8	215,3	323,0	114,0	52	35	31	28	26	35	30	--	63,3	95,0	114,0
3,20	37,00	18,50	4	1,99	0,62	123	1,23	14,9	209,7	314,5	111,0	50	35	30	27	25	34	30	--	61,7	92,5	111,0
3,40	35,00	17,50	4	1,98	0,66	124	1,17	12,9	198,3	297,5	105,0	46	34	30	26	25	33	29	--	58,3	87,5	105,0
3,60	34,00	16,43	4	1,98	0,70	121	1,13	11,6	192,7	289,0	102,0	44	34	29	26	24	33	29	--	56,7	85,0	102,0
3,80	39,00	19,50	4	2,00	0,74	129	1,30	12,8	221,0	331,5	117,0	47	35	29	26	25	33	30	--	65,0	97,5	117,0
4,00	36,00	15,86	4	1,99	0,77	127	1,20	10,8	204,0	306,0	108,0	43	34	29	26	24	33	30	--	60,0	90,0	108,0
4,20	40,00	20,00	4	2,00	0,81	131	1,33	11,6	226,7	340,0	120,0	45	34	29	26	24	33	30	--	66,7	100,0	120,0
4,40	40,00	20,00	4	2,00	0,85	132	1,33	10,9	226,7	340,0	120,0	44	34	29	26	24	33	30	--	66,7	100,0	120,0
4,60	52,00	27,81	4	2,01	0,90	142	1,73	14,3	294,7	442,0	156,0	52	35	30	27	25	34	31	--	86,7	130,0	156,0
4,80	42,00	20,29	4	2,00	0,94	134	1,40	10,4	238,0	357,0	126,0	44	34	29	26	24	33	30	--	70,0	105,0	126,0
5,00	41,00	18,64	4	2,00	0,98	135	1,37	9,6	234,8	352,2	123,0	42	34	28	25	24	32	30	--	68,3	102,5	123,0
5,20	38,00	16,74	4	1,99	1,01	135	1,27	8,3	241,8	362,7	114,0	38	33	28	25	23	31	30	--	63,3	95,0	114,0
5,40	37,00	17,87	4	1,99	1,05	132	1,23	7,6	256,7	385,1	111,0	37	33	27	24	23	31	30	--	61,7	92,5	111,0
5,60	38,00	17,84	4	1,99	1,09	137	1,27	7,5	267,5	401,3	114,0	37	33	27	24	23	31	30	--	63,3	95,0	114,0
5,80	36,00	18,00	4	1,99	1,13	134	1,20	6,7	288,6	432,9	108,0	34	33	27	24	22	31	30	--	60,0	90,0	108,0
6,00	32,00	16,58	4	1,97	1,17	131	1,07	5,6	317,0	475,6	96,0	29	32	26	23	22	30	29	--	53,3	80,0	96,0
6,20	31,00	17,92	4	1,97	1,21	131	1,03	5,1	333,3	499,9	93,0	27	32	26	23	21	29	29	--	51,7	77,5	93,0
6,40	32,00	28,32	4	1,97	1,25	132	1,07	5,1	344,1	516,2	96,0	27	32	26	23	21	29	29	--	53,3	80,0	96,0
6,60	34,00	15,96	4	1,98	1,29	132	1,13	5,3	352,5	528,8	102,0	29	32	26	23	21	30	29	--	56,7	85,0	102,0
6,80	38,00	20,32	4	1,99	1,33	141	1,27	5,9	354,3	531,4	114,0	32	32	26	23	22	30	30	--	63,3	95,0	114,0
7,00	40,00	20,73	4	2,00	1,37	141	1,33	6,1	361,9	542,9	120,0	33	33	27	23	22	30	30	--	66,7	100,0	120,0
7,20	39,00	25,49	4	2,00	1,41	142	1,30	5,7	379,8	569,6	117,0	31	32	26	23	22	30	30	--	65,0	97,5	117,0
7,40	35,00	17,50	4	1,98	1,45	139	1,17	4,8	402,8	604,2	105,0	27	32	26	22	21	29	29	--	58,3	87,5	105,0
7,60	30,00	16,04	4	1,96	1,49	135	1,00	3,8	419,5	629,3	90,0	21	31	25	21	20	28	29	--	50,0	75,0	90,0
7,80	34,00	17,00	4	1,98	1,53	136	1,13	4,3	427,3	640,9	102,0	25	31	25	22	21	29	29	--	56,7	85,0	102,0
8,00	36,00	18,00	4	1,99	1,57	140	1,20	4,5	437,8	656,7	108,0	26	32	25	22	21	29	30	--	60,0	90,0	108,0

GAIA Servizi S.n.c. - Via Lenin, 132/Q - 56017 San Giuliano Terme (PI) - Tel/Fax: 050 9910582 - P.IVA: 01667250508

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT	2
riferimento	161004a
certificato n°	409/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	161004a		Data certificato: 05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Pagina: 1	
		Elaborato:	Falda: Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0	0	0,00	0,00		
0,40	60,0	73	0	60,00	0,87	69	1,5
0,60	41,0	69	0	41,00	1,87	22	4,6
0,80	30,0	59	0	30,00	1,97	15	6,6
1,00	33,0	60	0	33,00	1,80	18	5,5
1,20	17,0	30	0	17,00	0,87	20	5,1
1,40	20,0	34	0	20,00	0,93	22	4,7
1,60	21,0	40	0	21,00	1,27	17	6,0
1,80	22,0	44	0	22,00	1,47	15	6,7
2,00	23,0	42	0	23,00	1,27	18	5,5
2,20	26,0	45	0	26,00	1,27	20	4,9
2,40	24,0	46	0	24,00	1,47	16	6,1
2,60	24,0	45	0	24,00	1,40	17	5,8
2,80	18,0	33	0	18,00	1,00	18	5,6
3,00	19,0	28	0	19,00	0,60	32	3,2
3,20	27,0	41	0	27,00	0,93	29	3,4
3,40	31,0	53	0	31,00	1,47	21	4,7
3,60	32,0	60	0	32,00	1,87	17	5,8
3,80	31,0	57	0	31,00	1,73	18	5,6
4,00	32,0	61	0	32,00	1,93	17	6,0
4,20	36,0	63	0	36,00	1,80	20	5,0
4,40	34,0	63	0	34,00	1,93	18	5,7
4,60	30,0	60	0	30,00	2,00	15	6,7
4,80	43,0	76	0	43,00	2,20	20	5,1
5,00	52,0	84	0	52,00	2,13	24	4,1
5,20	52,0	90	0	52,00	2,53	21	4,9
5,40	42,0	83	0	42,00	2,77	15	6,6
5,60	43,0	80	0	43,00	2,47	17	5,7
5,80	47,0	83	0	47,00	2,40	20	5,1
6,00	40,0	73	0	40,00	2,20	18	5,5
6,20	37,0	73	0	37,00	2,42	15	6,5
6,40	32,0	60	0	32,00	1,87	17	5,8
6,60	30,0	60	0	30,00	2,00	15	6,7
6,80	31,0	55	0	31,00	1,60	19	5,2
7,00	33,0	52	0	33,00	1,27	26	3,8
7,20	34,0	58	0	34,00	1,60	21	4,7
7,40	36,0	60	0	36,00	1,60	23	4,4
7,60	35,0	64	0	35,00	1,93	18	5,5
7,80	34,0	64	0	34,00	2,00	17	5,9
8,00	33,0	55	0	33,00	1,47	22	4,5

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

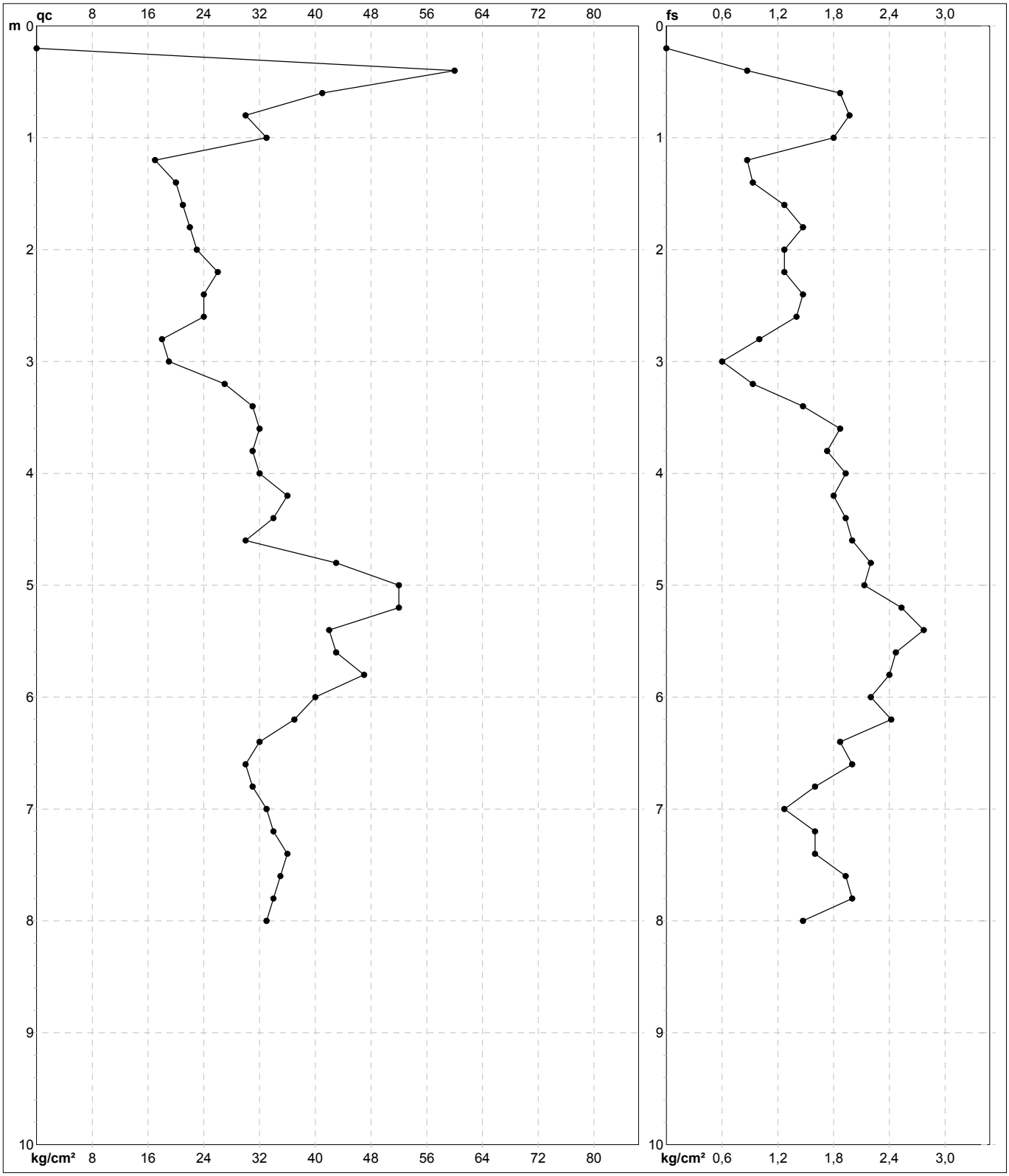
Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	2
riferimento	161004a
certificato n°	409/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	161004a	Scala: 1:50	Data certificato: 05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Pagina: 1	Quota inizio:
		Elaborato:	Falda: Non rilevata



Penetrometro:	TG63-200	Preforo:	m
Responsabile:	Geol. Jacopo Martini	Corr.astine:	kg/ml
Assistente:		Cod. punta:	

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

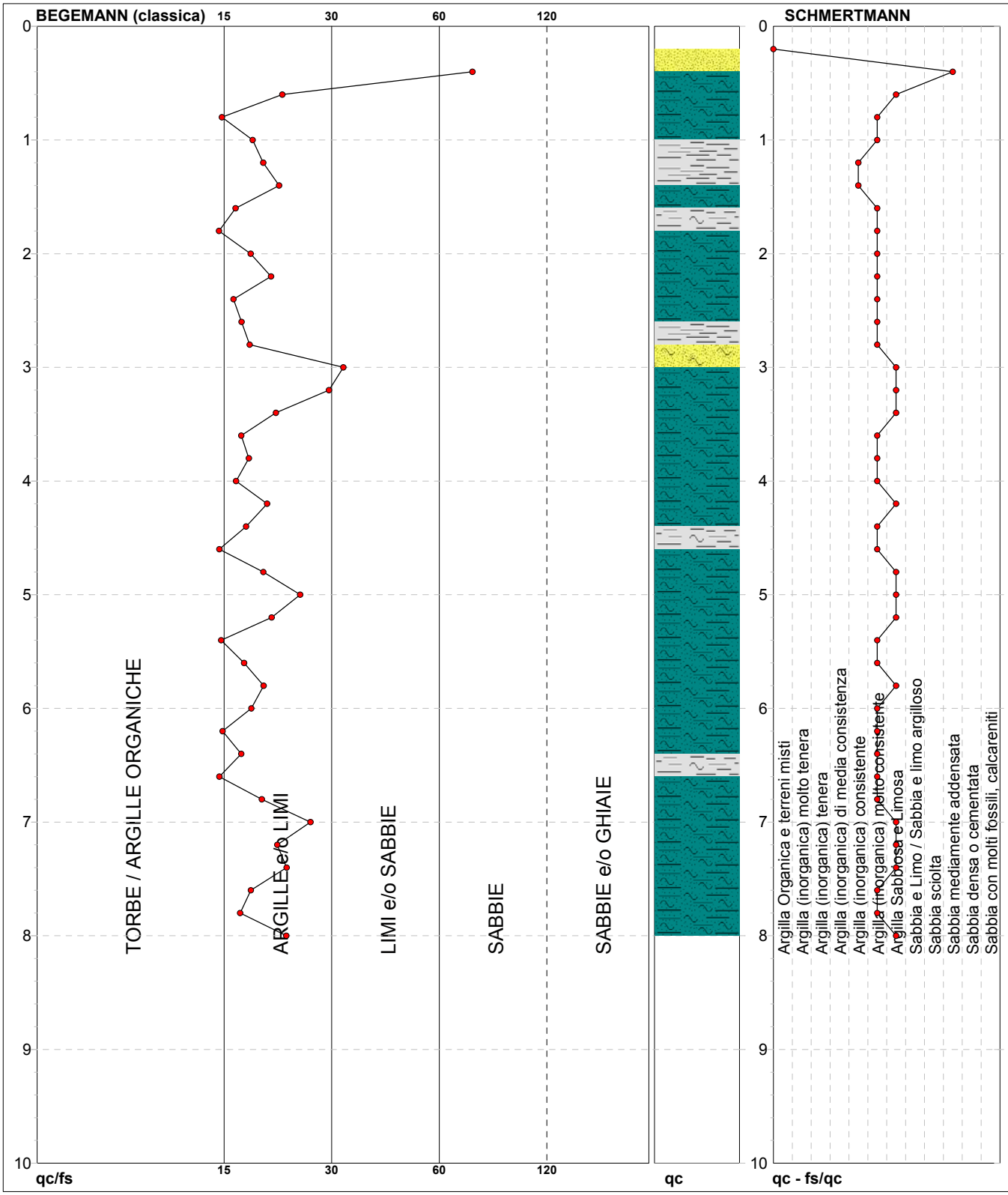
FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	2
riferimento	161004a
certificato n°	409/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine
Cantiere:	161004a
Località:	Campi Bisenzio (FI)

U.M.:	kg/cm²	Data esec.:	04/10/2016
Scala:	1:50	Data certificato:	05/10/2016
Pagina:	1		
Elaborato:		Falda:	Non rilevata



Torbe / Argille org. :	14 punti, 28,57%	Argilla (inorganica) consistente:	2 punti, 4,08%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	13 punti, 26,53%
Argille e/o Limi :	34 punti, 69,39%	Argilla (inorganica) molto consist.:	23 punti, 46,94%	Sabbia mediamente addensata:	1 punti, 2,04%
Limi e/o Sabbie :	1 punti, 2,04%				
Sabbie:	1 punti, 2,04%				

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT	2
riferimento	161004a
certificato n°	409/16

Committente:	**Geol. Gianfranco Chighine**	U.M.:	**kg/cm²**	Data esec.:	04/10/2016
Cantiere:	**161004a**			Data certificato:	05/10/2016
Località:	**Campi Bisenzio (FI)**	Pagina:	1		
		Elaborato:		Falda:	Non rilevata

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	øSc	øCa	øKo	øDB	øDM	øMe	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
0,20	--	--	? ? ?	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	60,00	68,97	3	1,93	0,08	104	--	--	--	--	--	100	42	43	41	38	45	32	--	100,0	150,0	180,0
0,60	41,00	21,93	4	2,00	0,12	100	1,37	99,9	232,3	348,5	123,0	94	41	39	36	34	42	30	--	68,3	102,5	123,0
0,80	30,00	15,23	4	1,96	0,15	98	1,00	64,6	170,0	255,0	90,0	76	39	36	33	31	40	29	--	50,0	75,0	90,0
1,00	33,00	18,33	4	1,97	0,19	102	1,10	54,8	187,0	280,5	99,0	74	38	35	32	30	39	29	--	55,0	82,5	99,0
1,20	17,00	19,54	2	1,97	0,23	88	0,72	25,8	123,0	184,5	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	20,00	21,51	4	1,93	0,27	95	0,80	24,1	136,0	204,0	60,0	48	35	31	28	26	35	27	--	33,3	50,0	60,0
1,60	21,00	16,54	4	1,93	0,31	96	0,82	21,2	140,0	210,0	63,0	47	35	31	28	26	35	27	--	35,0	52,5	63,0
1,80	22,00	14,97	4	1,93	0,35	103	0,85	19,0	143,8	215,8	66,0	46	34	30	27	26	34	28	--	36,7	55,0	66,0
2,00	23,00	18,11	4	1,94	0,39	104	0,87	17,2	147,5	221,3	69,0	45	34	30	27	25	34	28	--	38,3	57,5	69,0
2,20	26,00	20,47	4	1,95	0,43	105	0,93	16,6	157,9	236,8	78,0	46	35	30	27	25	34	28	--	43,3	65,0	78,0
2,40	24,00	16,33	4	1,94	0,47	107	0,89	14,1	151,1	226,7	72,0	42	34	29	26	25	33	28	--	40,0	60,0	72,0
2,60	24,00	17,14	4	1,94	0,50	108	0,89	12,7	151,1	226,7	72,0	40	34	29	26	24	33	28	--	40,0	60,0	72,0
2,80	18,00	18,00	2	1,98	0,54	99	0,75	9,4	130,1	195,2	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	19,00	31,67	4	1,92	0,58	105	0,78	9,0	138,2	207,2	58,1	28	32	27	24	22	31	27	--	31,7	47,5	57,0
3,20	27,00	29,03	4	1,95	0,62	116	0,95	10,6	161,1	241,6	81,0	39	33	29	25	24	32	28	--	45,0	67,5	81,0
3,40	31,00	21,09	4	1,97	0,66	120	1,03	11,0	175,7	263,5	93,0	42	34	29	26	24	33	29	--	51,7	77,5	93,0
3,60	32,00	17,11	4	1,97	0,70	121	1,07	10,6	181,3	272,0	96,0	42	34	29	26	24	33	29	--	53,3	80,0	96,0
3,80	31,00	17,92	4	1,97	0,74	122	1,03	9,5	177,8	266,8	93,0	39	33	28	25	24	32	29	--	51,7	77,5	93,0
4,00	32,00	16,58	4	1,97	0,78	123	1,07	9,3	185,8	278,7	96,0	39	33	28	25	24	32	29	--	53,3	80,0	96,0
4,20	36,00	20,00	4	1,99	0,82	128	1,20	10,1	204,0	306,0	108,0	42	34	29	25	24	32	30	--	60,0	90,0	108,0
4,40	34,00	17,62	4	1,98	0,86	125	1,13	8,9	203,4	305,1	102,0	39	33	28	25	23	32	29	--	56,7	85,0	102,0
4,60	30,00	15,00	4	1,96	0,90	126	1,00	7,2	223,1	334,7	90,0	33	33	27	24	23	31	29	--	50,0	75,0	90,0
4,80	43,00	19,55	4	2,00	0,94	137	1,43	10,7	243,7	365,5	129,0	45	34	29	26	24	33	30	--	71,7	107,5	129,0
5,00	52,00	24,41	4	2,01	0,98	144	1,73	12,8	294,7	442,0	156,0	50	35	30	26	25	33	31	--	86,7	130,0	156,0
5,20	52,00	20,55	4	2,01	1,02	145	1,73	12,2	294,7	442,0	156,0	49	35	29	26	25	33	31	--	86,7	130,0	156,0
5,40	42,00	15,16	4	2,00	1,06	136	1,40	8,9	250,7	376,1	126,0	41	34	28	25	23	32	30	--	70,0	105,0	126,0
5,60	43,00	17,41	4	2,00	1,10	140	1,43	8,8	260,1	390,2	129,0	41	34	28	25	23	32	30	--	71,7	107,5	129,0
5,80	47,00	19,58	4	2,01	1,14	144	1,57	9,4	271,9	407,9	141,0	43	34	28	25	24	32	31	--	78,3	117,5	141,0
6,00	40,00	18,18	4	2,00	1,18	138	1,33	7,3	290,8	436,2	120,0	36	33	27	24	23	31	30	--	66,7	100,0	120,0
6,20	37,00	15,29	4	1,99	1,22	135	1,23	6,4	316,0	474,0	111,0	33	33	27	24	22	30	30	--	61,7	92,5	111,0
6,40	32,00	17,11	4	1,97	1,26	132	1,07	5,1	345,8	518,7	96,0	27	32	26	23	21	29	29	--	53,3	80,0	96,0
6,60	30,00	15,00	4	1,96	1,30	132	1,00	4,5	361,4	542,2	90,0	24	31	25	22	21	29	29	--	50,0	75,0	90,0
6,80	31,00	19,38	4	1,97	1,34	133	1,03	4,6	372,3	558,5	93,0	25	31	25	22	21	29	29	--	51,7	77,5	93,0
7,00	33,00	25,98	4	1,97	1,38	134	1,10	4,7	382,0	573,0	99,0	26	32	26	22	21	29	29	--	55,0	82,5	99,0
7,20	34,00	21,25	4	1,98	1,42	134	1,13	4,8	393,0	589,4	102,0	26	32	26	22	21	29	29	--	56,7	85,0	102,0
7,40	36,00	22,50	4	1,99	1,45	139	1,20	4,9	402,2	603,3	108,0	28	32	26	22	21	29	30	--	60,0	90,0	108,0
7,60	35,00	18,13	4	1,98	1,49	139	1,17	4,6	416,1	624,2	105,0	26	32	25	22	21	29	29	--	58,3	87,5	105,0
7,80	34,00	17,00	4	1,98	1,53	136	1,13	4,3	428,4	642,6	102,0	24	31	25	22	21	29	29	--	56,7	85,0	102,0
8,00	33,00	22,45	4	1,97	1,57	136	1,10	4,0	438,9	658,3	99,0	23	31	25	22	20	28	29	--	55,0	82,5	99,0

