COMMITTENTE
COMUNE DI OZZANO DELL'EMILIA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Geom. Maura Tassinari
Responsabile Servizio Assetto Territorio e Patrimonio

POC 2017

PIANO OPERATIVO COMUNALE

(L.R. 24 marzo 2000, n. 20 – art. 30)

POLITECNICA
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIRETTORE TECNICO
ing. Paolo Muratori

RESPONSABILE DI PROGETTO
arch. Fatima Alagna

GRUPPO DI LAVORO
arch. Maria Cristina Fregni

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA/SISMICA (riedizione)

PARTE D'OPERA	ARGOMENTO	DOC. e PROG.	FASE	REV.
POC	RG	D004	2	0

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
01	4646_poc_rel_geologica_sismica	4646	n.a.	A4

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	EMISSIONE	12.12.2017			

A termini di legge tutti i diritti sono riservati. E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione dei professionisti stessi.

NOTA BENE

La VARIANTE POC 2017 rappresenta l'esito di una fase di rinegoziazione di previsioni di trasformazione del territorio già presenti nella VARIANTE 2011 ma non attuatesi per effetto della crisi economica, come già argomentato nella Relazione del Piano. Inoltre la capacità edificatoria programmata si riduce parzialmente rispetto alla Variante POC 2011 e viene stralciata la previsione del polo scolastico, opera quest'ultima considerata "rilevante" sotto il profilo sismico in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Per questa ragione si è ritenuto, per gli aspetti geologici e sismici, di rieditare gli elaborati del POC VARIANTE 2011, lasciando alla fase dei PUA, nella quale troveranno compiuta definizione gli assetti insediativi all'interno dei comparti e la cui presentazione è richiesta entro 6 mesi dall'approvazione del POC, l'aggiornamento alle disposizioni sovraordinate nonché tutti i necessari approfondimenti.

Associazione Valle dell'Idice

Valle Idice è un'idea

PIANIFICAZIONE IN FORMA ASSOCIATA DEI COMUNI DI
Castenaso, Ozzano dell'Emilia, San Lazzaro di Savena
Provincia di Bologna

COMUNE DI OZZANO EMILIA

P O C

2010/2015

PIANO OPERATIVO COMUNALE

(L.R. 24 marzo 2000, n. 20 - art. 30)

VARIANTE 2011

Relazione Geologica e Sismica

Adozione D.C.C. n. 29 del 30/06/2011	Approvazione D.C.C. n. 39 del 16/05/2012

il Sindaco
Loretta Masotti

l' Assessore all'Urbanistica
Loretta Masotti

il Segretario Generale
Dott.ssa Valeria Villa

Tecnicoop soc. coop
Arch. Luca BIANCUCCI - Progettista Responsabile
Arch. Rudi FALLACI – Direttore Tecnico Settore Urbanistica e ambiente
Ing. Franca CONTI
Dott .Matteo SALVATORI
Ing. Virginia CELENTANO

Comune di Ozzano dell'Emilia
Geom. Maura TASSINARI
Responsabile del Settore Urbanistica - Edilizia Privata - Patrimonio

Studio Samuel Sangiorgi
Geologia Applicata
Via Valsellustra, 32
40060, Dozza - BOLOGNA

Elaborazione:
Dott. geol. Samuel Sangiorgi
Dott. geol. Luca Bianconi

INDICE

INTRODUZIONE 1

1. METODO DI LAVORO 4

1.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE DI REPERTORIO 4
1.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE ESEGUITE 4
1.3 GEOTECNICA 6
1.3.1 ZONIZZAZIONE GEOTECNICA 6
1.3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 9
1.4 PERICOLOSITÀ SISMICA 10
1.4.1 ANALISI SEMPLIFICATE : IL D.M.14/01/08 10
1.4.2 ANALISI SEMPLIFICATE : LA DELIBERA REGIONALE 112/2007 12
1.4.3 ANALISI NUMERICA MONODIMENSIONALE DI AMPLIFICAZIONE LOCALE E CONFRONTO DEGLI SPETTRI H/V 14
1.4.4 VERIFICHE DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE 17

2. MICROZONAZIONE SISMICA 20

3. SCHEDE DESCRITTIVE DEGLI AMBITI 22

INTRODUZIONE

La Regione Emilia-Romagna, attraverso uno specifico apparato normativo (LR 20/2000 e delib. Regionale n.112/2007 ("Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica") ha imposto l'elaborazione degli studi di pericolosità e di microzonazione sismica nella pianificazione territoriale, definendo criteri di approfondimento differenziati (<<livelli>>) a seconda delle fasi di programmazione affrontate e del contesto di pericolosità locale riscontrato.

Nel caso di Ozzano dell'Emilia, Comune che viene inserito nella <<zona 2>> di pericolosità sismica (ai sensi della classificazione Opcm 3274/2003 vigente all'epoca e recepita nella citata delibera regionale) l'approvazione del Piano Strutturale comunale, è stata subordinata all'elaborazione di uno studio di microzonazione di <<secondo livello>> dei comparti di previsione edificatoria e dell'urbanizzato consolidato. Lo studio sismico ha compreso anche alcuni esempi di modellazione della risposta sismica locale e di verifica quantitativa della propensione alla liquefazione dei sedimenti granulari saturi (elaborazione di dati penetrometrici; controllo di fusi granulometrici), che possono essere assimilabili ad approfondimenti conoscitivi di <<terzo livello>>. Le tavole Oz.B.1.6a e Oz.B.1.6b costituiscono gli elaborati cartografici di riferimento dello studio di microzonazione espletato per il PSC.

Per quanto detto, l'elaborazione del POC rappresenta una ulteriore fase di pianificazione comunale. Lo Studio scrivente è stato incaricato dall'Amministrazione, delle analisi di caratterizzazione edificatoria preliminari relative agli Ambiti inseriti nel POC (figura 1.1), per consentire di tarare al meglio le scelte progettuali alla scala di PUA e di indirizzare le più dettagliate analisi geologiche che dovranno accompagnare le fasi progettuali di massima ed esecutive.

Il lavoro ha permesso, sulla base degli esiti delle nuove indagini eseguite, di approfondire anche lo studio di caratterizzazione sismica locale. Gli esiti delle nuove indagini geognostiche e geofisiche (oltre che l'acquisizione di nuovi dati di repertorio), hanno consentito un significativo raffinamento delle conoscenze di sottosuolo. Ciò ha imposto la variazione dei perimetri e dei parametri della microzonazione sismica riportate nelle tavole Oz.B.1.6a e Oz.B.1.6b del Piano Strutturale Comunale. In coerenza con le norme di PSC (art. 2.20, comma 2), le modifiche sono state tradotte in una nuova cartografia di sintesi, allegata a questa relazione, e proposta come nuovo riferimento di pericolosità sismica di scala comunale.

Nelle successive pagine della relazione si esporranno le metodologie seguite e gli esiti del lavoro espletato. Per ogni Ambito si è elaborata una specifica sintesi che descrive:

- il contesto geologico ed idrogeologico;
- la caratterizzazione geotecnica preliminare del sottosuolo desunta dagli esiti delle prove geognostiche e geofisiche eseguite e di repertorio;
- la caratterizzazione sismica in ossequio alla delibera regionale n.112/2007 (secondo livello di approfondimento) ed alle più recenti Norme Tecniche per

le Costruzioni – NTC 2008 (analisi semplificata);

- l'approfondimento sismico in merito all'analisi degli effetti locali potenziali (amplificazione del segnale sismico al suolo; potenziale di liquefacibilità dei sedimenti granulari saturi);
- prescrizioni relative alle modalità tecniche e strumentali di indagine, al numero minimo di prove, ad eventuali maggiori profondità di prospezione, da effettuarsi nella fase di PUA, in relazione al contesto geologico, geotecnico e di microzonazione sismica.

In calce alla Relazione si allega lo studio geologico redatto dal dott. geol. Mirco Marinelli per l'Ambito ASPRN.1, anch'esso inserito nel POC. Per questa area di progetto si è infatti espletato uno specifico studio elaborato in coerenza con la metodologia analitica del presente lavoro.