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT	3
riferimento	161004a
certificato n°	410/16

Committente: **Geol. Gianfranco Chighine**
Cantiere: **161004a**
Località: **Campi Bisenzio (FI)**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: 1
Elaborato:

Data esec.: 04/10/2016
Data certificato: 05/10/2016
Falda: Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0	0	0,00	0,00		
0,40	31,0	44	0	31,00	0,87	36	2,8
0,60	35,0	55	0	35,00	1,33	26	3,8
0,80	18,0	35	0	18,00	1,11	16	6,2
1,00	18,0	35	0	18,00	1,17	15	6,5
1,20	16,0	31	0	16,00	1,03	16	6,4
1,40	17,0	33	0	17,00	1,04	16	6,1
1,60	14,0	28	0	14,00	0,92	15	6,6
1,80	23,0	36	0	23,00	0,87	26	3,8
2,00	24,0	41	0	24,00	1,13	21	4,7
2,20	20,0	40	0	20,00	1,30	15	6,5
2,40	18,0	34	0	18,00	1,07	17	5,9
2,60	18,0	31	0	18,00	0,87	21	4,8
2,80	20,0	33	0	20,00	0,87	23	4,4
3,00	23,0	38	0	23,00	1,00	23	4,3
3,20	24,0	44	0	24,00	1,33	18	5,5
3,40	30,0	49	0	30,00	1,27	24	4,2
3,60	30,0	48	0	30,00	1,20	25	4,0
3,80	32,0	60	0	32,00	1,87	17	5,8
4,00	31,0	60	0	31,00	1,93	16	6,2
4,20	36,0	60	0	36,00	1,60	23	4,4
4,40	31,0	58	0	31,00	1,80	17	5,8
4,60	31,0	58	0	31,00	1,80	17	5,8
4,80	35,0	63	0	35,00	1,87	19	5,3
5,00	34,0	64	0	34,00	2,00	17	5,9
5,20	33,0	66	0	33,00	2,21	15	6,7
5,40	33,0	62	0	33,00	1,93	17	5,8
5,60	33,0	63	0	33,00	2,00	17	6,1
5,80	37,0	64	0	37,00	1,80	21	4,9
6,00	36,0	62	0	36,00	1,73	21	4,8
6,20	35,0	62	0	35,00	1,80	19	5,1
6,40	35,0	65	0	35,00	2,00	18	5,7
6,60	36,0	60	0	36,00	1,60	23	4,4
6,80	33,0	55	0	33,00	1,47	22	4,5
7,00	40,0	68	0	40,00	1,87	21	4,7
7,20	39,0	64	0	39,00	1,67	23	4,3
7,40	30,0	57	0	30,00	1,80	17	6,0
7,60	36,0	60	0	36,00	1,60	23	4,4
7,80	34,0	61	0	34,00	1,80	19	5,3
8,00	40,0	68	0	40,00	1,87	21	4,7

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

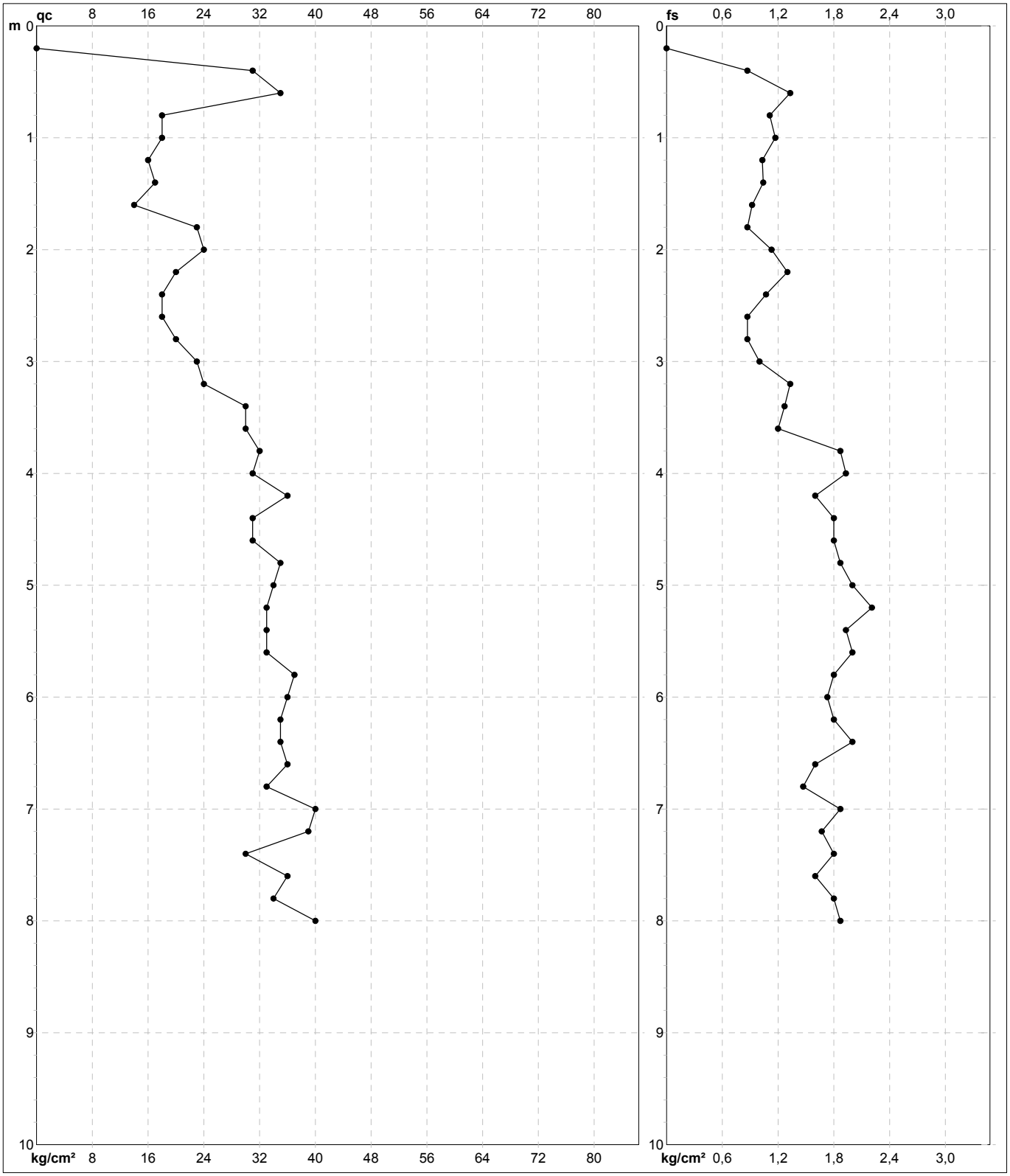
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

GAIA Servizi S.n.c. - Via Lenin, 132/Q - 56017 San Giuliano Terme (PI) - Tel/Fax: 050 9910582 - P.IVA: 01667250508

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	3
riferimento	161004a
certificato n°	410/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	161004a	Scala: 1:50	Data certificato: 05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Pagina: 1	Quota inizio:
		Elaborato:	Falda: Non rilevata



		Penetrometro: TG63-200	Preforo: m
		Responsabile: Geol. Jacopo Martini	Corr.astine: kg/ml
		Assistente:	Cod. punta:

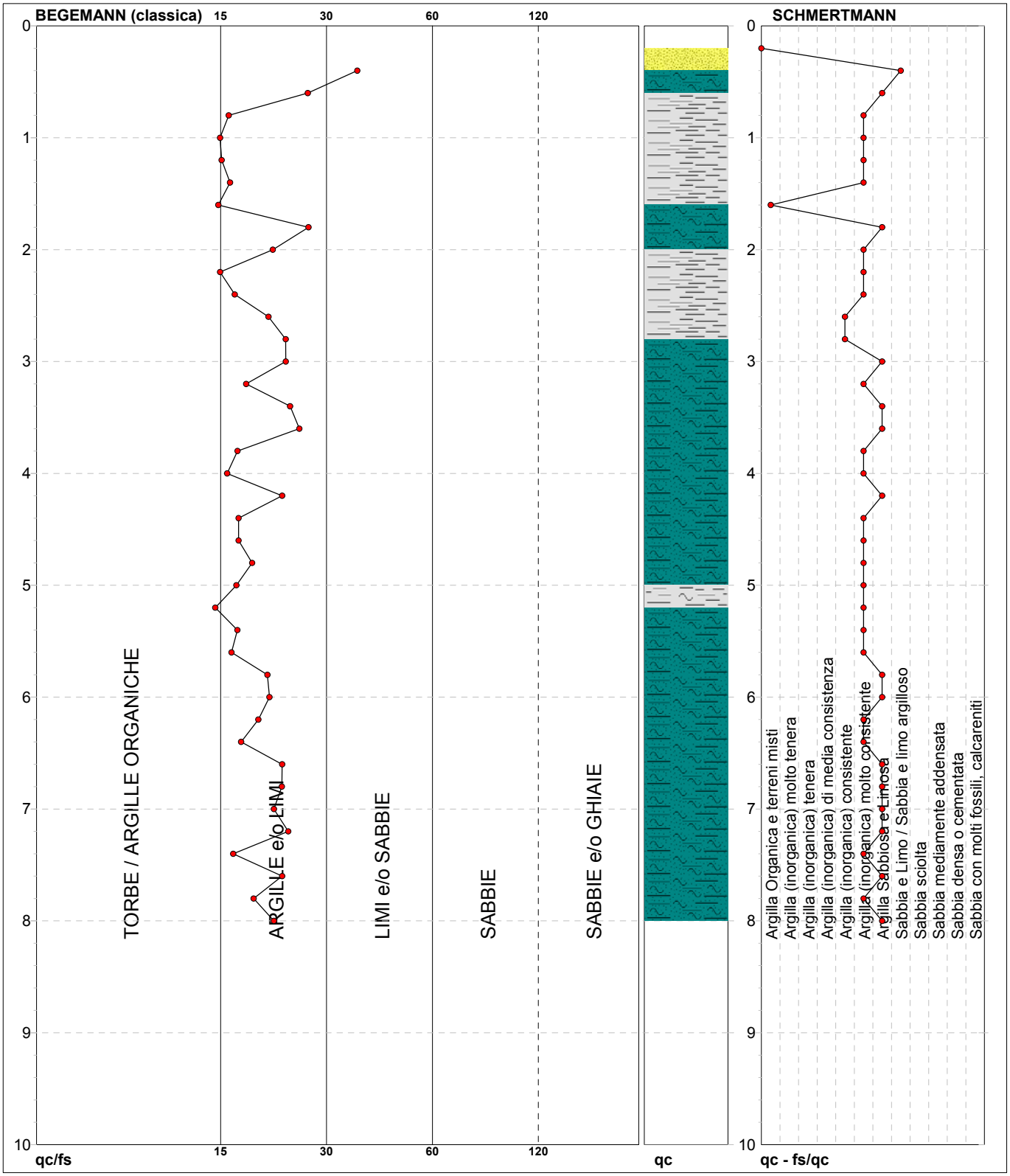
Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820 FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	3
riferimento	161004a
certificato n°	410/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine
Cantiere:	161004a
Località:	Campi Bisenzio (FI)

U.M.:	kg/cm²	Data esec.:	04/10/2016
Scala:	1:50	Data certificato:	05/10/2016
Pagina:	1		
Elaborato:		Falda:	Non rilevata



Torbe / Argille org. :	12 punti, 24,49%	Argilla Organica e terreni misti:	1 punti, 2,04%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	14 punti, 28,57%
Argille e/o Limi :	37 punti, 75,51%	Argilla (inorganica) consistente:	2 punti, 4,08%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	1 punti, 2,04%
Limi e/o Sabbie :	1 punti, 2,04%	Argilla (inorganica) molto consist.:	21 punti, 42,86%		

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT	3
riferimento	161004a
certificato n°	410/16

Committente:	**Geol. Gianfranco Chighine**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	**161004a**		Data certificato: 05/10/2016
Località:	**Campi Bisenzio (FI)**	Pagina: 1	
		Elaborato:	Falda: Non rilevata

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	øSc	øCa	øKo	øDB	øDM	øMe	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
0,20	--	--	? ? ?	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	31,00	35,63	3	1,88	0,07	79	--	--	--	--	--	95	41	40	37	35	43	29	--	51,7	77,5	93,0
0,60	35,00	26,32	4	1,98	0,11	97	1,17	99,9	198,3	297,5	105,0	89	40	38	36	33	42	29	--	58,3	87,5	105,0
0,80	18,00	16,22	2	1,98	0,15	83	0,75	45,5	127,5	191,3	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18,00	15,38	2	1,98	0,19	85	0,75	34,2	127,5	191,3	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	16,00	15,53	2	1,96	0,23	88	0,70	24,7	118,3	177,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	17,00	16,35	2	1,97	0,27	89	0,72	21,3	123,0	184,5	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	14,00	15,22	2	1,94	0,31	91	0,64	15,4	108,2	162,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	23,00	26,44	4	1,94	0,35	103	0,87	19,6	147,5	221,3	69,0	47	35	31	28	26	35	28	--	38,3	57,5	69,0
2,00	24,00	21,24	4	1,94	0,39	104	0,89	17,7	151,1	226,7	72,0	46	34	30	27	26	34	28	--	40,0	60,0	72,0
2,20	20,00	15,38	4	1,93	0,43	101	0,80	13,8	136,0	204,0	60,0	37	33	29	26	24	33	27	--	33,3	50,0	60,0
2,40	18,00	16,82	2	1,98	0,47	96	0,75	11,4	127,5	191,3	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	18,00	20,69	2	1,98	0,51	98	0,75	10,3	127,5	191,3	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	20,00	22,99	4	1,93	0,54	104	0,80	10,2	136,0	204,0	60,0	32	32	28	25	23	31	27	--	33,3	50,0	60,0
3,00	23,00	23,00	4	1,94	0,58	110	0,87	10,3	147,5	221,3	69,0	35	33	28	25	23	32	28	--	38,3	57,5	69,0
3,20	24,00	18,05	4	1,94	0,62	111	0,89	9,8	151,6	227,4	72,0	35	33	28	25	23	32	28	--	40,0	60,0	72,0
3,40	30,00	23,62	4	1,96	0,66	120	1,00	10,5	170,0	255,0	90,0	41	34	29	26	24	33	29	--	50,0	75,0	90,0
3,60	30,00	25,00	4	1,96	0,70	121	1,00	9,8	170,6	255,9	90,0	39	34	28	25	24	32	29	--	50,0	75,0	90,0
3,80	32,00	17,11	4	1,97	0,74	122	1,07	9,9	181,5	272,3	96,0	40	34	28	25	24	32	29	--	53,3	80,0	96,0
4,00	31,00	16,06	4	1,97	0,78	123	1,03	8,9	184,6	277,0	93,0	38	33	28	25	23	32	29	--	51,7	77,5	93,0
4,20	36,00	22,50	4	1,99	0,82	128	1,20	10,1	204,0	306,0	108,0	42	34	29	25	24	32	30	--	60,0	90,0	108,0
4,40	31,00	17,22	4	1,97	0,86	125	1,03	7,9	206,6	309,9	93,0	35	33	28	24	23	31	29	--	51,7	77,5	93,0
4,60	31,00	17,22	4	1,97	0,90	126	1,03	7,5	219,8	329,7	93,0	34	33	27	24	23	31	29	--	51,7	77,5	93,0
4,80	35,00	18,72	4	1,98	0,94	130	1,17	8,3	223,4	335,1	105,0	37	33	28	25	23	31	29	--	58,3	87,5	105,0
5,00	34,00	17,00	4	1,98	0,98	127	1,13	7,6	238,4	357,7	102,0	35	33	27	24	23	31	29	--	56,7	85,0	102,0
5,20	33,00	14,93	4	1,97	1,02	128	1,10	6,9	255,9	383,8	99,0	33	33	27	24	22	31	29	--	55,0	82,5	99,0
5,40	33,00	17,10	4	1,97	1,06	129	1,10	6,6	270,5	405,7	99,0	33	33	27	24	22	30	29	--	55,0	82,5	99,0
5,60	33,00	16,50	4	1,97	1,10	129	1,10	6,3	285,1	427,7	99,0	32	32	27	24	22	30	29	--	55,0	82,5	99,0
5,80	37,00	20,56	4	1,99	1,13	134	1,23	7,0	285,3	427,9	111,0	35	33	27	24	22	31	30	--	61,7	92,5	111,0
6,00	36,00	20,81	4	1,99	1,17	134	1,20	6,4	303,6	455,4	108,0	33	33	27	24	22	30	30	--	60,0	90,0	108,0
6,20	35,00	19,44	4	1,98	1,21	135	1,17	6,0	321,8	482,7	105,0	31	32	26	23	22	30	29	--	58,3	87,5	105,0
6,40	35,00	17,50	4	1,98	1,25	136	1,17	5,7	336,1	504,2	105,0	30	32	26	23	22	30	29	--	58,3	87,5	105,0
6,60	36,00	22,50	4	1,99	1,29	136	1,20	5,7	347,1	520,7	108,0	31	32	26	23	22	30	30	--	60,0	90,0	108,0
6,80	33,00	22,45	4	1,97	1,33	133	1,10	4,9	368,5	552,8	99,0	27	32	26	22	21	29	29	--	55,0	82,5	99,0
7,00	40,00	21,39	4	2,00	1,37	141	1,33	6,1	362,4	543,6	120,0	33	33	27	23	22	30	30	--	66,7	100,0	120,0
7,20	39,00	23,35	4	2,00	1,41	142	1,30	5,7	380,2	570,3	117,0	31	32	26	23	22	30	30	--	65,0	97,5	117,0
7,40	30,00	16,67	4	1,96	1,45	135	1,00	3,9	406,5	609,7	90,0	22	31	25	22	20	28	29	--	50,0	75,0	90,0
7,60	36,00	22,50	4	1,99	1,49	139	1,20	4,8	414,0	621,1	108,0	27	32	26	22	21	29	30	--	60,0	90,0	108,0
7,80	34,00	18,89	4	1,98	1,53	136	1,13	4,3	427,7	641,5	102,0	25	31	25	22	21	29	29	--	56,7	85,0	102,0
8,00	40,00	21,39	4	2,00	1,57	144	1,33	5,1	432,1	648,2	120,0	29	32	26	23	21	29	30	--	66,7	100,0	120,0

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT	4
riferimento	161004a
certificato n°	411/16

Committente: **Geol. Gianfranco Chighine**
Cantiere: **161004a**
Località: **Campi Bisenzio (FI)**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: 1
Elaborato:

Data esec.: 04/10/2016
Data certificato: 05/10/2016
Falda: Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0	0	0,00	0,00		
0,40	35,0	40	0	35,00	0,33	106	0,9
0,60	28,0	43	0	28,00	1,00	28	3,6
0,80	15,0	29	0	15,00	0,94	16	6,3
1,00	9,0	18	0	9,00	0,57	16	6,3
1,20	7,0	12	0	7,00	0,33	21	4,7
1,40	17,0	21	0	17,00	0,26	65	1,5
1,60	20,0	28	0	20,00	0,53	38	2,7
1,80	20,0	37	0	20,00	1,15	17	5,8
2,00	21,0	41	0	21,00	1,33	16	6,3
2,20	21,0	40	0	21,00	1,27	17	6,0
2,40	20,0	40	0	20,00	1,33	15	6,7
2,60	20,0	35	0	20,00	1,00	20	5,0
2,80	26,0	43	0	26,00	1,13	23	4,3
3,00	24,0	45	0	24,00	1,37	18	5,7
3,20	28,0	43	0	28,00	1,00	28	3,6
3,40	31,0	46	0	31,00	1,00	31	3,2
3,60	29,0	51	0	29,00	1,47	20	5,1
3,80	31,0	54	0	31,00	1,53	20	4,9
4,00	30,0	56	0	30,00	1,73	17	5,8
4,20	31,0	56	0	31,00	1,67	19	5,4
4,40	29,0	55	0	29,00	1,73	17	6,0
4,60	33,0	58	0	33,00	1,67	20	5,1
4,80	44,0	67	0	44,00	1,53	29	3,5
5,00	50,0	75	0	50,00	1,67	30	3,3
5,20	36,0	68	0	36,00	2,12	17	5,9
5,40	32,0	60	0	32,00	1,87	17	5,8
5,60	31,0	61	0	31,00	2,00	16	6,5
5,80	32,0	52	0	32,00	1,33	24	4,2
6,00	33,0	57	0	33,00	1,60	21	4,8
6,20	28,0	52	0	28,00	1,60	18	5,7
6,40	30,0	49	0	30,00	1,27	24	4,2
6,60	38,0	57	0	38,00	1,27	30	3,3
6,80	32,0	55	0	32,00	1,53	21	4,8
7,00	34,0	64	0	34,00	2,00	17	5,9
7,20	35,0	57	0	35,00	1,47	24	4,2
7,40	32,0	57	0	32,00	1,67	19	5,2
7,60	33,0	52	0	33,00	1,27	26	3,8
7,80	36,0	60	0	36,00	1,60	23	4,4
8,00	39,0	63	0	39,00	1,60	24	4,1

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %

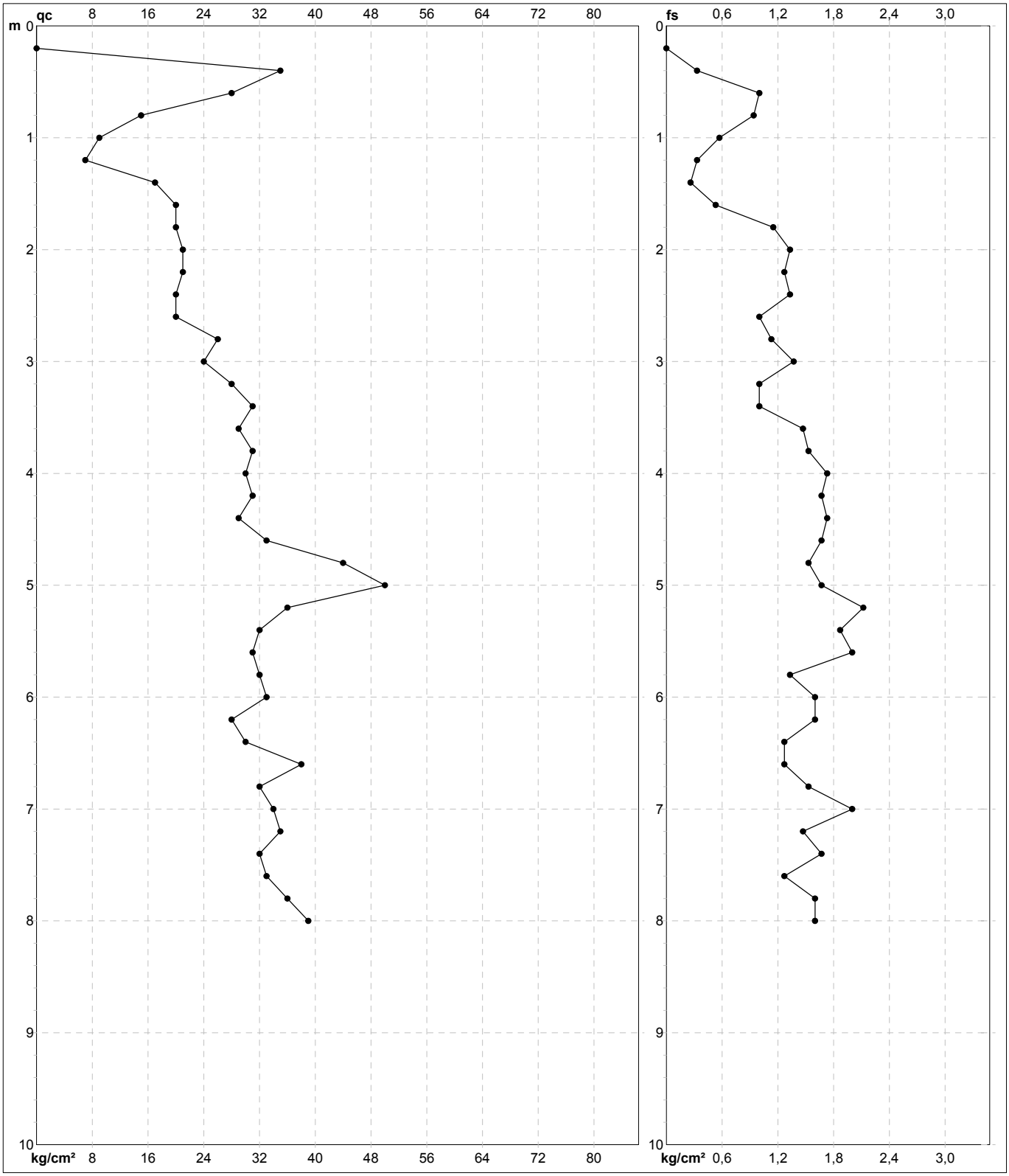
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	4
riferimento	161004a
certificato n°	411/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	161004a	Scala: 1:50	Data certificato: 05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Pagina: 1	Quota inizio:
		Elaborato:	Falda: Non rilevata



Penetrometro:	TG63-200	Preforo:	m
Responsabile:	Geol. Jacopo Martini	Corr.astine:	kg/ml
Assistente:			
		Cod. punta:	

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

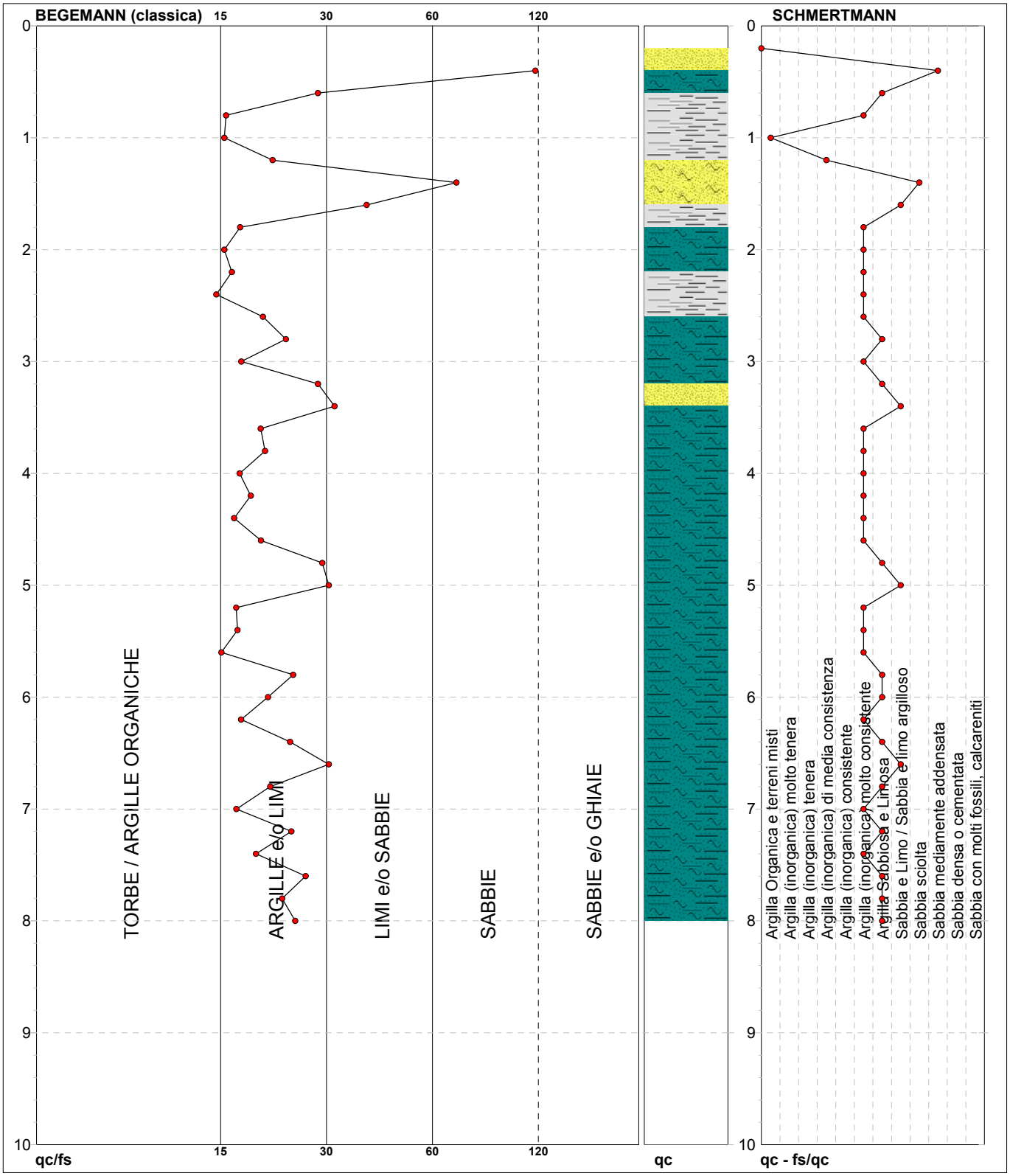
FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	4
riferimento	161004a
certificato n°	411/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine
Cantiere:	161004a
Località:	Campi Bisenzio (FI)

U.M.:	kg/cm²	Data esec.:	04/10/2016
Scala:	1:50	Data certificato:	05/10/2016
Pagina:	1		
Elaborato:		Falda:	Non rilevata



Torbe / Argille org. :	11 punti, 22,45%	Argilla Organica e terreni misti:	1 punti, 2,04%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	12 punti, 24,49%
Argille e/o Limi :	35 punti, 71,43%	Argilla (inorganica) media consist.:	1 punti, 2,04%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	4 punti, 8,16%
Limi e/o Sabbie :	2 punti, 4,08%	Argilla (inorganica) molto consist.:	19 punti, 38,78%	Sabbia sciolta:	1 punti, 2,04%
Sabbie:	2 punti, 4,08%			Sabbia mediamente addensata:	1 punti, 2,04%

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT	4
riferimento	161004a
certificato n°	411/16

Committente:	**Geol. Gianfranco Chighine**	U.M.:	**kg/cm²**	Data esec.:	04/10/2016
Cantiere:	**161004a**			Data certificato:	05/10/2016
Località:	**Campi Bisenzio (FI)**	Pagina:	1		
		Elaborato:		Falda:	Non rilevata

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ '	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	øSc	øCa	øKo	øDB	øDM	øMe	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
0,20	--	--	? ? ?	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	35,00	106,06	3	1,89	0,07	81	--	--	--	--	--	99	42	40	38	35	44	29	--	58,3	87,5	105,0
0,60	28,00	28,00	4	1,96	0,11	91	0,97	90,9	164,1	246,2	84,0	81	39	37	34	32	41	28	--	46,7	70,0	84,0
0,80	15,00	15,96	2	1,95	0,15	83	0,67	39,6	113,3	170,0	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	9,00	15,79	2	1,88	0,19	72	0,45	18,4	76,5	114,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	7,00	21,21	2	1,84	0,23	73	0,35	10,8	59,5	89,3	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	17,00	65,38	4	1,91	0,27	89	0,72	22,0	123,0	184,5	54,1	43	34	30	27	26	34	27	--	28,3	42,5	51,0
1,60	20,00	37,74	4	1,93	0,30	96	0,80	21,1	136,0	204,0	60,0	46	34	31	28	26	35	27	--	33,3	50,0	60,0
1,80	20,00	17,39	4	1,93	0,34	98	0,80	18,1	136,0	204,0	60,0	43	34	30	27	25	34	27	--	33,3	50,0	60,0
2,00	21,00	15,79	4	1,93	0,38	99	0,82	16,5	140,0	210,0	63,0	42	34	30	27	25	34	27	--	35,0	52,5	63,0
2,20	21,00	16,54	4	1,93	0,42	101	0,82	14,6	140,0	210,0	63,0	40	34	29	26	25	33	27	--	35,0	52,5	63,0
2,40	20,00	15,04	4	1,93	0,46	102	0,80	12,6	136,0	204,0	60,0	36	33	29	25	24	32	27	--	33,3	50,0	60,0
2,60	20,00	20,00	4	1,93	0,50	103	0,80	11,4	136,0	204,0	60,0	34	33	28	25	23	32	27	--	33,3	50,0	60,0
2,80	26,00	23,01	4	1,95	0,54	109	0,93	12,5	157,9	236,8	78,0	41	34	29	26	24	33	28	--	43,3	65,0	78,0
3,00	24,00	17,52	4	1,94	0,57	110	0,89	10,8	151,1	226,7	72,0	36	33	28	25	24	32	28	--	40,0	60,0	72,0
3,20	28,00	28,00	4	1,96	0,61	115	0,97	11,1	164,1	246,2	84,0	40	34	29	26	24	33	28	--	46,7	70,0	84,0
3,40	31,00	31,00	3	1,88	0,65	107	--	--	--	--	--	42	34	29	26	24	33	29	--	51,7	77,5	93,0
3,60	29,00	19,73	4	1,96	0,69	117	0,98	9,8	167,8	251,7	87,0	38	33	28	25	24	32	29	--	48,3	72,5	87,0
3,80	31,00	20,26	4	1,97	0,73	122	1,03	9,7	176,7	265,1	93,0	39	34	28	25	24	32	29	--	51,7	77,5	93,0
4,00	30,00	17,34	4	1,96	0,77	123	1,00	8,7	182,1	273,1	90,0	37	33	28	25	23	32	29	--	50,0	75,0	90,0
4,20	31,00	18,56	4	1,97	0,81	124	1,03	8,5	191,6	287,5	93,0	37	33	28	25	23	32	29	--	51,7	77,5	93,0
4,40	29,00	16,76	4	1,96	0,85	121	0,98	7,6	206,8	310,2	87,0	33	33	27	24	23	31	29	--	48,3	72,5	87,0
4,60	33,00	19,76	4	1,97	0,89	126	1,10	8,2	211,5	317,3	99,0	37	33	28	25	23	31	29	--	55,0	82,5	99,0
4,80	44,00	28,76	4	2,00	0,93	137	1,47	11,1	249,3	374,0	132,0	46	34	29	26	24	33	31	--	73,3	110,0	132,0
5,00	50,00	29,94	4	2,01	0,97	141	1,67	12,4	283,3	425,0	150,0	49	35	29	26	25	33	31	--	83,3	125,0	150,0
5,20	36,00	16,98	4	1,99	1,01	132	1,20	7,8	243,2	364,8	108,0	37	33	28	24	23	31	30	--	60,0	90,0	108,0
5,40	32,00	17,11	4	1,97	1,05	128	1,07	6,4	270,6	405,9	96,0	32	32	27	24	22	30	29	--	53,3	80,0	96,0
5,60	31,00	15,50	4	1,97	1,09	129	1,03	5,9	288,6	432,9	93,0	30	32	26	23	22	30	29	--	51,7	77,5	93,0
5,80	32,00	24,06	4	1,97	1,12	130	1,07	5,9	299,5	449,3	96,0	30	32	26	23	22	30	29	--	53,3	80,0	96,0
6,00	33,00	20,63	4	1,97	1,16	130	1,10	5,8	310,5	465,7	99,0	30	32	26	23	22	30	29	--	55,0	82,5	99,0
6,20	28,00	17,50	4	1,96	1,20	127	0,97	4,8	334,1	501,1	84,0	24	31	25	22	21	29	28	--	46,7	70,0	84,0
6,40	30,00	23,62	4	1,96	1,24	132	1,00	4,8	344,8	517,2	90,0	25	32	26	22	21	29	29	--	50,0	75,0	90,0
6,60	38,00	29,92	4	1,99	1,28	140	1,27	6,2	336,2	504,3	114,0	33	33	27	23	22	30	30	--	63,3	95,0	114,0
6,80	32,00	20,92	4	1,97	1,32	133	1,07	4,8	366,7	550,0	96,0	26	32	26	22	21	29	29	--	53,3	80,0	96,0
7,00	34,00	17,00	4	1,98	1,36	133	1,13	5,0	375,8	563,7	102,0	27	32	26	23	21	29	29	--	56,7	85,0	102,0
7,20	35,00	23,81	4	1,98	1,40	138	1,17	5,0	386,7	580,0	105,0	28	32	26	23	21	29	29	--	58,3	87,5	105,0
7,40	32,00	19,16	4	1,97	1,44	134	1,07	4,3	402,2	603,4	96,0	24	31	25	22	21	29	29	--	53,3	80,0	96,0
7,60	33,00	25,98	4	1,97	1,48	135	1,10	4,3	413,2	619,9	99,0	24	31	25	22	21	29	29	--	55,0	82,5	99,0
7,80	36,00	22,50	4	1,99	1,52	139	1,20	4,7	422,7	634,0	108,0	27	32	25	22	21	29	30	--	60,0	90,0	108,0
8,00	39,00	24,38	4	2,00	1,56	144	1,30	5,0	430,3	645,5	117,0	29	32	26	23	21	29	30	--	65,0	97,5	117,0