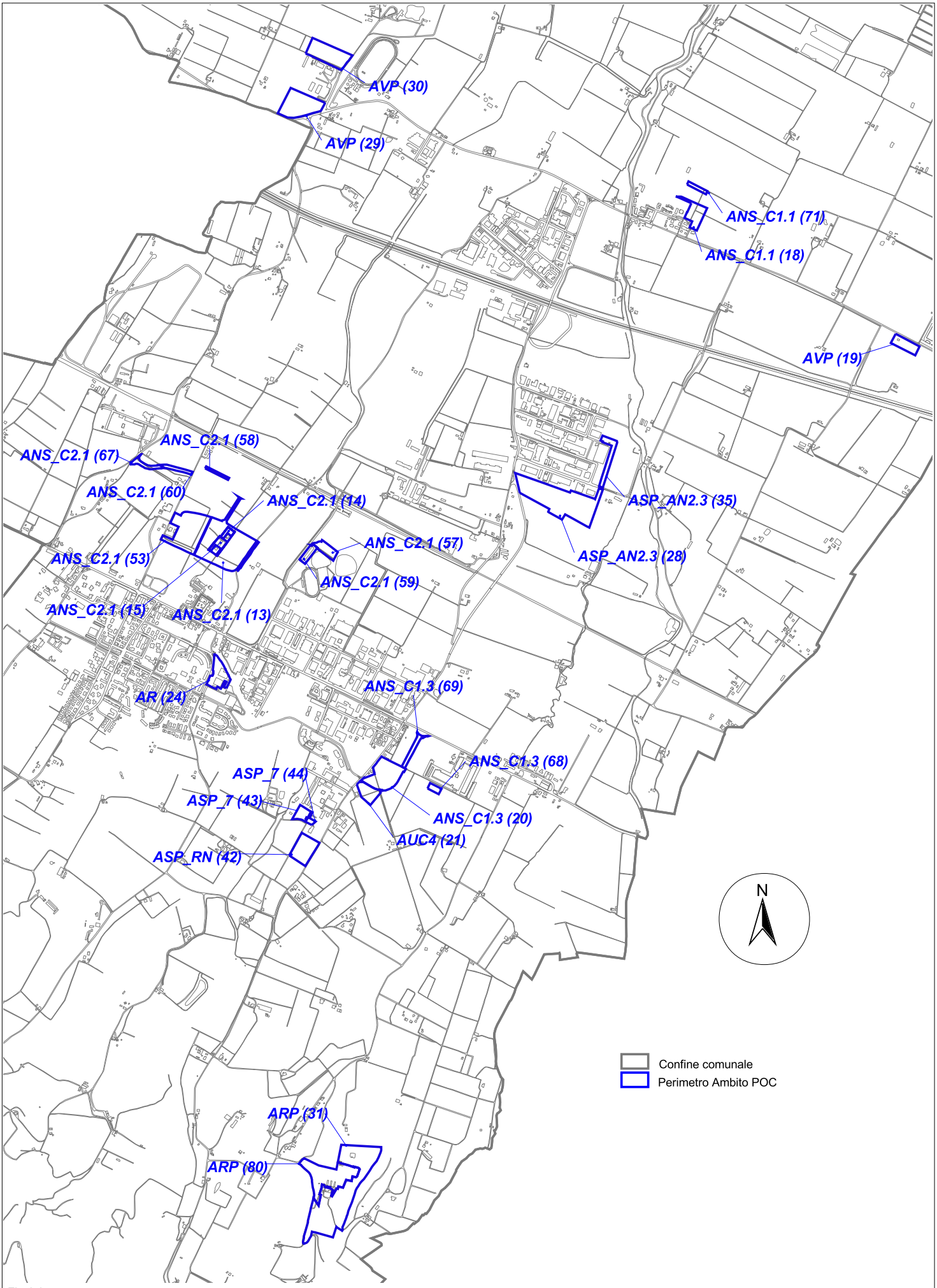


Fig 1.1
Localizzazione degli Ambiti inseriti nel POC (scala 1:20.000)

1 METODO DI LAVORO

1.1 Indagini geognostiche e geofisiche di repertorio

Per lo studio dei singoli Ambiti del POC si sono utilizzate informazioni di sottosuolo pregresse desunte: dalle indagini già di riferimento per il Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale Comunale del 2008; dalla banca dati geognostica aggiornata della Regione Emilia Romagna (penetrometrie, sondaggi a catoraggio continuo o trivellazioni, stratigrafie di pozzi esplorativi per ricerche idrogeologiche). All'interno delle indagini relative al PSC si rendono ovviamente disponibili sia le prove penetrometriche con punta elettrica CPTE/CPTU che le terebrazioni, oltre che alle numerose prove geofisiche, fra cui MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) e misure HVSR (tromografie) eseguite dalla Studio scrivente.

1.2 Indagini geognostiche e geofisiche eseguite

Per lo studio effettuato per il P.O.C., si sono eseguite le seguenti prove in sito integrative (figura 1.2):

- penetrometrie statiche con punta elettrica (CPTE/CPTU) → Sono state eseguite sei prove, realizzate con un penetrometro dotato di spinta da 300 kN sulla punta tipo "Gouda", montato su sottocarro con ancoraggi laterali per incrementare il contrasto durante la penetrazione profonda. La punta utilizzata presenta le dimensioni standard europee: apertura di 60°, diametro di 35,7 mm e area di 10 cmq per la misura della pressione di rottura (Qc), manicotto di attrito per la misurazione delle resistenze di attrito laterale (fs) con superficie di 150 cmq, velocità di penetrazione della punta-manicotto pari a 2 cm/sec. La speciale attrezzatura utilizzata permette l'acquisizione dei dati ogni 2 cm di avanzamento (50 letture ogni metro), attraverso sensori di pressione elettrici (CPTE), e di filtro per le pressioni neutre: piezocono (CPTU). Inoltre erano attivi anche due inclinometri posti a 90°, per il controllo della deviazione delle aste dalla verticale (essenziale per prove in profondità), ed un sensore di temperatura (essenziale per correggere i valori di Qc ed fs dal cambiamento di geometria della punta, imputabile alla deriva termica per attrito, durante la prova di penetrazione);
- penetrometrie statiche con puntale meccanico (CPT) → sono state effettuate tre prove, eseguite con un penetrometro PAGANI dotato di spinta da 200 kN sulla punta tipo "Bagemann", montato su cingolato con ancoraggi laterali per incrementare il contrasto durante la penetrazione profonda. La punta utilizzata presenta le dimensioni standard europee: apertura di 60°, diametro di 35,7 mm e area di 10 cmq per la misura della pressione di rottura (Qc), manicotto di attrito per la misurazione delle resistenze di attrito laterale (fs) con superficie di 150 cmq, velocità di penetrazione della punta-manicotto pari a 2 cm/sec. ed acquisizione dei dati ogni 20 cm di avanzamento (5 letture ogni metro);
- profili di prospezione sismica tipo MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) → si sono eseguiti tre ulteriori stendimenti per la determinazione di profili verticali di propagazione delle onde ti taglio "S" attraverso l'analisi delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), anche ai fini della classificazione