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT	5
riferimento	161004a
certificato n°	412/16

Committente: **Geol. Gianfranco Chighine**
Cantiere: **161004a**
Località: **Campi Bisenzio (FI)**

U.M.: **kg/cm²**
Pagina: 1
Elaborato:

Data esec.: 04/10/2016
Data certificato: 05/10/2016
Falda: Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0	0	0,00	0,00		
0,40	25,0	49	0	25,00	1,58	16	6,3
0,60	16,0	32	0	16,00	1,07	15	6,7
0,80	13,0	26	0	13,00	0,87	15	6,7
1,00	16,0	30	0	16,00	0,93	17	5,8
1,20	17,0	25	0	17,00	0,52	33	3,1
1,40	18,0	34	0	18,00	1,06	17	5,9
1,60	20,0	40	0	20,00	1,33	15	6,7
1,80	24,0	44	0	24,00	1,33	18	5,5
2,00	27,0	49	0	27,00	1,47	18	5,4
2,20	27,0	50	0	27,00	1,53	18	5,7
2,40	23,0	46	0	23,00	1,53	15	6,7
2,60	21,0	40	0	21,00	1,27	17	6,0
2,80	20,0	40	0	20,00	1,33	15	6,7
3,00	22,0	40	0	22,00	1,20	18	5,5
3,20	24,0	45	0	24,00	1,40	17	5,8
3,40	30,0	50	0	30,00	1,33	23	4,4
3,60	34,0	65	0	34,00	2,05	17	6,0
3,80	40,0	60	0	40,00	1,33	30	3,3
4,00	43,0	70	0	43,00	1,80	24	4,2
4,20	45,0	79	0	45,00	2,27	20	5,0
4,40	30,0	57	0	30,00	1,83	16	6,1
4,60	43,0	64	0	43,00	1,40	31	3,3
4,80	52,0	76	0	52,00	1,60	33	3,1
5,00	50,0	73	0	50,00	1,53	33	3,1
5,20	40,0	67	0	40,00	1,80	22	4,5
5,40	37,0	64	0	37,00	1,80	21	4,9
5,60	34,0	66	0	34,00	2,13	16	6,3
5,80	32,0	63	0	32,00	2,07	15	6,5
6,00	30,0	59	0	30,00	1,93	16	6,4
6,20	30,0	60	0	30,00	2,00	15	6,7
6,40	30,0	59	0	30,00	1,95	15	6,5
6,60	31,0	59	0	31,00	1,84	17	5,9
6,80	33,0	59	0	33,00	1,73	19	5,2
7,00	35,0	60	0	35,00	1,67	21	4,8
7,20	30,0	56	0	30,00	1,73	17	5,8
7,40	36,0	59	0	36,00	1,53	24	4,3
7,60	34,0	61	0	34,00	1,80	19	5,3
7,80	36,0	63	0	36,00	1,80	20	5,0
8,00	40,0	66	0	40,00	1,73	23	4,3

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %

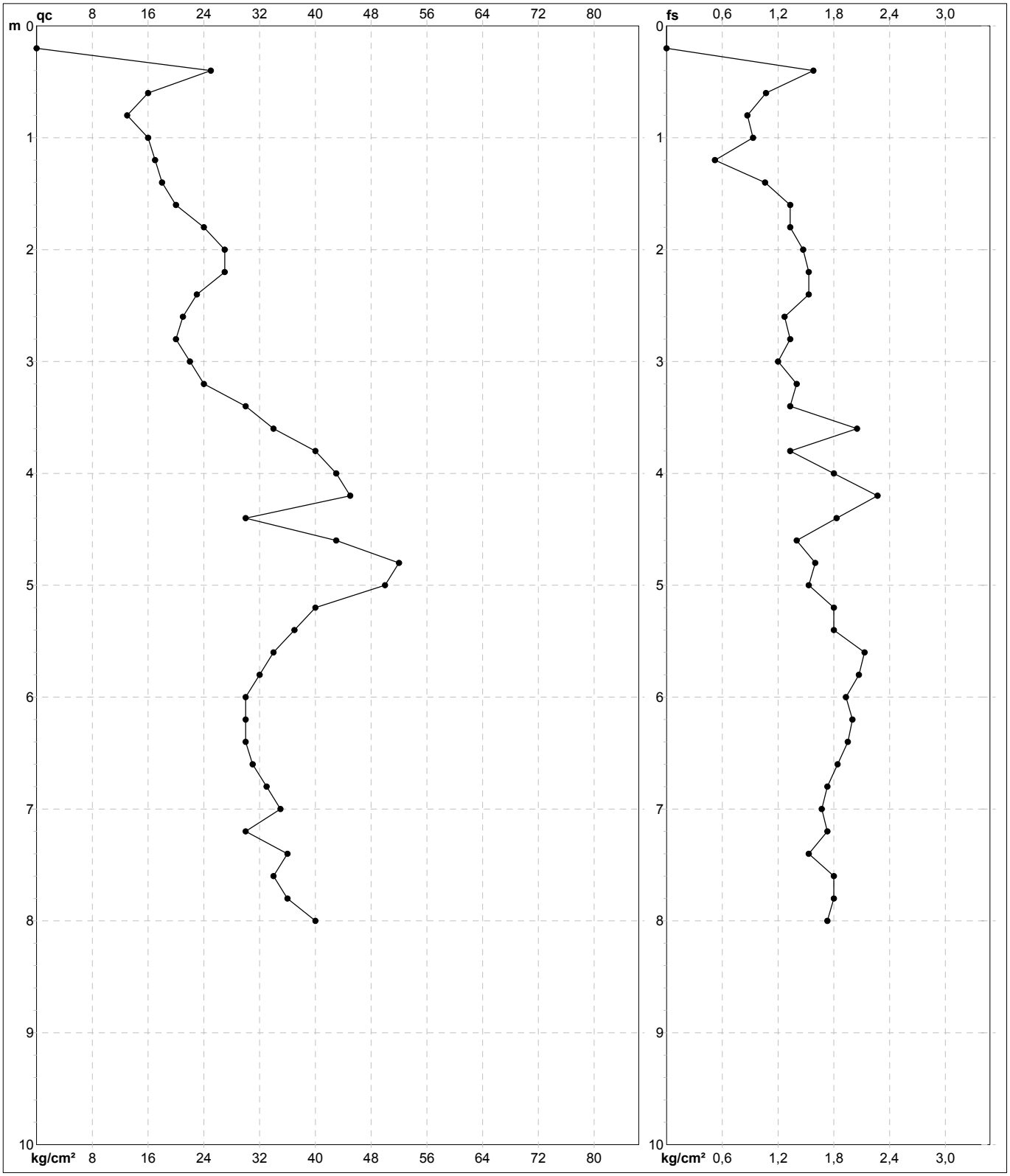
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

GAIA Servizi S.n.c. - Via Lenin, 132/Q - 56017 San Giuliano Terme (PI) - Tel/Fax: 050 9910582 - P.IVA: 01667250508

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT	5
riferimento	161004a
certificato n°	412/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	161004a	Scala: 1:50	Data certificato: 05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Pagina: 1	Quota inizio:
		Elaborato:	Falda: Non rilevata



Penetrometro:	TG63-200	Preforo:	m
Responsabile:	Geol. Jacopo Martini	Corr.astine:	kg/ml
Assistente:		Cod. punta:	

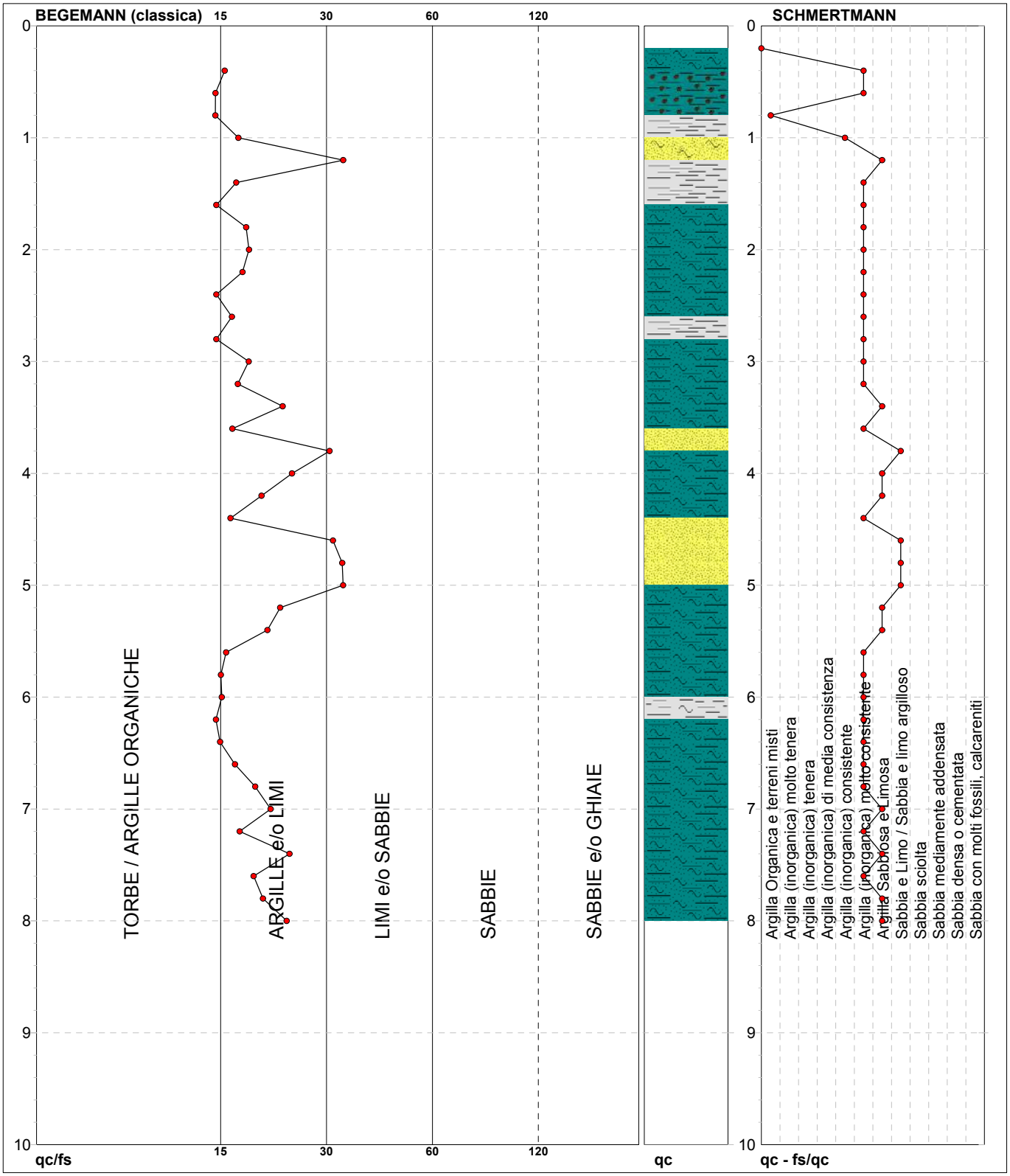
Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

FON059

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	5
riferimento	161004a
certificato n°	412/16

Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.:	kg/cm²	Data esec.:	04/10/2016
Cantiere:	161004a	Scala:	1:50	Data certificato:	05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Pagina:	1		
		Elaborato:		Falda:	Non rilevata



Torbe / Argille org. :	14 punti, 28,57%	Argilla Organica e terreni misti:	1 punti, 2,04%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	10 punti, 20,41%
Argille e/o Limi :	31 punti, 63,27%	Argilla (inorganica) consistente:	1 punti, 2,04%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	4 punti, 8,16%
Limi e/o Sabbie :	5 punti, 10,20%	Argilla (inorganica) molto consist.:	23 punti, 46,94%		

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT	5
riferimento	161004a
certificato n°	412/16

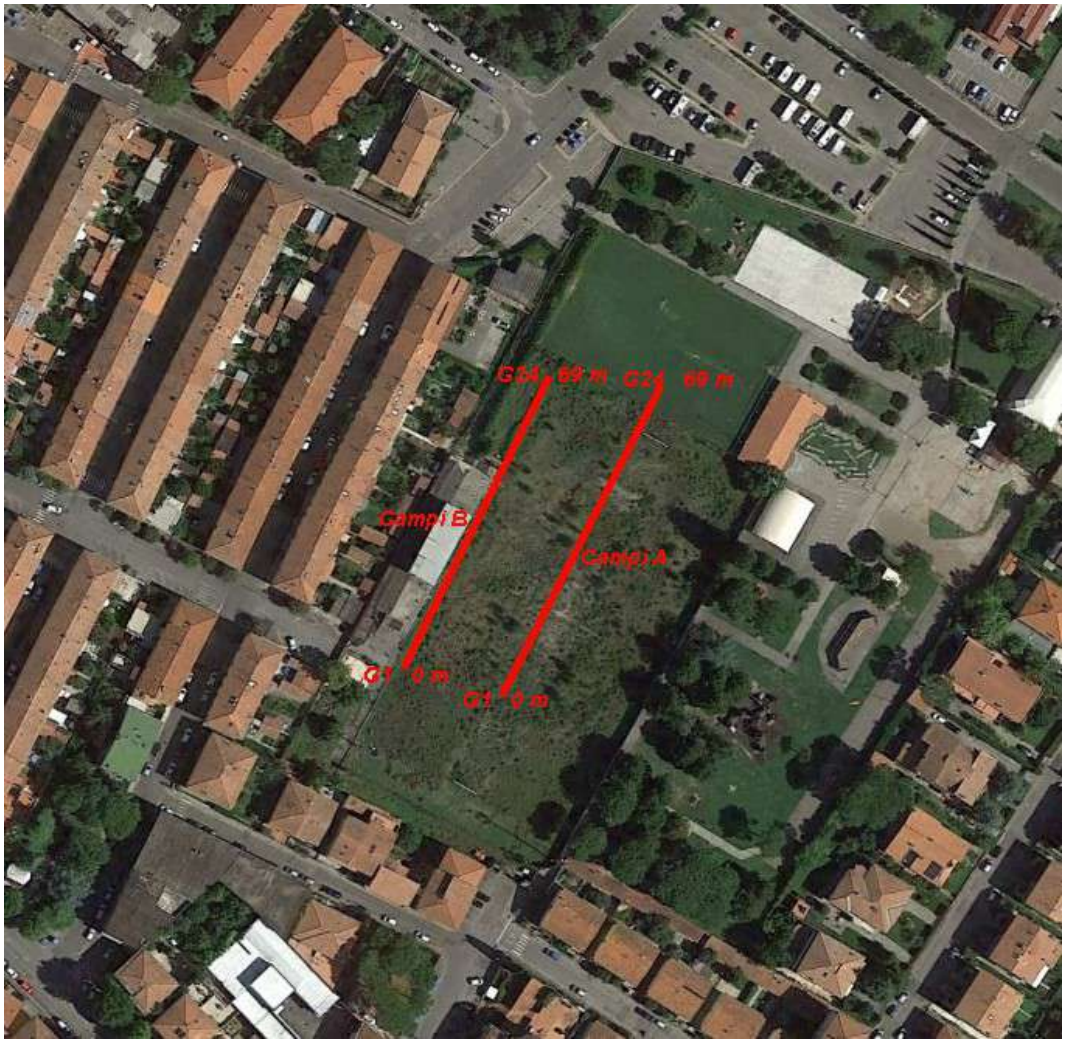
Committente:	Geol. Gianfranco Chighine	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 04/10/2016
Cantiere:	161004a	Pagina: 1	Data certificato: 05/10/2016
Località:	Campi Bisenzio (FI)	Elaborato:	Falda: Non rilevata

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE									
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	øSc	øCa	øKo	øDB	øDM	øMe	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
0,20	--	--	? ? ?	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	25,00	15,82	4	1,94	0,08	83	0,91	99,9	154,5	231,8	75,0	87	40	39	36	33	42	28	--	41,7	62,5	75,0
0,60	16,00	14,95	2	1,96	0,12	79	0,70	59,5	118,3	177,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	13,00	14,94	2	1,93	0,15	77	0,60	34,8	102,8	154,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	16,00	17,20	2	1,96	0,19	85	0,70	31,2	118,3	177,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	17,00	32,69	4	1,91	0,23	87	0,72	26,2	123,0	184,5	54,1	47	35	31	28	26	35	27	--	28,3	42,5	51,0
1,40	18,00	16,98	2	1,98	0,27	89	0,75	22,5	127,5	191,3	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	20,00	15,04	4	1,93	0,31	96	0,80	20,6	136,0	204,0	60,0	45	34	30	27	26	35	27	--	33,3	50,0	60,0
1,80	24,00	18,05	4	1,94	0,35	102	0,89	20,3	151,1	226,7	72,0	49	35	31	28	26	35	28	--	40,0	60,0	72,0
2,00	27,00	18,37	4	1,95	0,39	108	0,95	19,2	161,1	241,6	81,0	50	35	31	28	26	35	28	--	45,0	67,5	81,0
2,20	27,00	17,65	4	1,95	0,43	110	0,95	17,1	161,1	241,6	81,0	48	35	30	27	26	34	28	--	45,0	67,5	81,0
2,40	23,00	15,03	4	1,94	0,46	107	0,87	13,7	147,5	221,3	69,0	40	34	29	26	24	33	28	--	38,3	57,5	69,0
2,60	21,00	16,54	4	1,93	0,50	103	0,82	11,6	140,0	210,0	63,0	35	33	28	25	24	32	27	--	35,0	52,5	63,0
2,80	20,00	15,04	4	1,93	0,54	104	0,80	10,2	136,0	204,0	60,0	32	32	28	25	23	31	27	--	33,3	50,0	60,0
3,00	22,00	18,33	4	1,93	0,58	110	0,85	10,1	143,8	215,8	66,0	33	33	28	25	23	32	28	--	36,7	55,0	66,0
3,20	24,00	17,14	4	1,94	0,62	111	0,89	9,9	151,4	227,1	72,0	35	33	28	25	23	32	28	--	40,0	60,0	72,0
3,40	30,00	22,56	4	1,96	0,66	120	1,00	10,6	170,0	255,0	90,0	41	34	29	26	24	33	29	--	50,0	75,0	90,0
3,60	34,00	16,59	4	1,98	0,70	121	1,13	11,5	192,7	289,0	102,0	44	34	29	26	24	33	29	--	56,7	85,0	102,0
3,80	40,00	30,08	3	1,90	0,74	115	--	--	--	--	--	48	35	30	27	25	34	30	--	66,7	100,0	120,0
4,00	43,00	23,89	4	2,00	0,78	133	1,43	13,5	243,7	365,5	129,0	49	35	30	27	25	34	30	--	71,7	107,5	129,0
4,20	45,00	19,82	4	2,00	0,82	134	1,50	13,4	255,0	382,5	135,0	50	35	30	27	25	34	31	--	75,0	112,5	135,0
4,40	30,00	16,39	4	1,96	0,86	125	1,00	7,6	208,2	312,3	90,0	34	33	27	24	23	31	29	--	50,0	75,0	90,0
4,60	43,00	30,71	3	1,91	0,89	121	--	--	--	--	--	46	34	29	26	24	33	30	--	71,7	107,5	129,0
4,80	52,00	32,50	3	1,92	0,93	143	--	--	--	--	--	51	35	30	27	25	34	31	--	86,7	130,0	156,0
5,00	50,00	32,68	3	1,92	0,97	141	--	--	--	--	--	49	35	29	26	25	33	31	--	83,3	125,0	150,0
5,20	40,00	22,22	4	2,00	1,01	135	1,33	8,9	239,3	359,0	120,0	40	34	28	25	23	32	30	--	66,7	100,0	120,0
5,40	37,00	20,56	4	1,99	1,05	132	1,23	7,7	255,1	382,6	111,0	37	33	27	24	23	31	30	--	61,7	92,5	111,0
5,60	34,00	15,96	4	1,98	1,09	129	1,13	6,6	279,4	419,1	102,0	33	33	27	24	22	30	29	--	56,7	85,0	102,0
5,80	32,00	15,46	4	1,97	1,13	130	1,07	5,8	301,1	451,6	96,0	30	32	26	23	22	30	29	--	53,3	80,0	96,0
6,00	30,00	15,54	4	1,96	1,17	130	1,00	5,2	320,6	480,9	90,0	27	32	26	23	21	29	29	--	50,0	75,0	90,0
6,20	30,00	15,00	4	1,96	1,21	131	1,00	5,0	333,6	500,4	90,0	26	32	26	23	21	29	29	--	50,0	75,0	90,0
6,40	30,00	15,38	4	1,96	1,25	132	1,00	4,8	346,1	519,1	90,0	25	32	26	22	21	29	29	--	50,0	75,0	90,0
6,60	31,00	16,85	4	1,97	1,29	132	1,03	4,8	356,9	535,4	93,0	26	32	26	22	21	29	29	--	51,7	77,5	93,0
6,80	33,00	19,08	4	1,97	1,33	133	1,10	5,0	366,0	549,1	99,0	27	32	26	23	21	29	29	--	55,0	82,5	99,0
7,00	35,00	20,96	4	1,98	1,36	137	1,17	5,2	374,8	562,1	105,0	28	32	26	23	21	29	29	--	58,3	87,5	105,0
7,20	30,00	17,34	4	1,96	1,40	134	1,00	4,1	392,0	588,0	90,0	22	31	25	22	20	28	29	--	50,0	75,0	90,0
7,40	36,00	23,53	4	1,99	1,44	138	1,20	5,0	398,7	598,0	108,0	28	32	26	23	21	29	30	--	60,0	90,0	108,0
7,60	34,00	18,89	4	1,98	1,48	135	1,13	4,5	413,8	620,7	102,0	25	32	25	22	21	29	29	--	56,7	85,0	102,0
7,80	36,00	20,00	4	1,99	1,52	139	1,20	4,7	423,8	635,7	108,0	27	32	25	22	21	29	30	--	60,0	90,0	108,0
8,00	40,00	23,12	4	2,00	1,56	144	1,33	5,1	429,4	644,1	120,0	30	32	26	23	21	29	30	--	66,7	100,0	120,0

INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE CON ONDE P E MASW

SVOLTE IN VIA MASCAGNI,

COMUNE DI CAMPI BISENZIO (FI)



RAPPORTO INTERPRETATIVO

PREMESSA

Le presenti indagini indagini sismiche sono state eseguite con il metodo della rifrazione con onde P e analisi delle onde di superficie (masw) presso un terreno su cui saranno realizzati diversi fabbricati ad uso abitativo, in via Mascagni nel Comune di Campi Bisenzio (FI).

Lo scopo di tai indagini è ottenere informazioni sulla geometria dei vari strati presenti nel sottosuolo dell'area indagata e per fornire tutti gli elementi necessari alla determinazione dell'azione sismica di progetto ai sensi delle Norme Tecniche per le costruzioni.

Strumentazione utilizzata

le sorgenti utilizzate per generare le onde P e di superficie tipo Rayleigh (utilizzate nell'analisi MASW) consistono in un cannoncino esploditore caricato con cartucce cal. 8 di tipo industriale KILN ed in una massa battente da 10 kg. Il sistema di ricezione per le linee sismiche di superficie è essenzialmente composta da 24 geofoni verticali con frequenza propria a 4,5 Hz, in grado di tradurre in un segnale elettrico la velocità con cui si sposta il suolo al passaggio delle onde sismiche prodotte.

Il sistema di acquisizione è un sismografo Dolang mod. JEA 247 ESAC con memoria dinamica a 24 bit, attrezzato con 24 dataloggers a per canale, per un totale di 24 canali. Il sistema è in grado di convertire in digitale e di registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale del sistema di ricezione;

Come trigger è stato utilizzato un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta, oppure con la vibrazione provocata nell'istante in cui avviene l'esplosione nel cannoncino. L'impulso viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati in modo da individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione (tempo t = 0 millisec).

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

metodologia ed acquisizione

Il metodo sismico della rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche ed uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte: le onde analizzate sono queste ultime, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo di incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza.

I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche; il modello interpretativo del mezzo investigato è di tipo elastico, mentre la profondità totale di indagine è essenzialmente legata alla lunghezza dello stendimento dei geofoni.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P comincia con l'individuazione dei primi arrivi sui sismogrammi registrati, detta "picking", (eventualmente previa operazioni di filtraggio dei sismogrammi). Poi si è proceduto ad una prima elaborazione con il metodo GRM (Metodo Reciproco Generalizzato), ricostruendo un modello semplificato del sottosuolo in due o tre sismostrati. Infine è stata ricavata una sezione interpretativa che mostra l'andamento della velocità delle onde P nel sottosuolo, attraverso un algoritmo di inversione tomografica ai minimi quadrati non lineare. Questo ultimo metodo consiste nella creazione di un modello iniziale di velocità, su cui poi iterativamente tracciare il percorso dei raggi sismici (fronti d'onda), comparando le dromocrone calcolate con quelle misurate e modificando il modello, ripetendo più volte il processo di elaborazione (iterazioni) finchè la differenza è minima.

Nell'area d'intervento sono state eseguite due linee sismiche disposte come risulta visibile negli allegati fotografici riportati sul frontespizio e nell'ultima pagina. Di seguito si riporta in forma sintetica la configurazione spaziale e temporale delle due acquisizioni:

stesa Campi-A

lunghezza stendimento compresi end-shot: 75 m

lunghezza stendimento geofoni: 690 m

n° geofoni:24

distanza intergeofonica: 3 m

n° energizzazioni (shots): 5
posizione end shots: -3 m, 72 m
off set shots: no
posizione shots interni: 16,5 m – 34,5 m – 52,5 m
durata acquisizione 2048 msec
intervallo di campionamento 1 msec
n° di campioni per traccia 2048
max. frequenza campionabile 1000 Hz

stesa Campi-B
lunghezza stendimento compresi end-shot: 75 m
lunghezza stendimento geofoni: 690 m
n° geofoni:24
distanza intergeofonica: 3 m
n° energizzazioni (shots): 5
posizione end shots: -3 m, 72 m
off set shots: no
posizione shots interni: 16,5 m – 34,5 m – 52,5 m
durata acquisizione 2048 msec
intervallo di campionamento 1 msec
n° di campioni per traccia 2048
max. frequenza campionabile 1000 Hz

Risultati ottenuti

L'elaborazione con il metodo GRM ha fornito per entrambe le sezioni due modelli semplificati del sottosuolo assai simili tra loro, suddivisi in tre sismostrati. Osservando le sezioni allegate si evince che:

- Lo strato superficiale ha uno spessore di circa 1 m, con una Vp media di 250-300 m/sec, corrispondente a terreni poco consistenti;
- Il secondo sismostrato ed il terzo sismostrato corrispondo a terreni limo-argillosi di consistenza media, la Vp intorno a 1500 m/sec è tipica dei terreni argillosi saturi.

L'elaborazione tomografica dei primi arrivi delle onde P ha fornito due modelli più dettagliati dell'andamento delle Vp con la profondità, che sostanzialmente ricalcano le geometrie dei sismostrati sopra descritti senza rilevare "anomalie" caratterizzate da inversioni di velocità: si tratta di terreni con Vp tipiche di sedimenti di consistenza da moderata a media, in condizioni di saturazione a partire da circa 5 – 6 m di profondità.

INDAGINE MASW

metodologia ed acquisizione

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio S sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza dei vari geofoni posti lungo uno stendimento sulla superficie del suolo. Questa è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Nelle prospezioni sismiche la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh: queste sono onde cilindriche che viaggiano sulla superficie del semispazio, le cui due componenti del moto formano una ellisse nel piano verticale; in un semispazio omogeneo non sono dispersive e la loro velocità corrisponde a 0,92Vs, mentre in un semispazio disomogeneo come un terreno stratificato sono dispersive (cioè diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di gruppo) e di conseguenza la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra 0 e 0,92Vs. Ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (Vs) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione. Pertanto attraverso un algoritmo di inversione della curva di dispersione delle onde Rayleigh si può ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di velocità delle onde S con la profondità, e quindi si può determinare il parametro Vs30. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato

con strati paralleli ed orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicazione può essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiodi a 20°, sia della topografia che delle geometrie degli strati sepolti. I metodi basati sull'analisi delle onde di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati (come accade nella sismica a rifrazione) dalla presenza di inversioni della velocità.
La metodologia utilizzata consiste essenzialmente nel calcolare la curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio – tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi; poi si procede con la determinazione della curva di dispersione apparente numerica (Roma, 2001) e della curva di dispersione effettiva numerica (Lai – Rix, 1998), da cui in seguito si ottiene il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vsv. L'affidabilità del profilo di velocità calcolato con il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo fra la curva di dispersione sperimentale e quella numerica.
Le acquisizioni sono state effettuate utilizzando i sismogrammi già registrati per la sismica a rifrazione con un intervallo temporale sufficientemente lungo da permettere la registrazione non solo dei primi arrivi delle onde P rifratte ma anche delle onde di superficie tipo Rayleigh che vengono utilizzate come precedentemente descritto per ricavare il modello 1-D della Vs con la profondità.

Risultati ottenuti

Attraverso l'analisi dello spettro della curva di dispersione è stato possibile ottenere due modelli di velocita Vs visibili negli allegati, praticamente identici, da cui si evince che:

- La Vs dalla superficie fino a circa 4 m di profondità è stata misurata su 160 - 200 m/sec, rappresentativa di sedimenti dotati di una modesta rigidità;
- A partire da 4 m di profondità si superano i 220 m/sec, in progressivo aumento con la profondità ad indicare la presenza di terreni dotati di una rigidità in miglioramento;
- La vs non raggiunge mai valori elevati, come è tipico di questi depositi alluvionali, arrivando a valori intorno a 320 m/sec a 30 m di profondità.

Questi modelli di velocità (visibili negli allegati) permettono la determinazione del parametro $\mathbf{V_{S30}}$ attraverso la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{Vi}}$$

dove h è lo spessore dello strato i-esimo e V e la velocità delle onde S al suo interno. Nel caso in esame si ottiene

stesa campi-A V_{S30} = 250 m/sec

stesa campi-B V_{S30} = 272 m/sec

I valori di Vs30 sono molto simili, per entrambi la corrispondente categoria di suolo è la C ai sensi del D.M. 14/01/2008.

Lucca, 8 ottobre 2016

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA
DOTT. GEOL.
EDOARDO
GEMIGNANI
N. 1324
Sez. A

Allegati

Elaborati sismica a rifrazione

Stesa Campi-A:

1) Dromocrone
2) Elaborazione GRM
3) elaborazione tomografica

Stesa Campi-B:

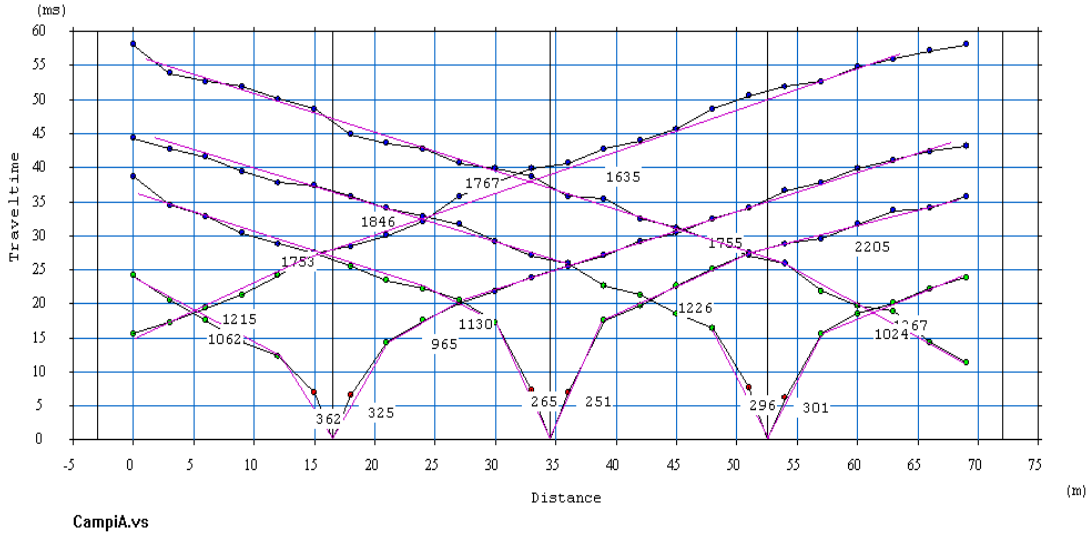
4) Dromocrone
5) Elaborazione GRM
6) elaborazione tomografica

Elaborati MASW

1) sismogramma utilizzato per l'elaborazione
2) spettro curva dispersione con picking
3) confronto fra la curva di dispersione ottenuta dal picking e grafico di attendibilità del modello generato dall'inversione
4) Modello Vs – profondità