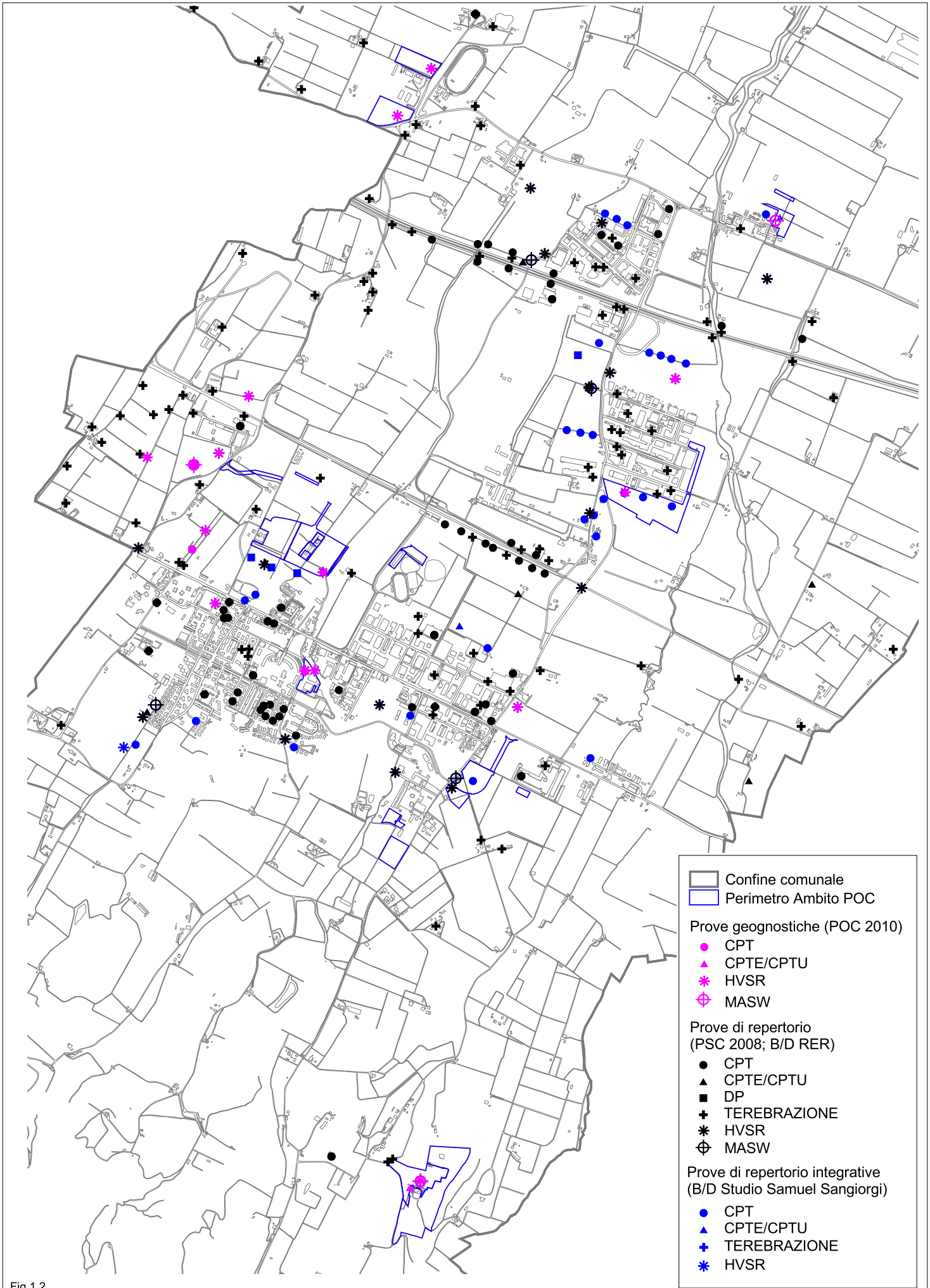


Fig 1.2
Localizzazione dei comparti inseriti nel POC (scala 1:20000)

della categoria di sottosuolo prevista dalla normativa vigente (parametro Vs30). La strumentazione utilizzata è composta da un sismografo a 24 canali <<Abem Ras-24>> con convertitore del segnale A/D a 24 bit. L'acquisizione prevede l'impiego di 24 geofoni verticali da 4,5 Hz, posti a distanze variabili fra 1,5 m e 3 m, a seconda del tipo di acquisizione (attiva o passiva). Per l'acquisizione attiva, la sorgente è di tipo impulsivo ed è costituita da una massa battente da 10 Kg in linea con lo stendimento; per l'acquisizione passiva, la sorgente è fornita dal naturale microtremore sismico. L'acquisizione dati ha previsto ripetute registrazioni, con tempi di 4 (activeMASW) e 32 secondi (passiveMASW), e passi di campionamento rispettivamente di 0,5ms e 2ms;

- acquisizioni sismiche passive a stazione singola (tromografie) → sono state eseguite quattordici misure del microtremore sismico mediante l'impiego di tromografo digitale portatile ed elaborazione con tecnica HVSR per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo. Tale indagine prevede misure puntuali e speditive da cui è possibile ricavare indirettamente informazioni sulla profondità dei riflettori sismici avendo a disposizione punti di controllo di taratura (dati geognostici e geofisici). L'acquisizione dati è avvenuta attraverso registrazioni di tracce (di microtremore sismico) della durata variabile da 8 a 16 minuti e passo di campionamento pari a 128 Hz e 256 Hz.

1.3 Geotecnica

Le conoscenze di sottosuolo acquisite con le prove penetrometriche consentono di estrapolare, per ogni Ambito studiato, le caratteristiche geotecniche necessarie per la definizione preliminare di edificabilità. Per questo lavoro si è voluto proporre:

1) una zonizzazione geotecnica preliminare di riferimento per tutti i comparti studiati;
2) la caratterizzazione meccanica preliminare dei sedimenti per ogni singolo comparto desunta dalle prove geognostiche.

1.3.1 ZONIZZAZIONE GEOTECNICA

La zonizzazione proposta si basa sugli esiti delle penetrometrie statiche (resistenze di punta) nei due intervalli più utili ai fini edificatori per costruzioni di normale impegno costruttivo:

- da -1 a -5 metri sotto il piano campagna (p.c.) → è l'intervallo entro cui si collocano le strutture di fondazione superficiali. La conoscenza della qualità meccanica di questo intervallo è quindi importante per le valutazioni di ammissibilità delle pressioni imposte ai terreni sia in termini di "rottura" dei sedimenti, sia in termini di "interazione terreni-struttura;
- da -5 a -10 metri sotto il p.c. → questo secondo spessore rappresenta l'intervallo di sedimenti entro cui normalmente si esauriscono i cedimenti indotti da sovrappressioni distribuite da fondazioni superficiali.

Ciò detto, sono state distinte classi geotecniche caratterizzate da differenti qualità edificatorie, per fornire una "guida" preliminare alla campagna gnostica delle successive fasi (PUA e progettazione specifica), obbligatoria ai sensi del D.M. 11/03/1988 e rammentando che solamente prove geognostiche specifiche,

effettuate con la dovuta densità, potranno definire correttamente le caratteristiche meccaniche dei terreni (noti i parametri strutturali degli interventi insediativi da definire nelle successive fasi progettuali). Occorre infine evidenziare che nella valutazione della qualità meccanica, tutti i valori di “rp” (resistenze di punta) sono stati mediati in modo cautelativo (enfatizzando i valori bassi) entro i due intervalli considerati.

Per la zonizzazione, si sono dunque proposte le seguenti classi:

SS = Zone caratterizzate da terreni di qualità scadente (rp < 1.000 kPa) sia nel primo che nel secondo intervallo considerato. Possono essere considerate edificabili con le normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a "nastro" - trave rovescia continua legata -), per insediamenti di modesto impegno (pressioni di esercizio non superiori a 10 t/ml). Per edifici anche di normale impegno (pressioni di esercizio di 10÷12 t/ml), possono presentarsi limitazioni dovute sia all'interazione struttura-sedimenti (cedimenti assoluti e differenziali), sia all'entità della pressione di esercizio, tali da richiedere fondazioni particolari;

SD = Zone caratterizzate da terreni di qualità scadente (rp <1.000 kPa) nel primo intervallo (fino a - 5 m dal p.c.), e da terreni di qualità da normale (1.000 < rp < 1.500 kPa) a discreta (> 1.500 kPa) nel secondo strato. Sono zone edificabili con normali tecniche costruttive, per insediamenti di modesto impegno; le caratteristiche meccaniche dei terreni benché complessivamente migliori della classe "SS" richiedono comunque cautela ed analisi geognostiche dettagliate. Per edifici di un certo impegno (pressioni di esercizio > 12 t/ml) possono rivelarsi necessarie fondazioni che trasferiscano i carichi statici al secondo intervallo di qualità migliore. I comparti interessati da questa zona di edificabilità possono presentare limitazioni, all'impiego di fondazioni superficiali, legate all'entità della pressione di esercizio e dei cedimenti assoluti e differenziali;

DS = Zone caratterizzate da terreni dotati di qualità meccaniche da normali (1.000 < rp < 1.500 kPa) a discrete (> 1.500 kPa) nel primo intervallo (fino a – 5 m dal p.c.), e da qualità scadente (rp < 1.000 kPa) nel secondo strato. Sono aree edificabili con normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a "nastriformi" continue e legate), per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a due piani, con pressioni fino a 12 t/ml di fondazione). In questa zona di edificabilità, per alcuni comparti, possono presentarsi limitazioni legate all'interazione sedimenti-struttura, cioè ai cedimenti assoluti o differenziali ed all’entità delle pressioni di esercizio;

DD = Zone dotate di terreni di qualità meccaniche da normali (1.000 < rp < 1.500 kPa) a discrete (> 1.500 kPa) per entrambi gli strati considerati. In questa zona di edificabilità, le possibili variazioni di caratteristiche tra il primo ed il secondo intervallo possono essere molto grandi, tali da richiedere ulteriori suddivisioni in sottoclassi. Le due sottoclassi **DD_1** e **DD_2**, rappresentano rispettivamente un andamento del parametro meccanico (rp) vicino, rispettivamente, alle situazioni della classe SD, oppure della classe DS. L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Nei casi in cui sono verificate caratteristiche meccaniche classificabili come classe DD_1 o classe DD_2, vi possono essere limitazioni anche per edifici di normale impegno o a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La figura 1.3 riporta gli esiti della zonazione geotecnica proposta, per gli Ambiti inseriti nel POC.