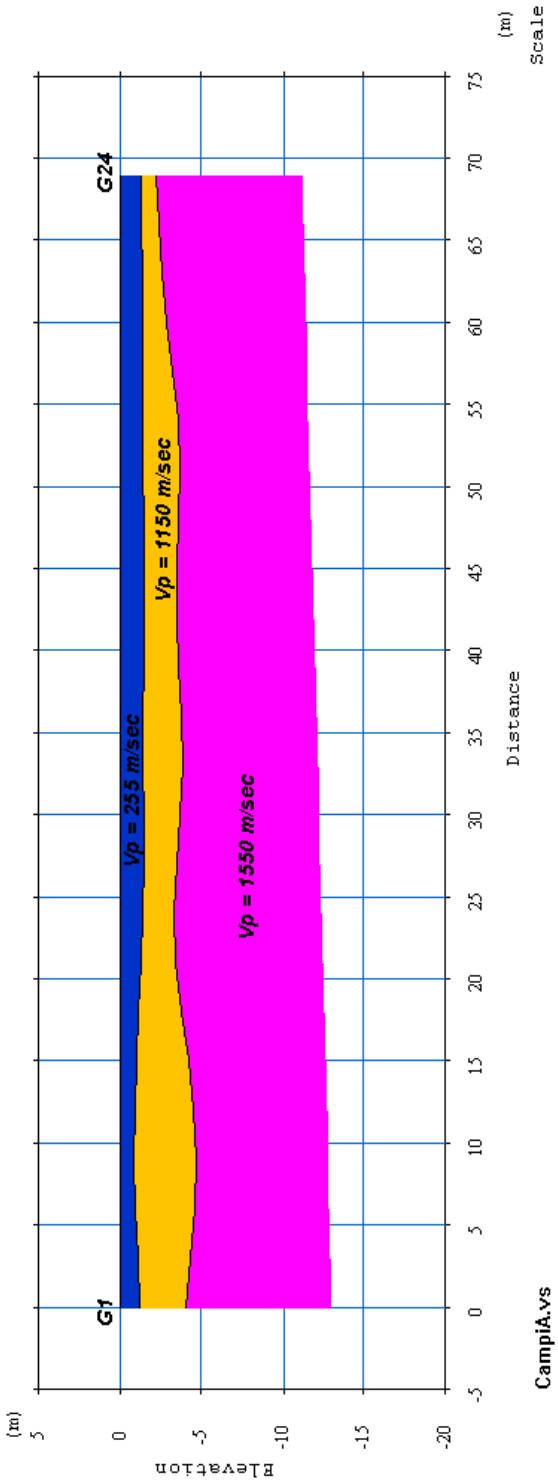
Stesa Campi-A

1) Dromocrone

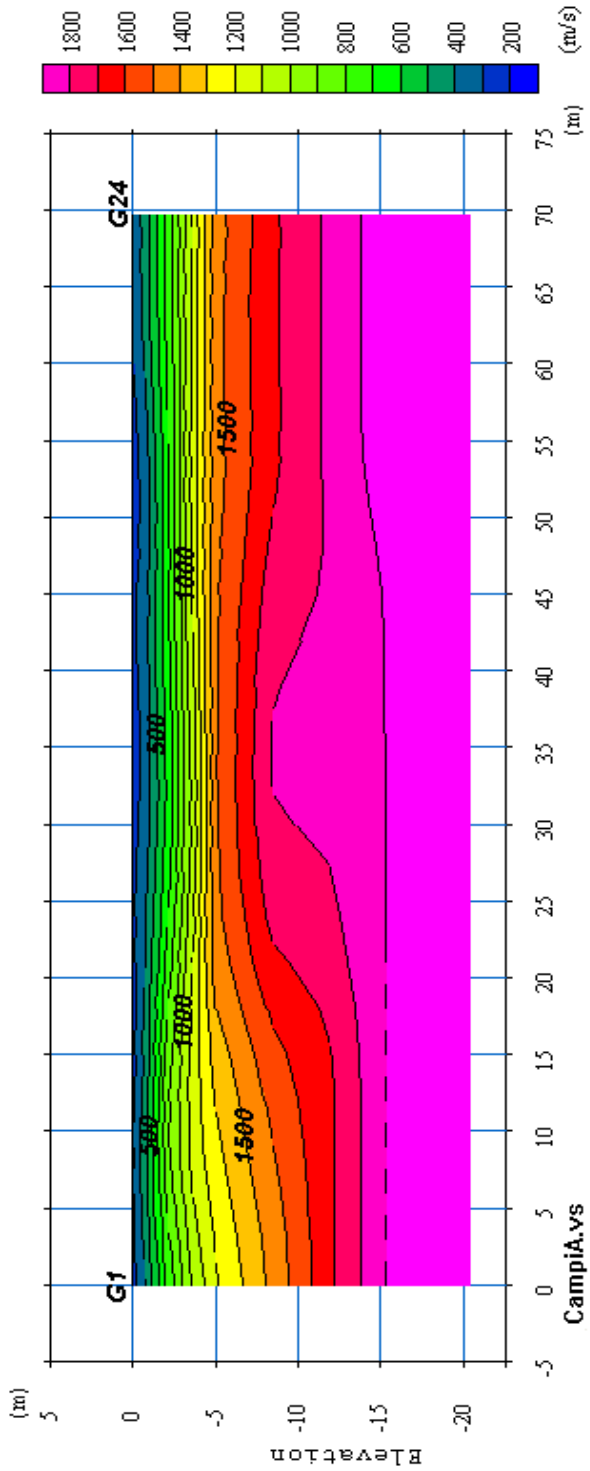


CampiA.vs

2) elaborazione GRM

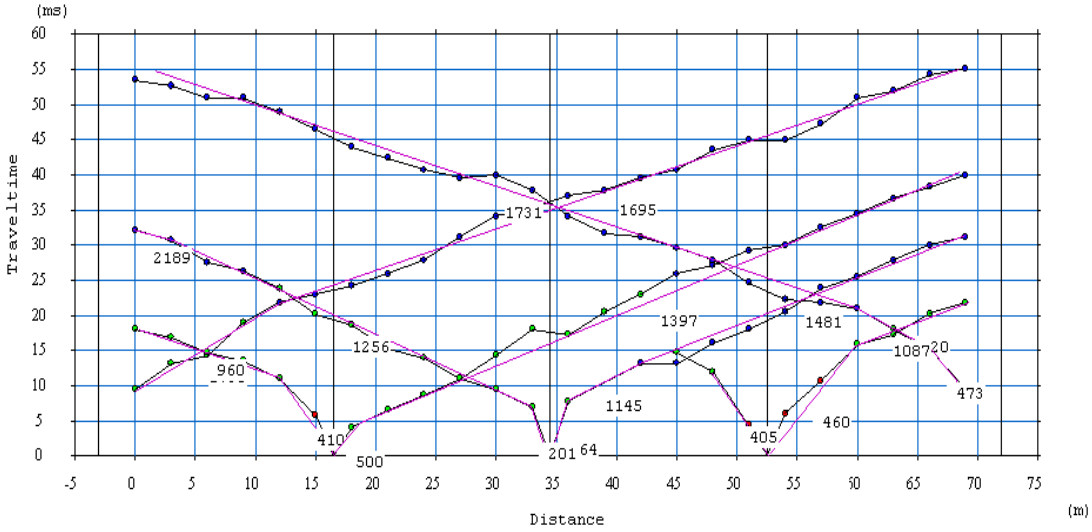


3) elaborazione tomografica



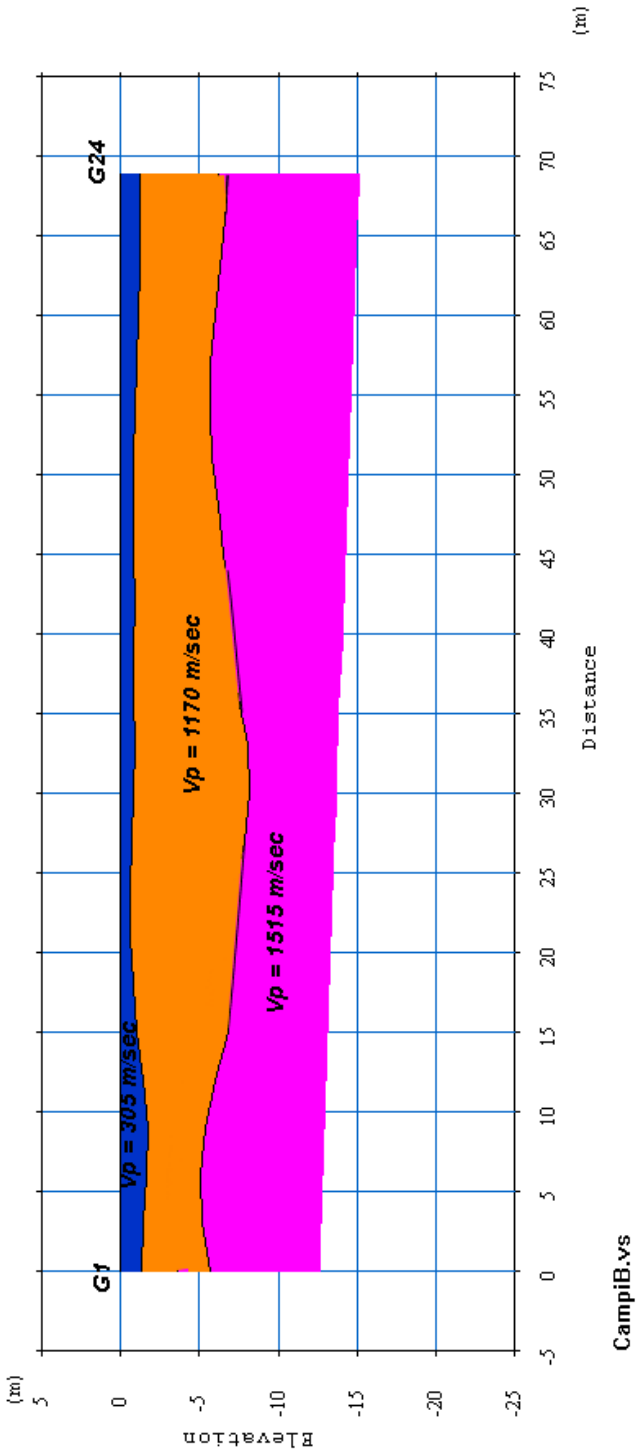
Stesa Campi-B

5) Dromocrone

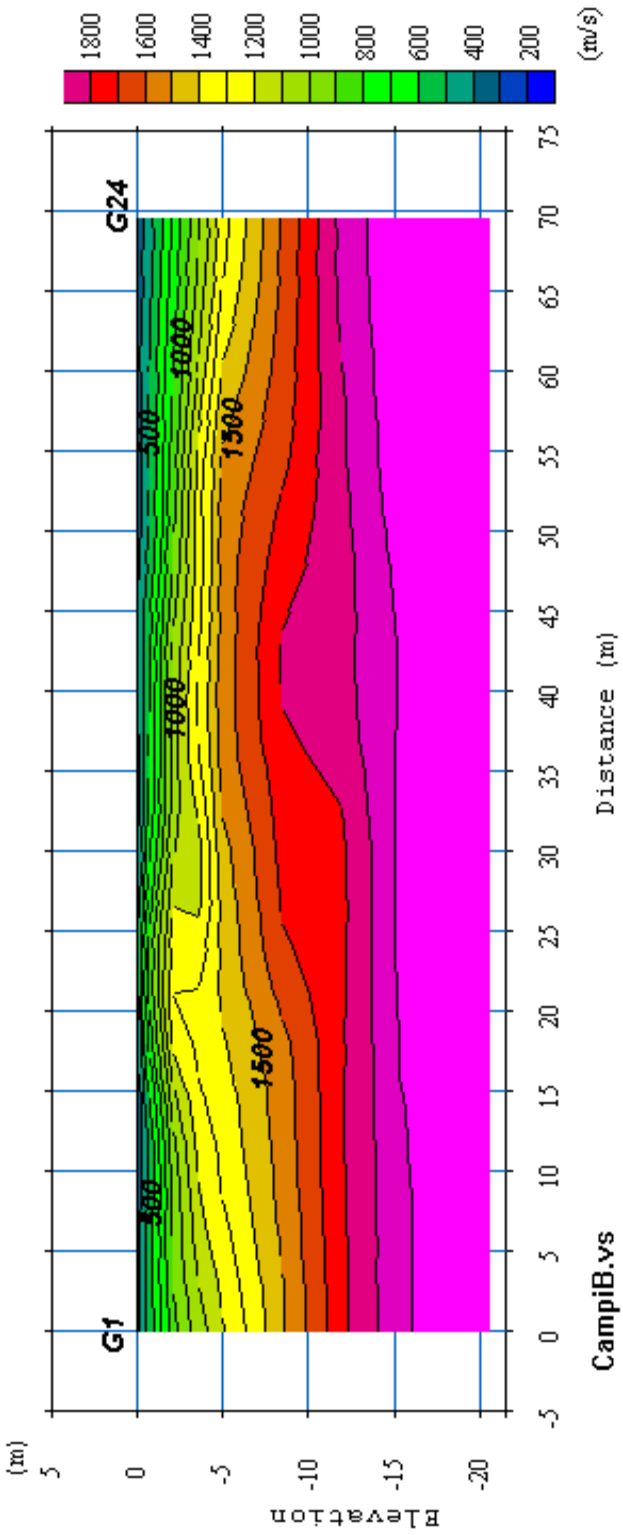


CampiB.vs

6) elaborazione GRM



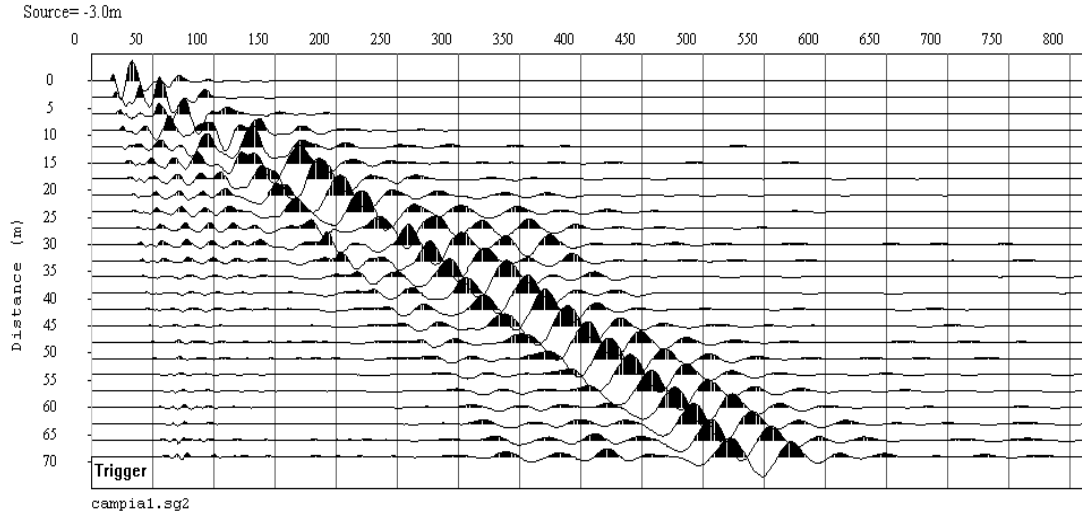
7) elaborazione tomografica



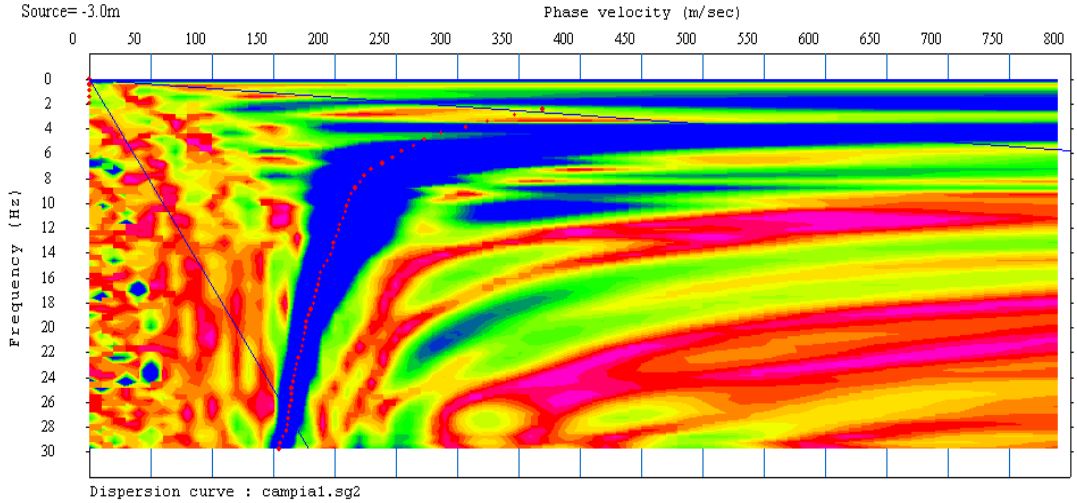
ELABORATI MASW

Stesa Campi-A

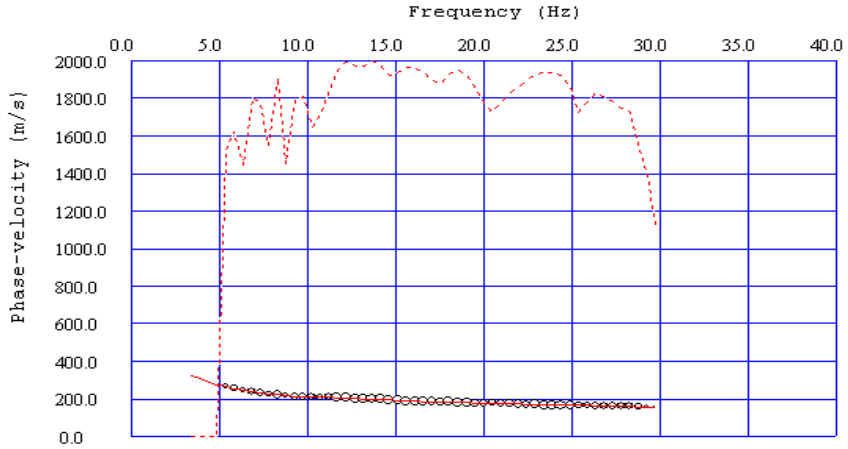
1) sismogramma utilizzato per l'elaborazione



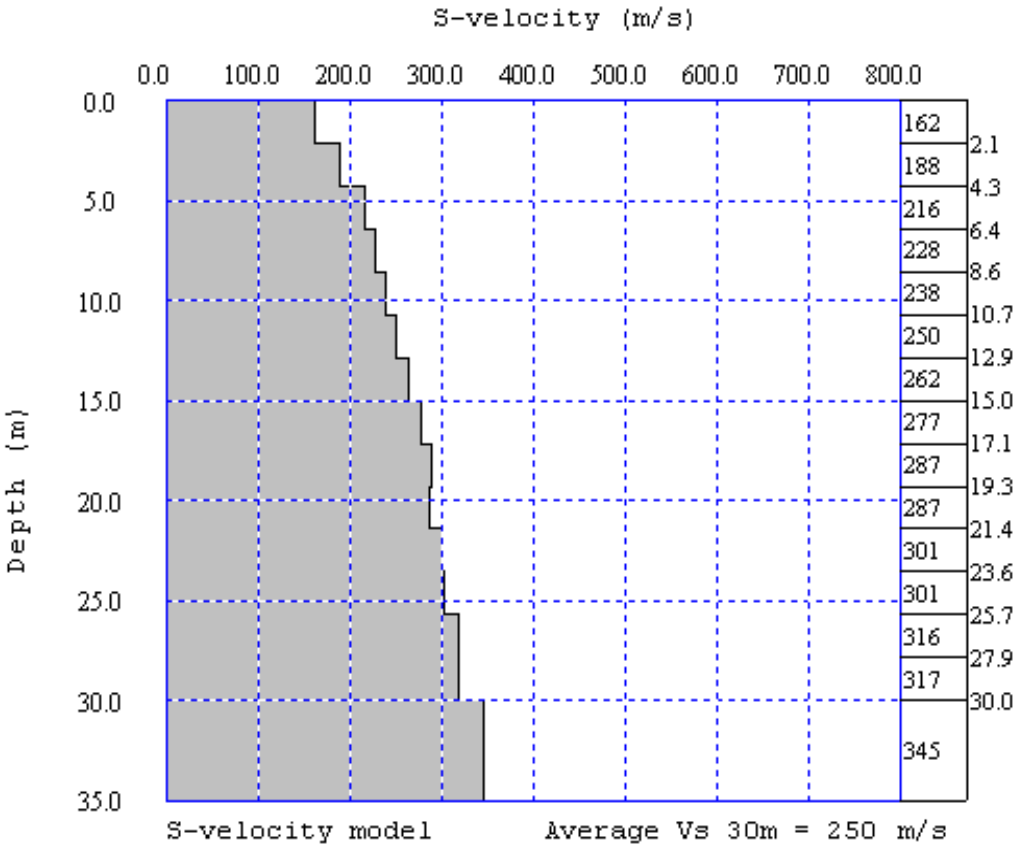
2) spettro di potenza della curva di dispersione



3) curva di dispersione ottenuta dal picking e curva di attendibilità del modello generato dall'inversione

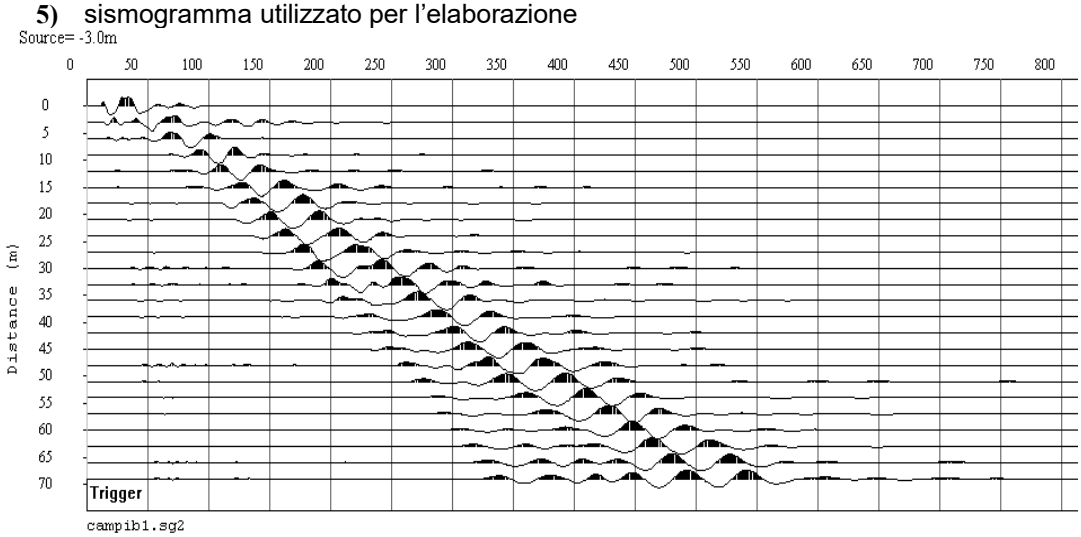


4) modello di velocità delle onde S **Average Vs30 = 250 m/sec**

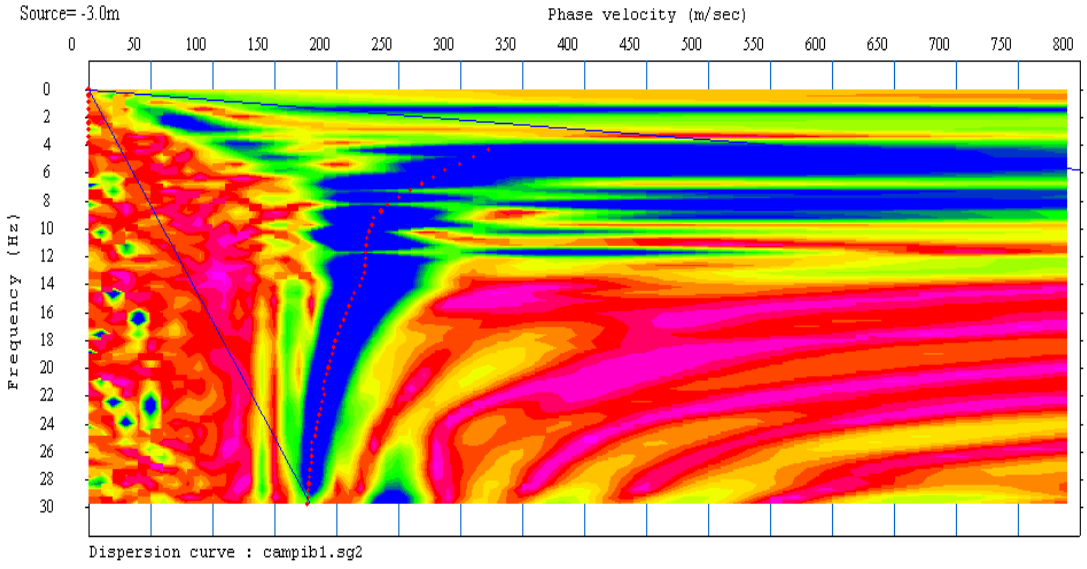


Stesa Campi-B

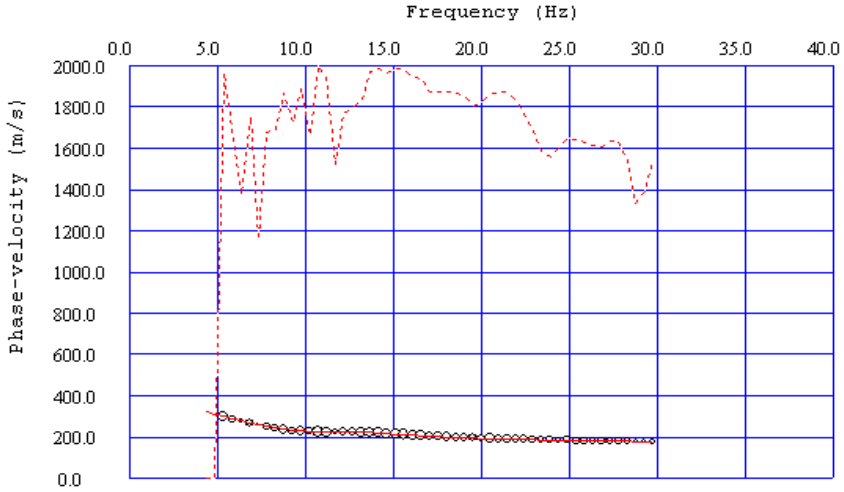
5) sismogramma utilizzato per l'elaborazione



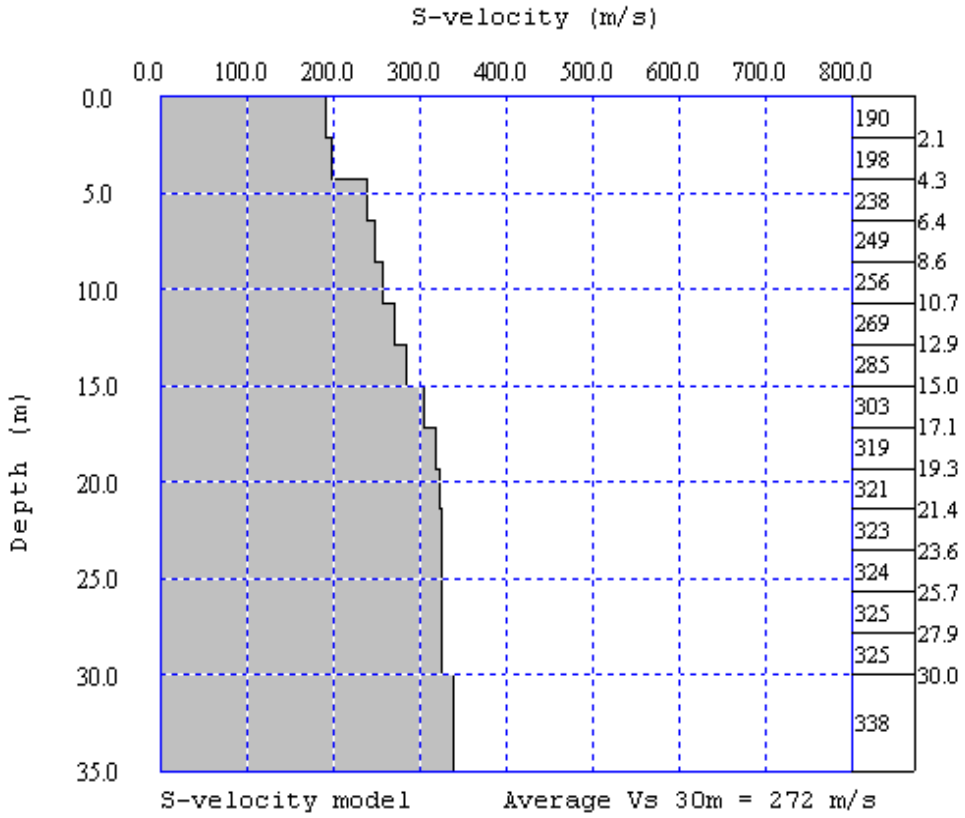
6) spettro di potenza della curva di dispersione



7) curva di dispersione ottenuta dal picking e curva di attendibilità del modello generato dall'inversione



8) modello di velocità delle onde S **Average Vs30 = 272 m/sec**



STATION INFORMATION

Station code: STZ 1

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: -

Address: CAMPI BISENZIO - via Mascagni

Latitude: -

Longitude: -

Coordinate system: -

Elevation: 0 m s.l.m.