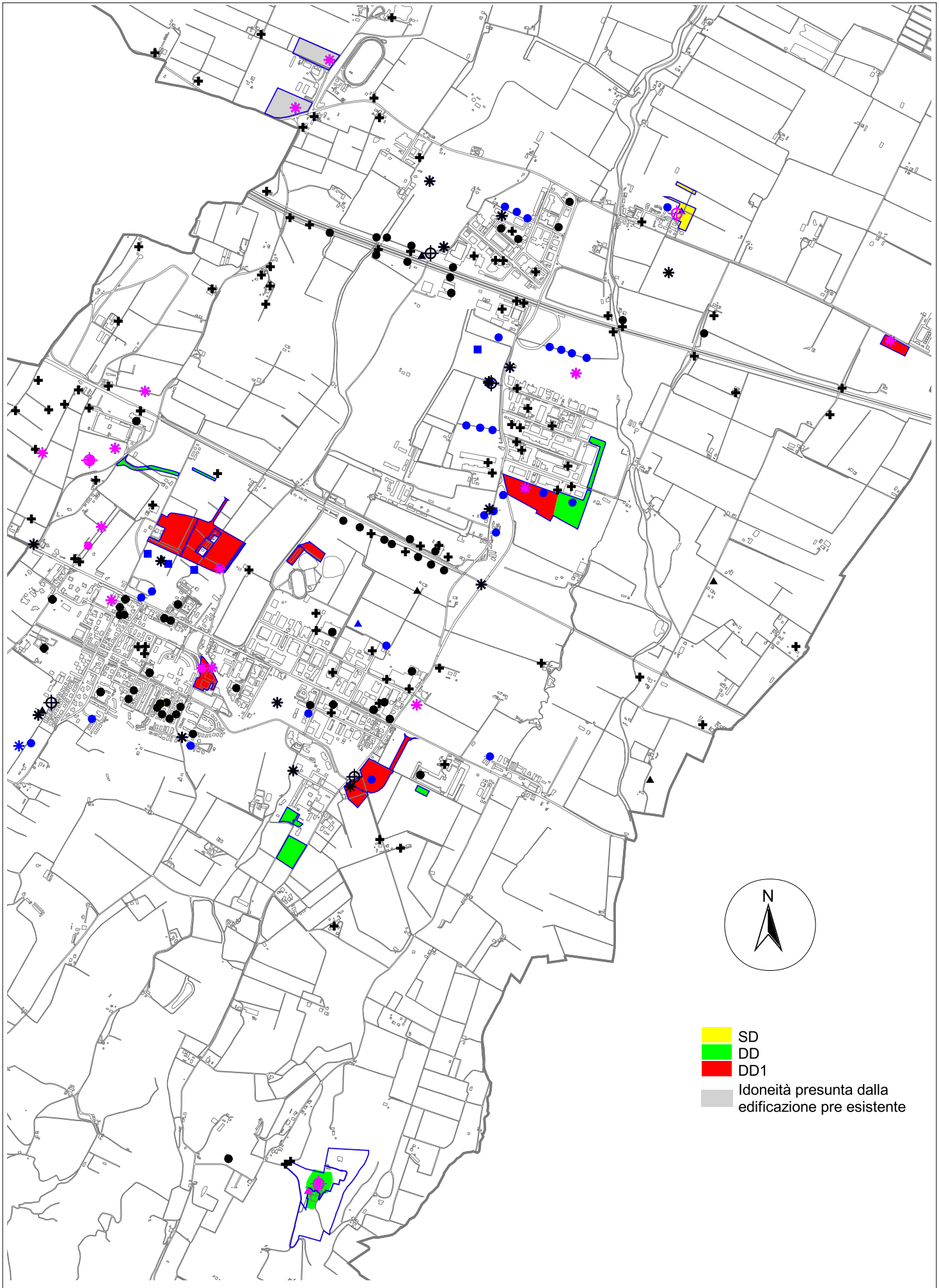


Fig 1.3
Sintesi della zonizzazione geotecnica proposta nel paragrafo 1.3.1 (scala 1:20000)

1.3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica, si è proceduto alla stima dai parametri meccanici fondamentali (c_u, φ', D.R.) nel primo intervallo utile di sottosuolo (fino a 5 metri dal p.c.), ricavati dagli esiti delle prove penetrometriche eseguite e di repertorio (Qc, fs). La trasformazione dei dati numerici nei parametri riportati nelle tabelle è basata sulle seguenti relazioni:

- i valori di ϕ' (angolo di attrito efficace), ottenuti tramite Durgunoglu e Mitchell, 1973, Meyerhof, 1951-1976, De Beer 1965-67, testate per sabbie N.C e S.C.;
- la densità relativa (D.R.), correlazioni di Schmertmann (1976) ben testate da Baldi (1978) e Lancellotta (1983);
- i valori di c_u, possono essere ricavati anch'essi da varie correlazioni empiriche, in particolare qui si adottano quelle di Terzaghi, Lunne-Robertson-Powel (1977), Baligh et all. (1980), tra le più note e cautelative in termini di risultati forniti;

I risultati ottenuti e relativi ai primi 5 metri di sottosuolo vengono riportati in forma tabulare nelle sintesi descrittive elaborate per ogni Ambito.

Gli esiti penetrometrici consentono anche il calcolo della pressione ultima (Qult) secondo la nota formula di Terzaghi:

$$Qult = CNc + \gamma DNq + 0{,}5\gamma BN_{\gamma} \qquad (1)$$

valida per condizioni drenate (angolo di attrito interno $\varphi \neq 0$), cioè per la stabilità nel lungo periodo in sedimenti granulari; nei sedimenti coesivi la stessa equazione si semplifica dell'ultimo termine, che si annulla per φ tendente a 0. Ora si è dimostrato che, nei sedimenti coesivi, le condizioni più cautelative per la stima delle pressioni di rottura sono quelle calcolate per la stabilità nel breve periodo (condizioni non drenate). Infatti la misura dell'angolo di attrito interno efficace nelle argille drenate, non può essere effettuata se non falsando le condizioni di esecuzione della misura, e l'esito contiene sempre una componente ascrivibile invece alla coesione non drenata. La semplice considerazione della coesione non drenata (cu), come valore riassuntivo dei due parametri drenati (taglio e coesione efficaci), riesce a stimare meglio il comportamento reale dell'ammasso di sedimenti coesivi. Così la relazione (1) diviene:

$$Qult = 5{,}14\ c_u + \gamma D \qquad (2)$$

In assenza di ogni riferimento progettuale, decisamente prematuro in questa fase di pianificazione, si è stimata una Qult relativa ad una semplice fondazione superficiale, nastriforme e continua (travi rovesce) con piano di incastro a 120 cm dal p.c. La pressione limite stimata può dunque considerarsi come un preliminare esito di verifica SLU di tipo geotecnico (collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno) ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti (NTC 2008) secondo "l'approccio 1 - combinazione 1 (A1+M1+R1).

Si deve osservare che l'ammissibilità della pressione di esercizio di un edificio dipende anche e soprattutto dall'entità dell'interazione struttura-sedimenti, in altre parole dal valore del cedimento assoluto e differenziale in relazione alle caratteristiche della struttura. Una volta noti i dati progettuali, si dovrà pertanto procedere alla stima dei cedimenti effettivamente accettabili dalle strutture (verifiche SLE, ai sensi delle NTC 2008).

1.4 Pericolosità sismica

Il panorama legislativo in materia di sismica, è stato profondamente trasformato dalle recenti normative nazionali (Ordinanza PCM. n. 3274/2003, D.M. 159/2005, Ordinanza PCM. n. 3519/2006, infine dalle recentissime nuove Norme Tecniche per le costruzioni con D.M. Del 14/01/2008) che sono entrate in vigore il 1 luglio 2009.

Per quanto attiene la normativa di programmazione territoriale, la Regione Emilia-Romagna ha approvato (con Delibera Regionale n. 112 del maggio 2007) gli <<Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica>>, elaborati sulla scorta degli esiti delle indagini sismiche che la Regione Emilia-Romagna ha effettuato nel territorio regionale. La delibera fornisce tabelle e formule propedeutiche alla valutazione semplificata dell'amplificazione locale e definisce criteri di approfondimento differenziati (per <<livelli>>) a seconda delle fasi di programmazione affrontate e del contesto di pericolosità locale riscontrato.

Sulla base dei contenuti della delibera regionale n.112/2007 lo studio sismico integrativo alle analisi conoscitive per il Piano Strutturale di Ozzano ha prodotto una cartografia di microzonazione sismica (elaborati Oz.B.1.6a e Oz.B.1.6b). Lo studio di microzonazione sismica si è basato sulla variazione locale di due insiemi di parametri fondamentali: la distribuzione delle velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) e l'accertamento della liquefacibilità delle sabbie sature entro i primi 20 metri dal p.c.

Le nuove indagini geognostiche e geofisiche effettuate per il POC e le prove di repertorio integrate per questo lavoro hanno consentito un significativo raffinamento delle conoscenze di sottosuolo, in particolare per quanto riguarda la distribuzione delle Vs. Ciò ha imposto una revisione della zonizzazione sismica del PSC e le modifiche sono state tradotte in una nuova cartografia di sintesi: quest'ultima viene pertanto proposta come nuovo riferimento di pericolosità sismica di scala comunale. Le nuove tavole (elaborati Oz.B.1.6bis_a e Oz.B.1.6bis_b) sono allegate alla presente relazione.

Le sintesi descrittive elaborate per ogni Ambito riportano pertanto:

- la stima di risposta sismica semplificata, secondo i criteri nazionali (D.M. 2008) e regionali (Delib. Reg. 112/2007);
- un ulteriore approfondimento del contesto di pericolosità sismica locale in termini di risposta sismica locale (analisi degli effetti di possibile amplificazione del segnale sismico al suolo e di propensione alla liquefacibilità dei sedimenti granulari saturi

1.4.1 ANALISI SEMPLIFICATE: IL DM 14/01/08

Le principali novità introdotte da questa normativa sono state ben descritte nella <<Relazione Geologica – Microzonazione Sismica>> allegata al quadro conoscitivo del PSC di Ozzano dell'Emilia (Viel & Sangiorgi, 2008). Si rimanda quindi al lavoro citato per un ulteriore approfondimento.

In sintesi, Il DM del 14/01/2008 ha introdotto un nuovo approccio di verifica dell'azione sismica nella progettazione basato su precisi criteri prestazionali delle opere da progettare, e valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere

effettuata sulla scorta delle ormai note “categorie di sottosuolo” e della definizione di una <<pericolosità di base>> fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l’intero territorio nazionale.

Ai punti del reticolo vengono attribuiti, per differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di ag e dei principali “parametri spettrali” riferiti all’accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell’azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T*c). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica sono forniti dall’INGV e pubblicati nel sito http://esse1.mi.ingv.it/.

La figura 1.4 propone la sovrapposizione del territorio comunale di Castenaso con il reticolo di riferimento, estratta dal sito dell’INVG. A questi sono stati ulteriormente sovrapposti le aree di P.O.C. studiate. Si è così valutata la pericolosità semplificata di ogni Ambito sulla base delle coordinate topografiche corrispondenti grosso modo al baricentro di ogni area. Le coordinate sono state implementate nel programma <<Spettri-NTC>> fornito dal Consiglio Superiore dei LL.PP. che consente l’aggancio automatico ai punti del reticolo più vicini ed in automatico la valutazione dei parametri semplificati di azione sismica.

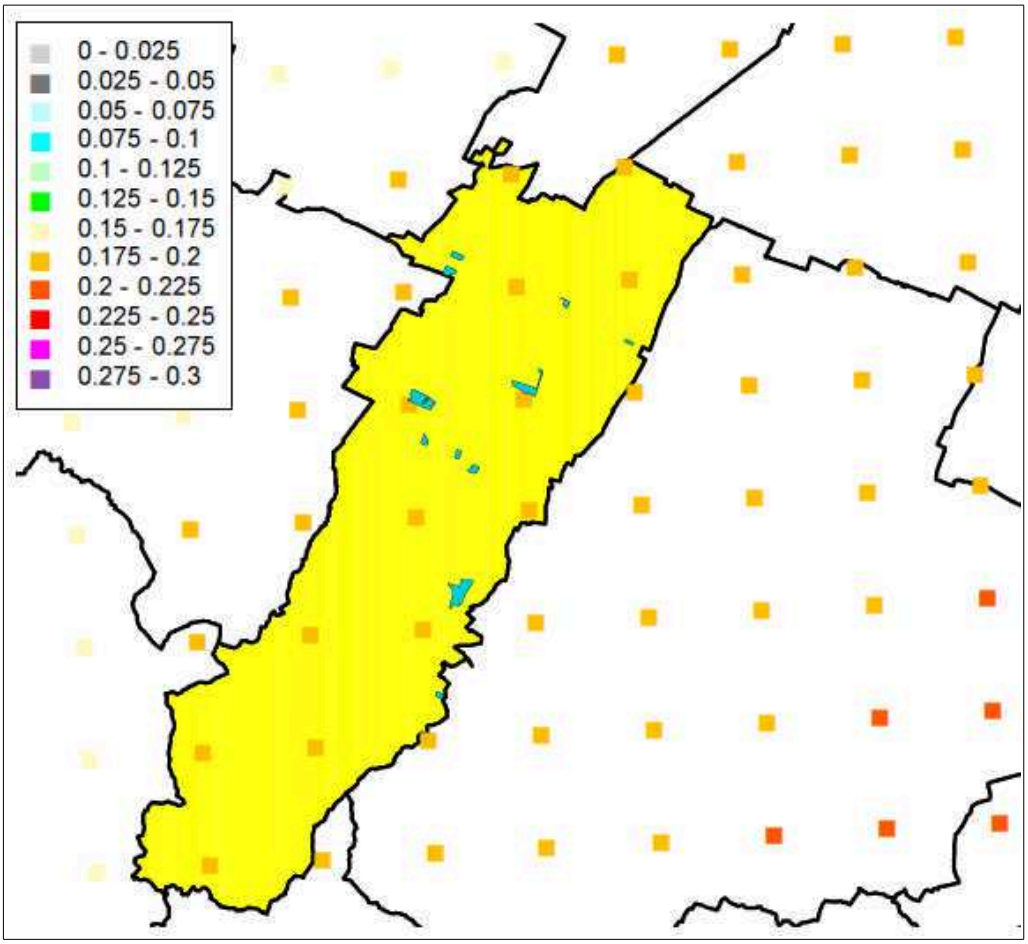


Figura 1.4 – Sovrapposizione del territorio di Ozzano dell'Emilia e degli Ambiti di POC (in azzurro) con il reticolo di riferimento di pericolosità sismica nazionale (dal sito www.esse1-gis.mi.ingv.i)

Per ogni Ambito si riporta la tabella dei parametri di azione sismica riferiti a differenti tempi di ritorno (TR), in particolare si evidenzia che per TR di 475 anni è possibile il confronto della ag massima attesa al suolo assunta dalla Regione Emilia-Romagna (TR di 475 anni con smorzamento del 5%): in questo senso le ag massime attese al suolo ricavate secondo la normativa semplificata nazionale sono comprese tra 0,180g a 0,187g con un lieve aumento della pericolosità sismica del territorio di Ozzano verso SE. Nella delibera regionale, al Comune di Ozzano viene invece attribuita una ag massima scalata di 0,183g per tutto il territorio comunale.

1.4.2 ANALISI SEMPLIFICATE: LA DELIBERA REGIONALE 112/2007

Per ogni approfondimento sulle novità introdotte dalla delibera regionale, si rimanda ancora alla Relazione Geologica – Microzonazione Sismica del PSC. In sintesi, la delibera propone la definizione semplificata delle amplificazioni locali sulla base delle tabelle allegate in appendice al documento e riferite a grandi situazioni morfologico-stratigrafiche ("secondo livello" di analisi). Le variabili, da inserire nelle tabelle per la stima dell'amplificazione locale sono:

- F.A. P.G.A. → rapporto tra la massima ampiezza dell'accelerazione su affioramento rigido (amax,r) e la massima ampiezza dell'accelerazione alla superficie del deposito (amax,s) alla frequenza f. Il fattore di amplificazione dipende dalla frequenza di eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento D e dal rapporto tra l'impedenza sismica, prodotto tra densità-velocità, della roccia base e quella del deposito;
- F.A. S.I. - Intensità spettrale di Housner → indicatore della pericolosità sismica, è definito come l'area sottesa dello spettro di risposta di pseudovelocità, nel nostro caso per i due intervalli di frequenze, rispettivamente da 0.1<T0<0.5 s e da 0.5<T0<1 s;
- la velocità equivalente delle onde di taglio nel sottosuolo.

Sulla base dei contenuti della citata delibera regionale, lo studio sismico elaborato per il PSC ha prodotto una cartografia di microzonazione sismica drlla pianura (elaborati Oz.B.1.6a e Oz.B.1.6b) basata sulla variazione locale di due insiemi di parametri fondamentali: la distribuzione delle Vs nel sottosuolo e l'accertamento della liquefacibilità delle sabbie sature entro i primi 20 metri dal p.c.