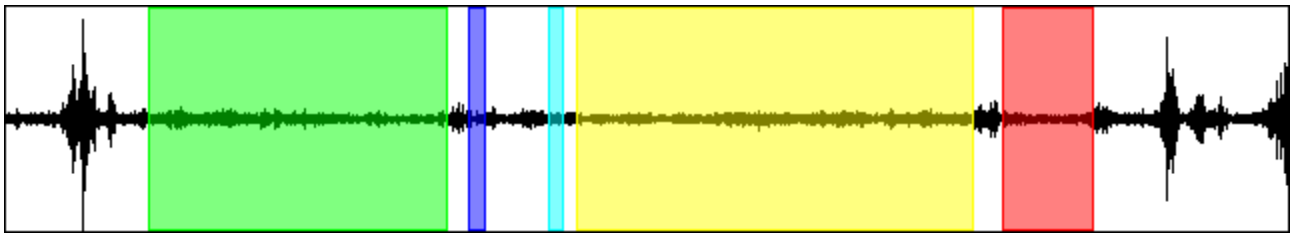
Weather: -

Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

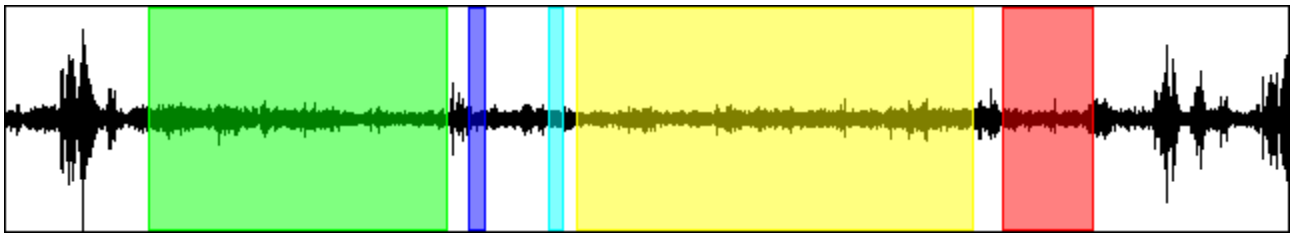
Sampling frequency:	300 Hz
Recording start time:	2017/04/11 09:05:57
Recording length:	20 min
Windows count:	5
Average windows length:	151.97
Signal coverage:	63.32%

78422 Counts **CHANNEL #1 [V]**



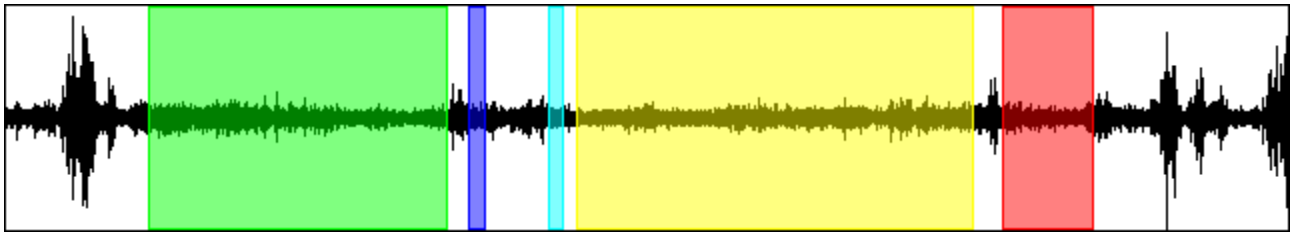
-87226 Counts

40424 Counts **CHANNEL #2 [N]**



-50639 Counts

38803 Counts **CHANNEL #3 [E]**



-42299 Counts

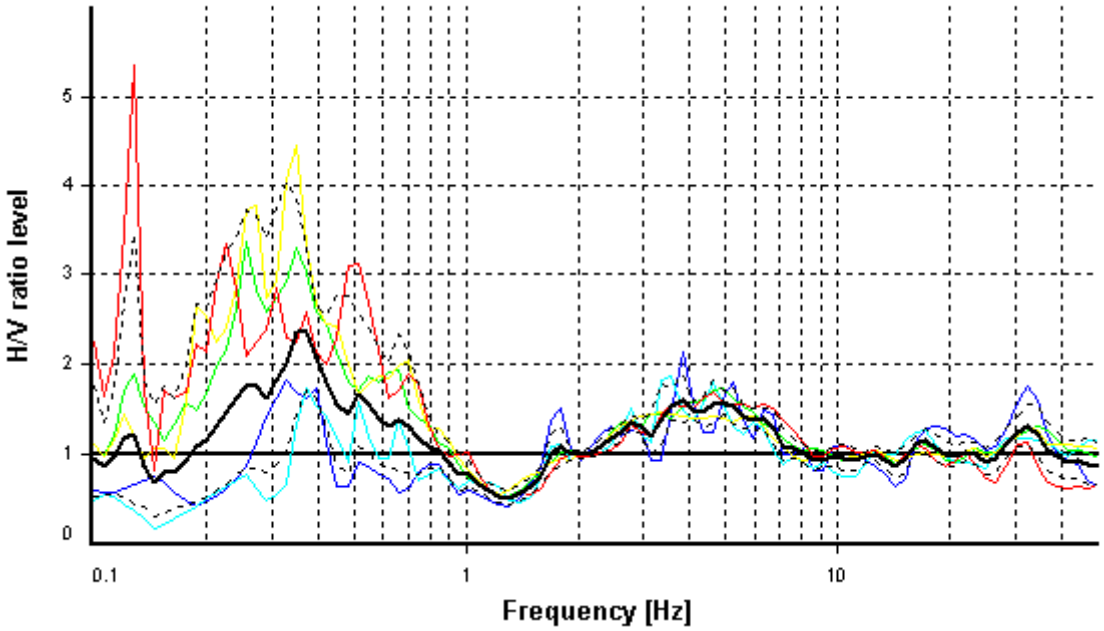
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

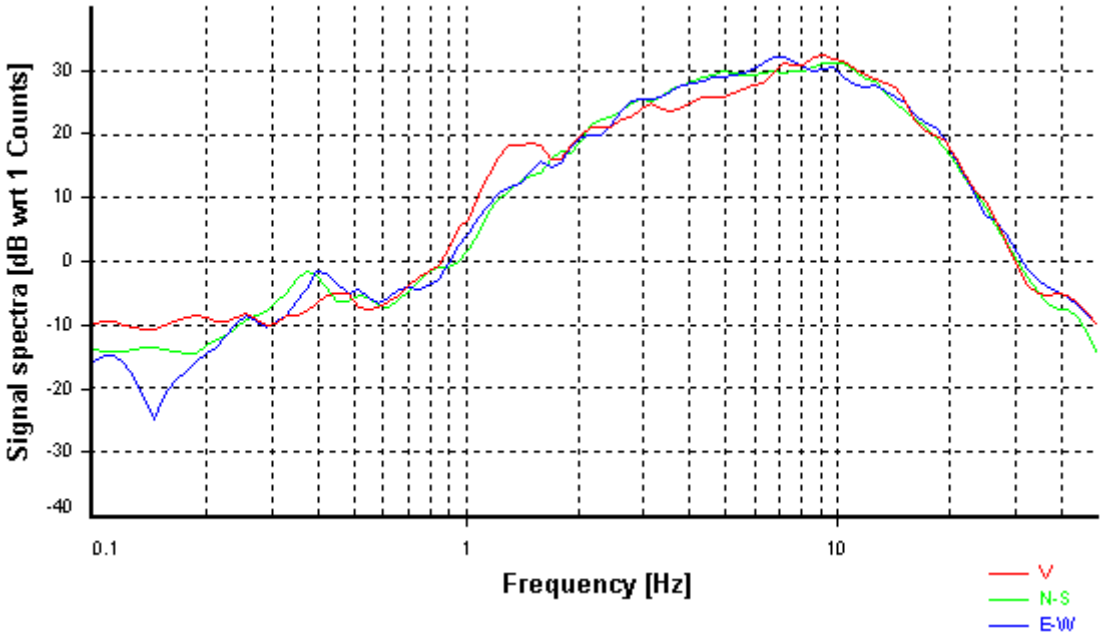
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

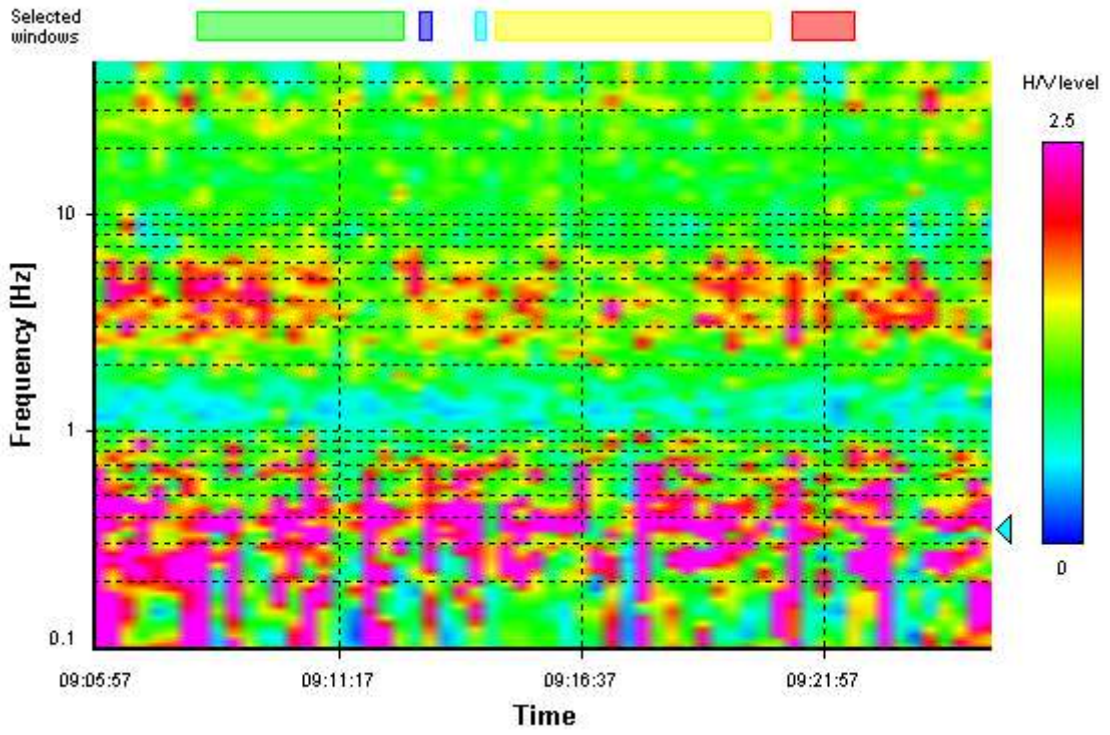
HVSR average



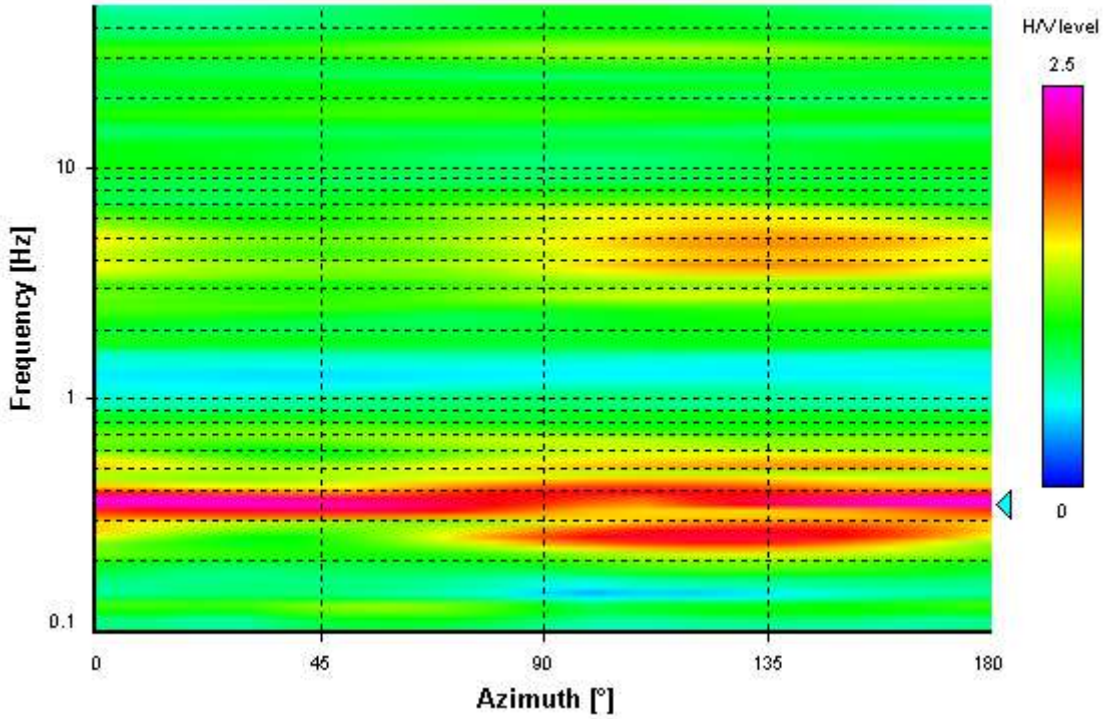
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (20 seconds windows)



HVSR directional analysis



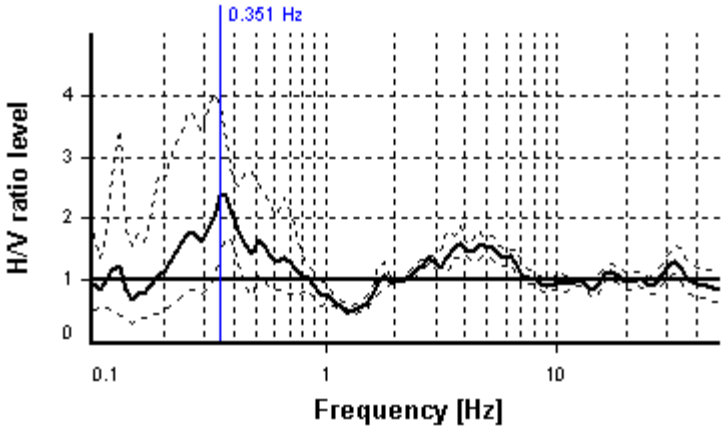
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.351 Hz

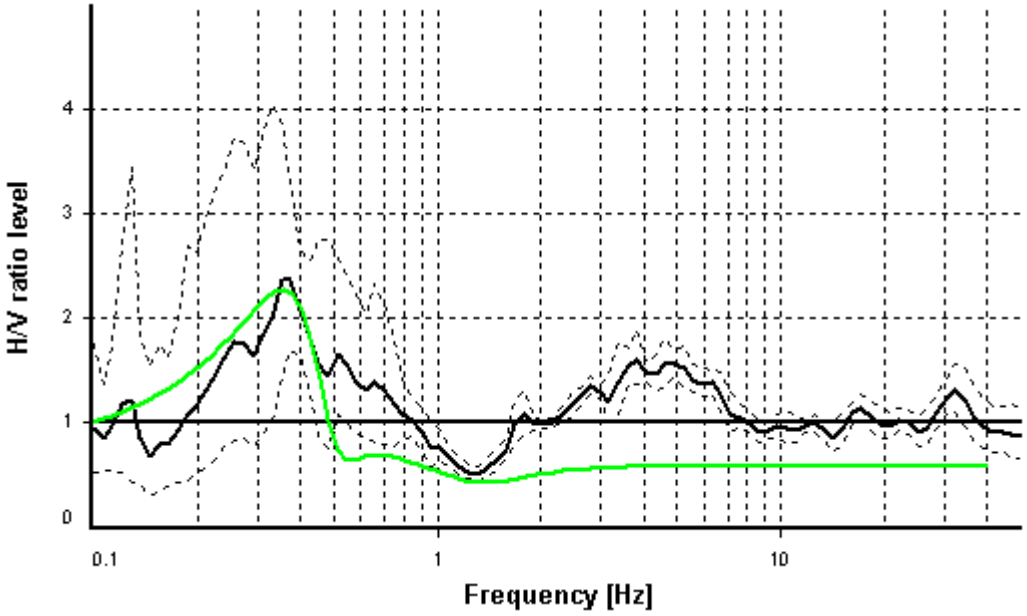
A_0 amplitude = *2.360*

Average f_0 = *0.364 ± 0.093*



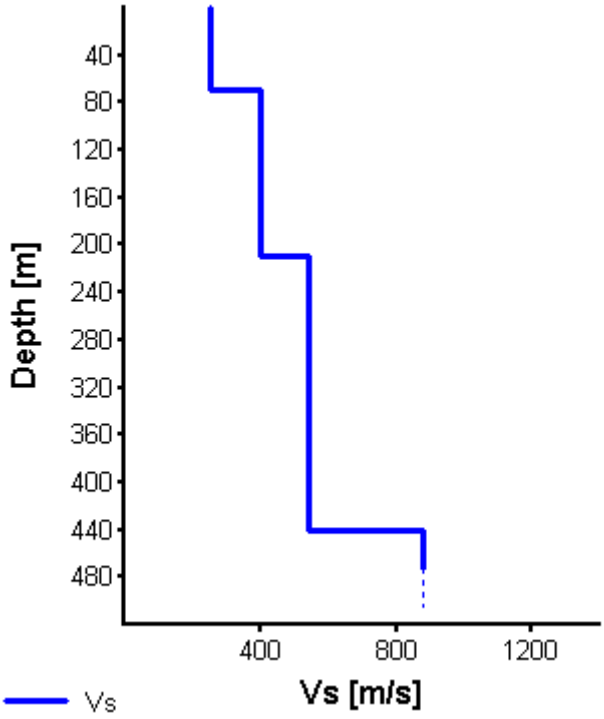
HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	3 valid windows (length > 28.49 s) out of 5	NO
$n_c(f_0) > 200$	256.52 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^- \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.19947 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0.74541 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.36 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	6.48% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09323 >= 0.07019	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.63714 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Synthetic HVSR modelling