Per la stima delle amplificazioni locali, i valori delle Vs30 (calcolate tramite le prove geognostiche e geofisiche note all'epoca del lavoro) sono state implementate nelle tabelle regionali ottenendo i coefficienti di amplificazione. Il substrato geologico è stato ipotizzato a due diverse profondità: circa 60 metri per la zona del Capoluogo; ad una profondità di circa 120 m per ciò che riguarda la zona industriale di Quaderna e Ponte Rizzoli. Di conseguenza i valori dei fattori di amplificazione fanno riferimento a due differenti tabelle: per il Capoluogo ai valori attribuiti a <PIANURA 1>, per le zone rimanenti a <PIANURA 2>

Le nuove indagini geognostiche e geofisiche effettuate per il POC ed altre prove di repertorio ulteriormente disponibili per questo lavoro hanno permesso un significativo raffinamento delle conoscenze di sottosuolo, in particolare per quanto riguarda la distribuzione delle Vs. Ciò ha imposto una revisione della zonizzazione sismica del PSC e le modifiche sono state tradotte in una nuova cartografia di sintesi che diviene il nuovo riferimento di pericolosità sismica di scala comunale.

Per la stima della distribuzione delle Vs nel sottosuolo, espletata per lo studio sismico del PSC, vennero eseguite quattro prove MASW, oltre all'elaborazione di

un modello di distribuzione delle Vs dagli esiti di una prova tromografica (TR6). Le prove avevano fornito i seguenti esiti:

- MASW 1 (zona Circolo Tennis) → 340 m/s
- MASW 2 (zona v. Tolara di Sopra) → 325 m/s
- MASW 3 (zona industriale Quaderna) → 283 m/s confrontata con l'esito della tromografia TR6 eseguita in adiacenza → 277 m/s
- MASW 4 (zona industriale Ponte Rizzoli) → 310 m/s

Per le analisi relative al POC, sono state eseguite altre prove geofisiche (MASW e tromografie). In particolare si sono elaborati modelli di distribuzione di Vs nel sottosuolo dagli esiti delle prove MASW e tromografiche (sovrapposizione della curva H/V-f sperimentale e la curva H/V-f sintetica). Gli esiti delle nuove prove sono i seguenti:

- MASW 5 (zona v. Olmatello) → 293 m/s confrontata con l'esito della tromografia TR32 eseguita in adiacenza → 281 m/s
- MASW 6 (località Il Ponte) → 221 m/s
- MASW 7 (zona ex allevamento suini, Ambito ARP) → 326 m/s
- TR19 → 223 m/s
- TR20 → 241 m/s
- TR21 → 202 m/s
- TR23 → 257 m/s
- TR24 → 247 m/s
- TR26 → 260 m/s
- TR30 → 288 m/s
- TR33 → 331 m/s
- TR34 → 275 m/s
- TR35 → 282 m/s
- TR36 → 225 m/s

Inoltre si sono considerati gli esiti di Vs ricavati dalle seguenti tromografie di repertorio:

- TR8 (prova eseguita per il PSC) → 239 m/s
- TR13 (prova eseguita per il PSC) → 254 m/s
- TR38 → (prova eseguita dallo Studio scrivente) 316 m/s
- TR39 → 491 m/s

In conclusione, tutti gli esiti di Vs30 ricavati dalle prove eseguite in pianura, ricavabili dalle colonne distributive della velocità delle onde di taglio, sono compresi nella categoria di sottosuolo “C” (NTC 2008) ossia 180 m/s<Vs<360 m/s a conferma di quanto già evidenziato nel PSC.

I nuovi dati geofisici dimostrano però una diversa distribuzione delle Vs30 nella

pianura rispetto a quanto è stato estrapolato nello studio per il PSC. In particolare si è evidenziato un netto decadimento delle velocità delle onde di taglio verso nord (soprattutto a nord dell'Autostrada A14) e nella parte orientale del territorio comunale (verso il Quaderna) riferibile ad una presenza più significativa di intervalli superficiali di sedimenti fini (limi ed argille) rispetto a quanto interpretato nel PSC. Si tratta infatti di sottosuoli che, nella loro porzione più recente (superficiale), sono caratteristici di un ambiente deposizionale di interconoide a sud e di interbacino/intercanale verso nord, comunque con deposizione di sedimenti prevalentemente fini e pertanto caratterizzati da minori velocità delle onde di taglio e rigidezza.

Velocità più elevate delle onde di taglio (a parziale conferma di quanto interpretato nello studio di PSC) si misurano soprattutto nella porzione a sud della via Emilia, per la presenza di intervalli granulari attribuibili a conoidi di corsi d'acqua secondari (es. Rio Centonara). Vs più elevate si riscontrano anche nella porzione di centro-occidentale del Capoluogo per la presenza di alvei di divagazione attribuiti al torrente Idice. Questo corso d'acqua è capace di energie trattive più importanti e pertanto del trasporto di ghiaie e ciottoli, come quelle rinvenute anche nel sondaggio eseguito per il PSC nella zona industriale di Ponte Rizzoli.

Tutte queste considerazioni hanno permesso una ridefinizione delle classi di distribuzione delle Vs necessari per la microzonazione sismica semplificata in ossequio alla delibera regionale n.112/2007, ottenendo le seguenti di distribuzioni di Vs:

1) per la pianura

200<Vs30<250 (intervallo nuovo rispetto al PSC)

250<Vs30<300

300<Vs30<350

2) per l'ambito che ricade nell'Appennino/margine Appenninico Padano

200<VsH<250

Le tavole della nuova zonizzazione sismica proposta (elaborati Oz.B.1.6bis_a e Oz.B.1.6bis_b) sono allegate alla presente relazione.

1.4.3 ANALISI NUMERICA MONODIMENSIONALE DI AMPLIFICAZIONE LOCALE E CONFRONTO DEGLI SPETTRI H/V

Lo studio geologico e sismico espletato per il PSC ha consentito l'elaborazione di tre modelli numerici di risposta sismica locale tramite l'utilizzo del software SHAKE 2000, rappresentativi di tre differenti contesti litologici di sottosuolo e denominati “Capoluogo”, “Ponte Rizzoli” e “Quaderna”:

Per gli aspetti descrittivi dei modelli elaborati si rimanda alla relazione geologica e sismica del PSC. Qui è doveroso sottolineare che i nuovi dati di sottosuolo consentono alcune precisazioni di correlabilità dei modelli sopra menzionati, ossia:

1) “Capoluogo” → è riferibile alla porzione più meridionale del Capoluogo (a sud del viale 2 giugno), dove il sottosuolo è caratterizzato da ghiaie alluvionali profonde tra 10÷15 metri circa dal p.c., con un buon grado di addensamento che aumenta progressivamente con la profondità; il sottostante bedrock marino (“Sabbie Gialle di Imola”) è collocabile a

profondità di circa 45 metri;

2) "Ponte Rizzoli" → rispetto a quanto scritto nella Relazione del PSC, questo modello appare meglio riferibile alla porzione settentrionale del capoluogo ed in particolare ed alla zona industriale "Ponte Rizzoli" (strati ghiaiosi e ciottolosi profondi circa 5÷6 metri);

3) "Quaderna" → è riferibile alla zona industriale Quaderna ed estrapolabile a tutta la porzione orientale dell'area studiata, con sottosuolo caratterizzato da intervalli superficiali più potenti di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille).

Gli esiti di questi modelli di risposta simica sono allegati in forma tabulare e grafica in calce al testo. Per gli Ambiti di pianura analizzati in questo lavoro, si è valutato caso per caso la correlabilità degli esiti con il contesto puntuale riscontrato.

Per questo lavoro, le tracce tromografiche sono state analizzate per un ulteriore approfondimento sugli effetti di amplificazione locale in caso di sisma. Le acquisizioni tromografiche, sfruttando la teoria ormai consolidata dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quello verticale, permettono la stima della frequenza di risonanza fondamentale (fr) del sottosuolo e della profondità del bedrock sismico secondo la relazione fr = Vs/4H (con H = spessore dello strato meno rigido soprastante), valida nella situazione semplificata di sistema monostrato piano. Occorre premettere che in un sistema di sottosuolo più complesso, ovvero più similare alla realtà geologica locale (più strati lenticolari) l'equazione sopra indicata non può essere applicata cosi linearmente. Inoltre, la tecnica dei rapporti H/V non consente una stima quantitativa del coefficiente di amplificazione.

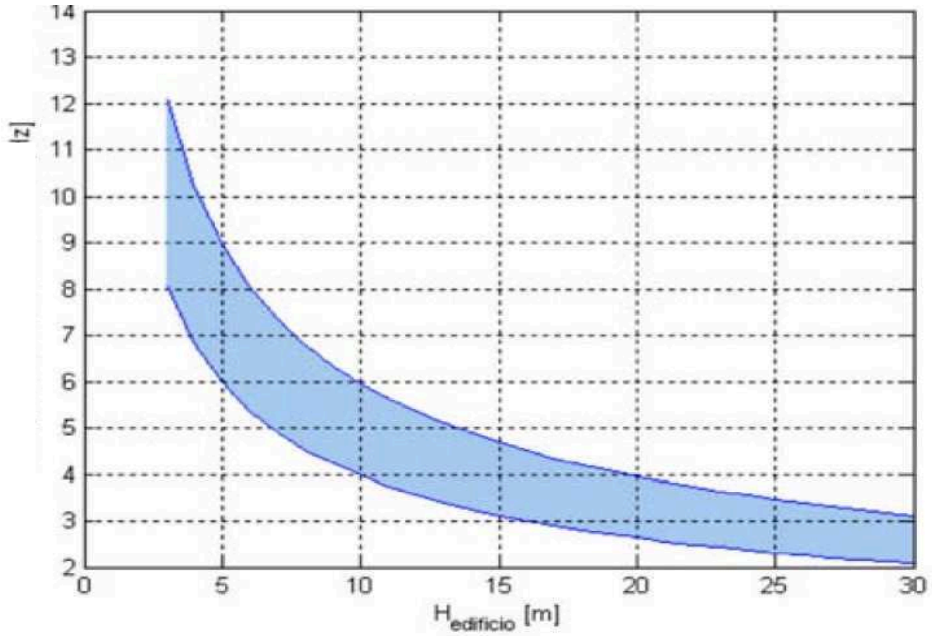


Figura 1.5 – Abaco di relazione tipica tra altezza edificio in c.a. - primo modo flessionale (da Masi et al., 2007)

Lo spettro H/V di un sistema multistrato può comunque ritenersi una sommatoria delle frequenze di risonanza dei principali strati in grado di indurre contrasti di impedenza sismica; e la distribuzione delle frequenze di risonanza del sottosuolo può dunque essere un primo strumento di valutazione della vulnerabilità

degli edifici esistenti (o di previsione) agli effetti di amplificazione locale del moto sismico. È infatti noto come le strutture siano caratterizzate da differenti modi di vibrazione, in funzione di molti parametri tra cui l'elevazione, la tipologia, il materiale costruttivo, ecc. Dal punto di vista analitico, la vibrazione di un edificio è governata soprattutto dalla sua altezza. In questo senso, la figura 1.5 riporta un abaco di possibile relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza propria.

Un'ulteriore relazione empirica che lega la frequenza di vibrazione di un edificio e la sua altezza è la seguente: f = (10÷12)/n.piani.

La coincidenza tra frequenze di risonanza naturale del terreno e frequenze di vibrazione delle strutture può dunque causare pericolose amplificazioni nel caso di impulsi ciclici dovuti ad un evento sismico.

Le numerose acquisizioni tromografiche già disponibili nel territorio di Ozzano dell'Emilia (prove di repertorio; prove eseguite per questo specifico lavoro) hanno dunque consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" sottosuolo-strutture/manufatti in elevazione. Per quanto detto, nel controllo degli spettri H/V si sono considerate queste tre finestre di frequenze:

1) f ≤ 2,7 Hz → si tratta di frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani) e di di riflettori simici (strati più rigidi) nel sottosuolo la cui profondità è stimata ad oltre 20 metri;

2) 2,7 Hz < f ≤ 4 Hz → si tratta di frequenze tipiche di edifici di media elevazione (tra 20 metri e 10 metri, oppure tra 2 e 5 piani circa) e di riflettori simici nel sottosuolo a profondità stimate tra 20 e 12 metri;

3) f > 4 Hz → si tratta di frequenze tipiche di edifici bassi (inferiori a 10 metri oppure minori di 2 piani) e di di riflettori simici nel sottosuolo più superficiali; si è inoltre imposto un limite alle frequenze più elevate (riconducibili a strati riflettori collocati a profondità inferiori a 5 m, pertanto non significativi per l'amplificazione dell'impulso sismico). Tale limite è collocabile a frequenze variabili tra circa 9 Hz e 12,5 Hz in funzione del contesto paleogeografico e della distribuzione delle Vs più superficiali.

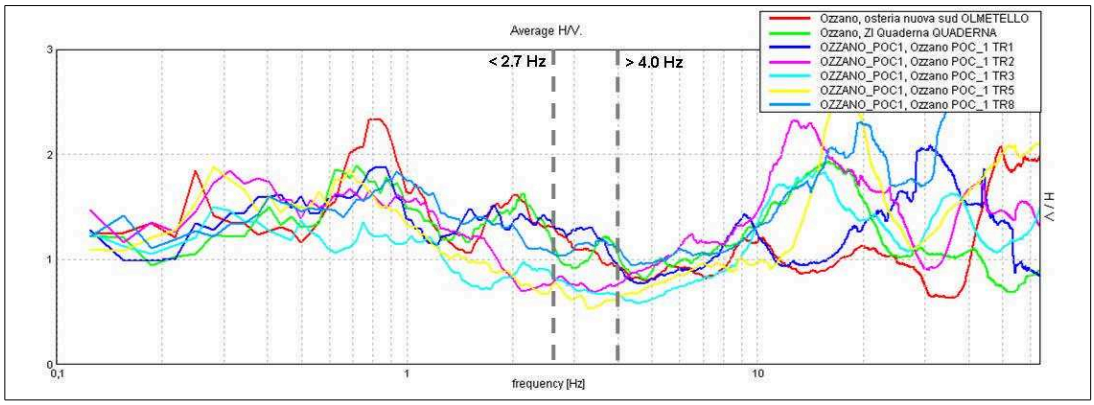


Figura 1.6 – Confronto delle tracce tromografiche eseguite nella pianura limitrofa al Quaderna (f ≤ 2,7 Hz)

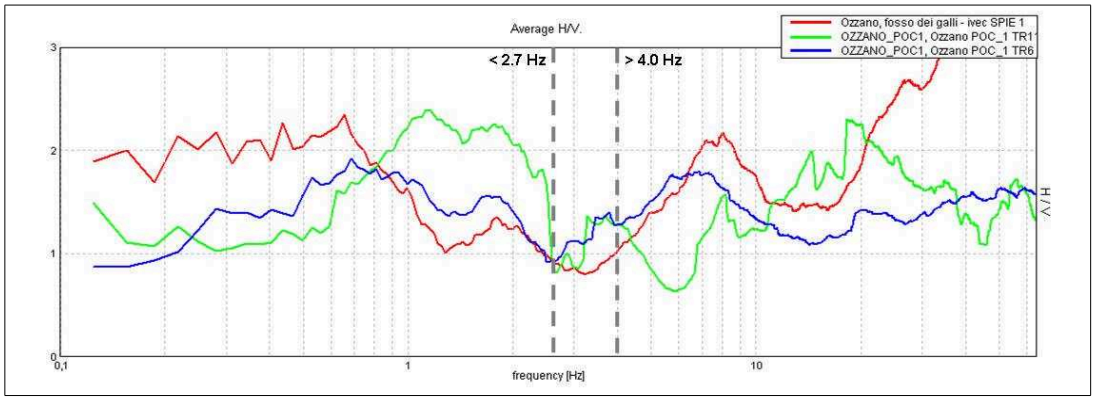


Figura 1.7 – Confronto di alcune tracce tromografiche eseguite nel Capoluogo (f > 4 Hz)

Tutte le tracce tromografiche rilevano amplificazioni a frequenze inferiori a 2,7 Hz (frequenze fondamentali di amplificazione legate al "bedrock sismico" e/o amplificazioni del rumore sismico indotte da contrasti di impedenza significativi in profondità). A frequenze maggiori, le prove tromografiche rilevano invece un'ampia variabilità del segnale registrato, cioè misurano amplificazioni del rapporto H/V che possono essere comprese soltanto in una, oppure anche in entrambe le altre due finestre di frequenze considerate; in altri casi non si hanno picchi significativi di amplificazione fino a frequenze di 9÷12,5 Hz.