EXPERIMENTAL HVSR
SYNTHETIC HVSR

H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
70	70	800	250	1700
140	210	1000	400	1800
230	440	1800	540	2000
-	> 440	2000	880	2500



Vs 30 = 250 m/s (Offset = 0 m)

STATION INFORMATION

Station code: STZ 2

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: -

Address: CAMPI BISENZIO - via Mascagni

Latitude: -

Longitude: -

Coordinate system: -

Elevation: -

Weather: -

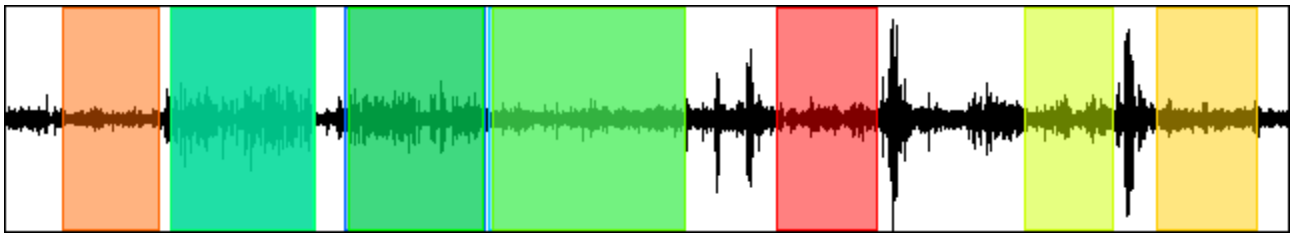
Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency:	300 Hz
Recording start time:	2017/11/04 09:34:26
Recording length:	23.33 min
Windows count:	11
Average windows length:	146.04
Signal coverage:	114.75%

55911 Counts

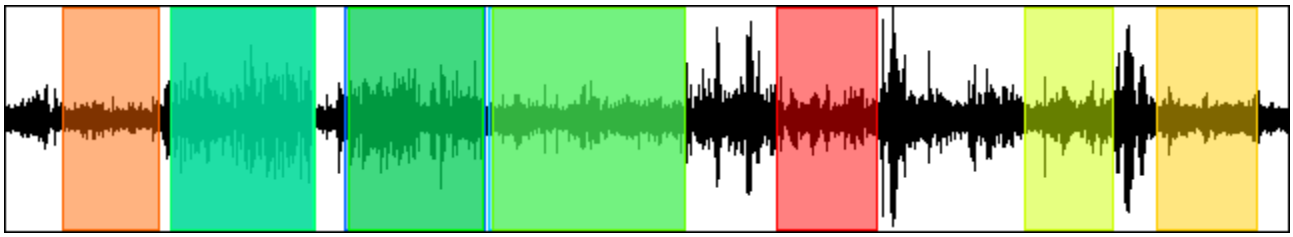
CHANNEL #1 [V]



-62818 Counts

33024 Counts

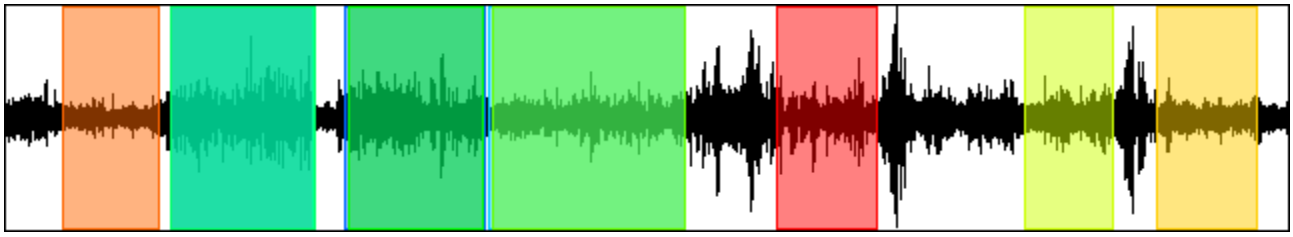
CHANNEL #2 [N]



-31795 Counts

31470 Counts

CHANNEL #3 [E]



-30879 Counts

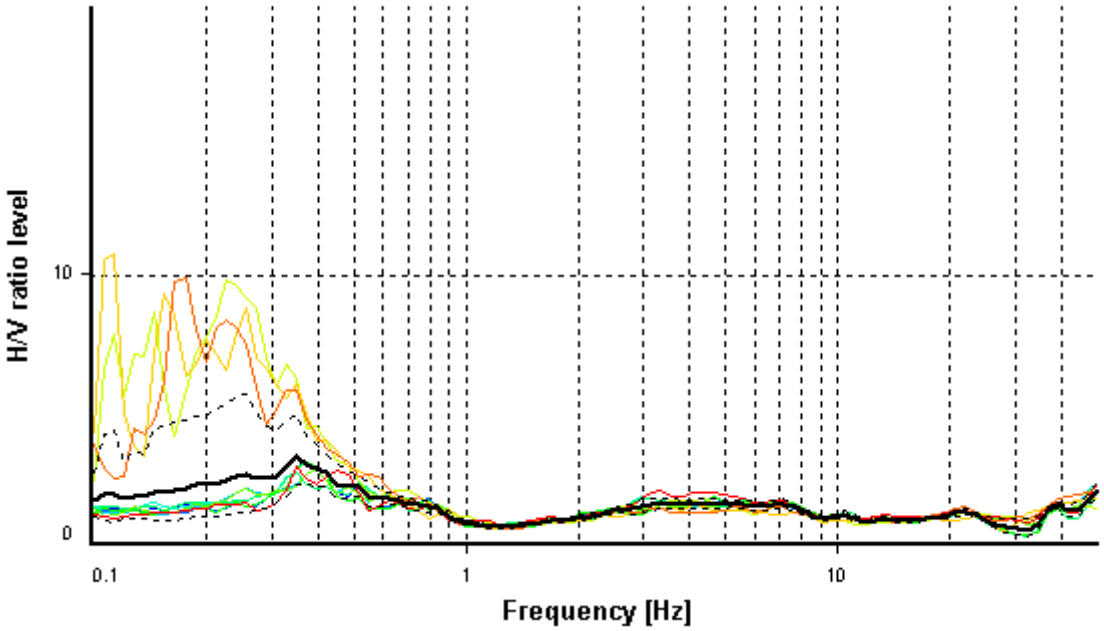
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

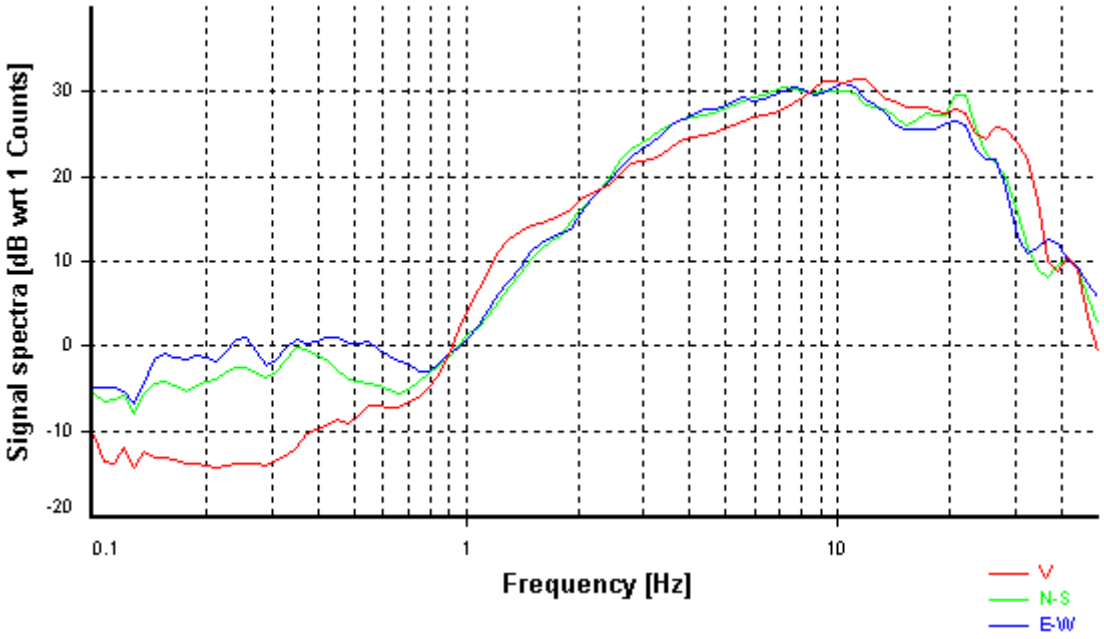
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

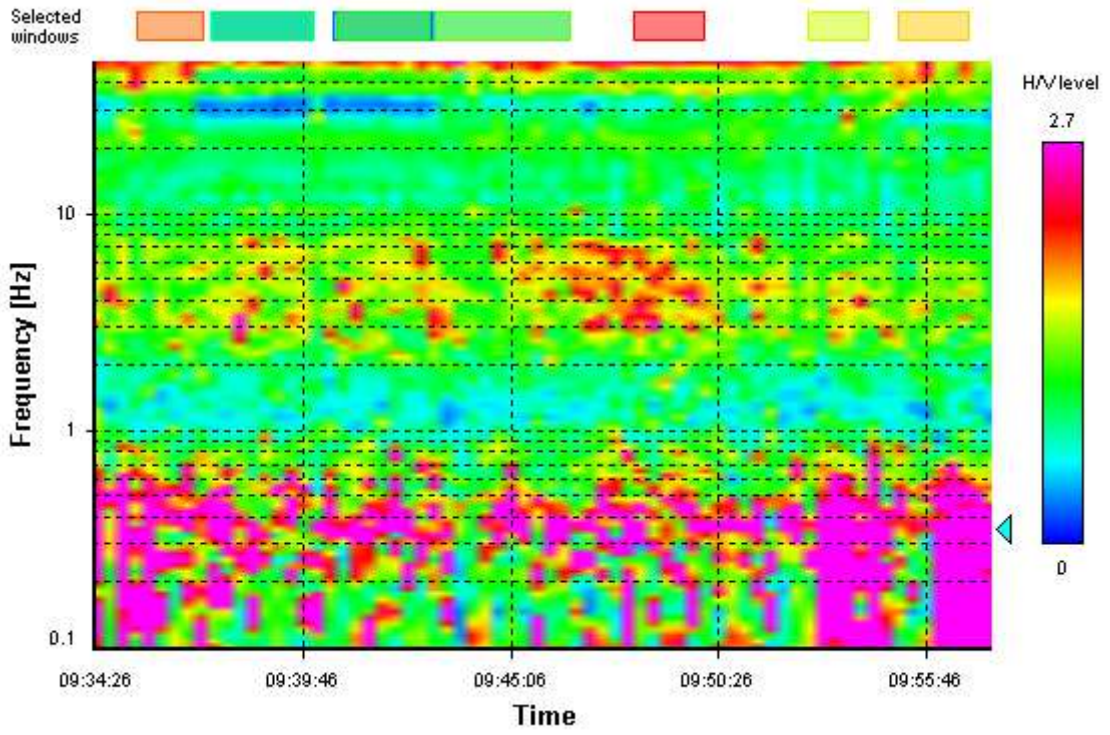
HVSR average



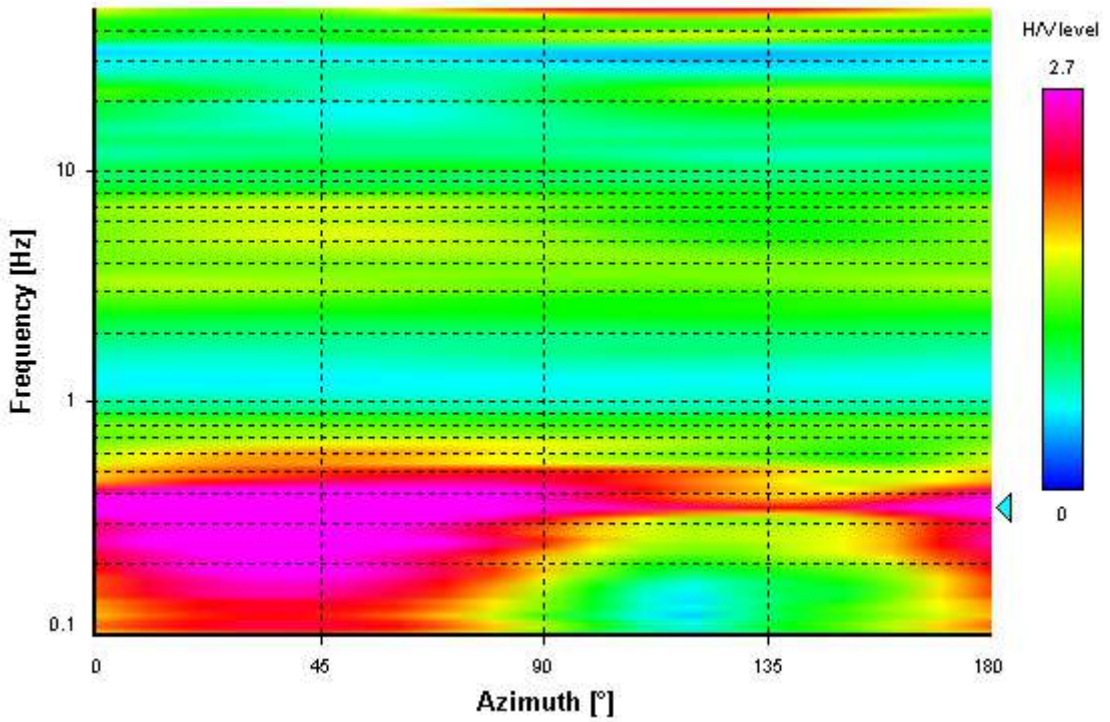
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (20 seconds windows)



HVSR directional analysis



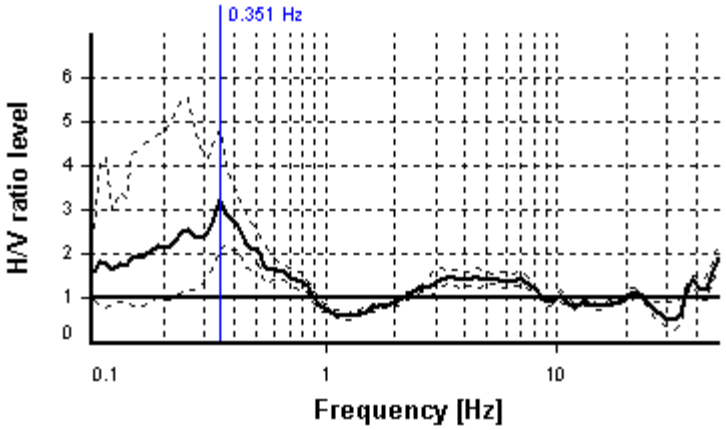
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.351 Hz

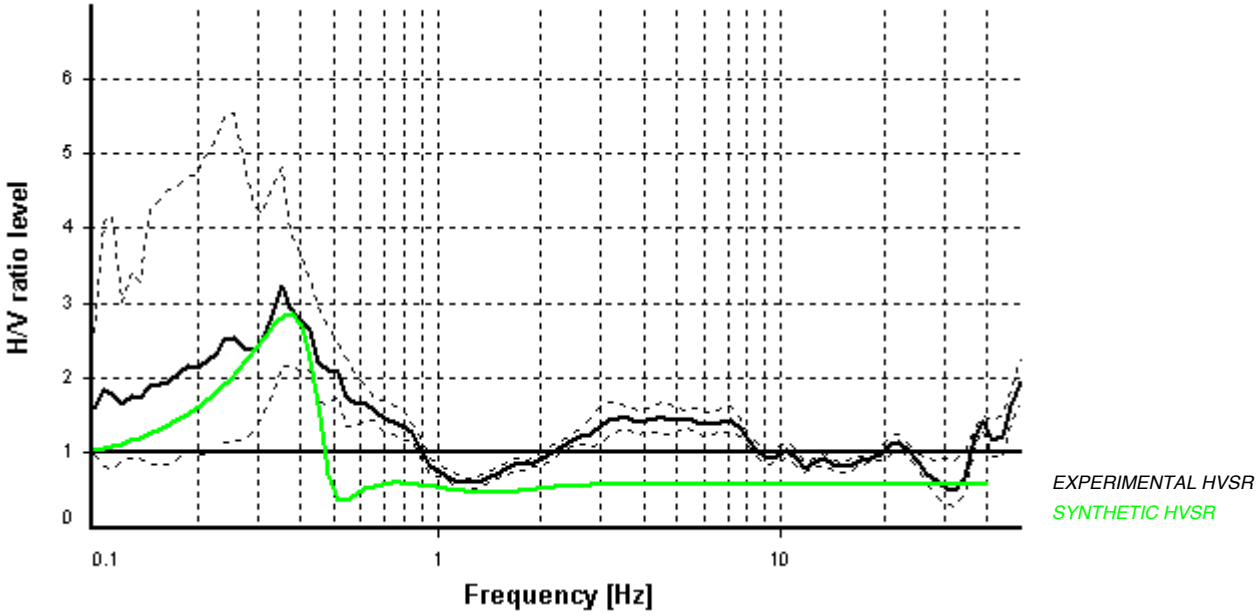
A_0 amplitude = *3.224*

Average f_0 = *0.335 ± 0.060*

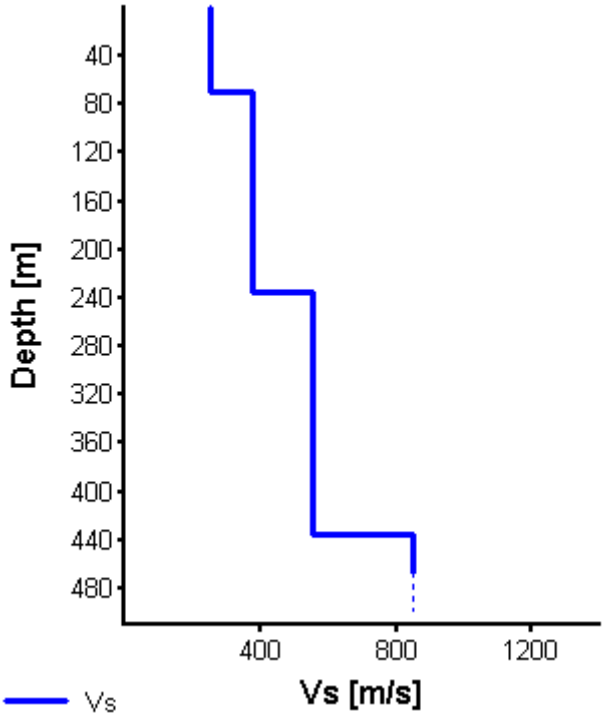


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	11 valid windows (length > 28.49 s) out of 11	OK
$n_c(f_0) > 200$	563.79 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^- \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.1 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0.65746 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.22 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	26.94% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05987 < 0.07019	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.49486 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
70	70	800	250	1700
165	235	1000	375	1800
200	435	1800	550	2000
-	> 435	2000	850	2500



Vs 30 = 250 m/s (Offset = 0 m)