Questo ulteriore controllo delle tracce tromografiche ha permesso l'elaborazione di una zonizzazione di massima della risposta sismica del territorio studiato in termini di possibili frequenze di risonanza. In questo senso si è deciso un ulteriore raggruppamento degli esiti, distinguendo le seguenti due zone:

1) f ≤ 4 Hz → in questa zona si rilevano amplificazioni per frequenze medio-basse, correlabili con possibili effetti di doppia risonanza per edifici di altezza superiore a due piani (condomini, palazzi, chiese, ecc.);
2) f > 4 Hz → sono importanti soprattutto per edifici di modesta altezza (case con massimo due piani di elevazione; capannoni industriali, ecc.);

La seguente figura 1.8 riporta la zonizzazione sopra descritta, indicando i punti di acquisizione tromografica che sono risultati utili per questa l'elaborazione. Si è utilizzata anche una particolare simbologia per evidenziare gli esiti di possibile doppia risonanza per edifici bassi, medi ed elevati (come sopra descritto).

Per gli Ambiti studiati si fornisce una utile discussione in merito agli esiti di questa ulteriore elaborazione della pericolosità sismica.

1.4.4 VERIFICHE DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Le verifiche effettuate per l'elaborazione più dettagliata del PSC hanno permesso di proporre una zonizzazione sismica per un areale che comprende le principali aree di espansione, il Capoluogo e le maggiori zone produttive, come riportato nelle tavole Oz.B.1.6a e Oz.B.1.6b. e basata sulla ricostruzione del contesto paleogeografico ed idrogeologico comunale. Per ogni approfondimento si rimanda pertanto alla Relazione Geologica e Microzonazione sismica elaborata per il PSC.

La nuova cartografia di micro zonazione prodotta per questo lavoro (tavole Oz.B.1.6bis_a e Oz.B.1.6bis_b) ha conservato la precedente zonizzazione di propensione alla liquefazione, sebbene tutte le terebrazioni effettuate per questo

lavoro (penetrometrie CPTE/U e CPT) abbiano fornito esiti escludenti. Occorre comunque ribadire che la suscettibilità alla liquefazione dei sedimenti granulari saturi rappresenta un parametro importante da valutare fino alla scala di dettaglio puntuale (analisi di progetto); anche il contesto paleogeografico che caratterizza il territorio di Ozzano presuppone la possibilità di corpi granulari in falda potenzialmente liquefacibili.

Sebbene la zonizzazione di propensione alla liquefazione sia cautelativa, le successive indagini di obbligatorio approfondimento per i PUA e per le fasi di progettazione hanno anche il compito di confermare o smentire localmente questo contesto.

In questo senso, le misure di resistenza alla punta normalizzate, ottenute dalle prove penetrometriche CPTE/U effettuate anche per questo lavoro, consentono di ottenere indirettamente una ulteriore stima della possibile liquefazione dei sedimenti saturi attraversati, sottoposti ad impulsi ciclici. Per questa stima si è ricorsi alle proiezioni logaritmiche di Robertson (1996) e di Olsen, Koester & Hynes (1996): gli esiti ottenuti dalla punta strumentata, durante la penetrazione nel sedimento, sono proiettati nel diagramma che integra i logaritmi dei valori di “Qc”, con i logaritmi dei valori della “Fr”.

Per ogni Ambito di questo POC, ove si sono realizzate penetrometrie con puntale elettrico, vengono riprodotti i diagrammi che rappresentano gli esiti delle proiezioni sopra citate, ottenute con i dati meccanici delle prove eseguite. I diagrammi forniscono dati per ogni intervallo di 10 cm (media di 5 valori misurati dalla punta elettrica durante la penetrazione dello strumento). Il colore dei punti plottati è riferito alla profondità dal p.c., il numero di punti per ogni colore indica lo spessore complessivo dell'insieme di intervalli considerati, l’addensamento o la diffusione dei punti colorati nei vari campi fornisce l’immagine dell’uniformità od eterogeneità di comportamento in relazione ai parametri considerati. I punti plottatti nella proiezione di Robertson (1996) possono ricadere nei seguenti campi identificati con lettere maiuscole:

campo A = liquefazione ciclica possibile, in dipendenza dall'ampiezza e dal tempo del carico ciclico;

campo B = liquefazione improbabile, Ic (Indice di Comportamento) >2,6;

campo C = liquefazione fluida ciclica possibile, in dipendenza dall’ampiezza e dal tempo del carico ciclico dalla plasticità e sensitività.

Nella seconda proiezione (Olsen e Mitchell, 1995; Olsen et al, 1996) si possono leggere i valori ricavati per CRR (Cyclic Resistance Ratio), oltre alle tessiture ed al grado di consolidazione dei sedimenti attraversati.

In conclusione, l'insieme dei due diagrammi consente di avere una percezione visiva e sintetica delle condizioni di liquefacibilità calcolate per le verticali indagate.

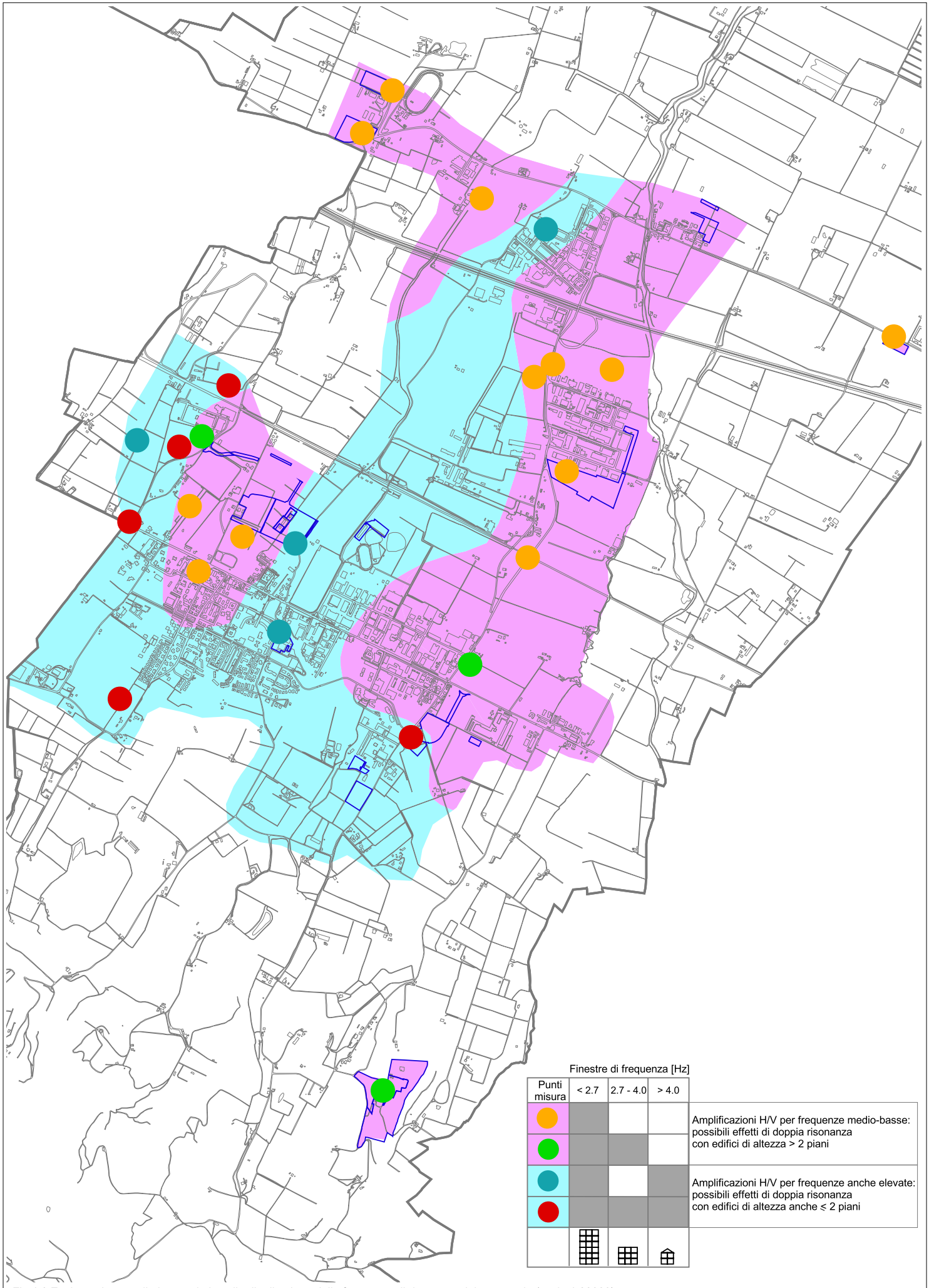


Fig 1.8 Zonizzazzione preliminare relativa alla distribuzione delle frequenze di risonanza del sottosuolo (scala 1:22000).

2 MICROZONAZIONE SISMICA

Le nuove indagini geognostiche e geofisiche eseguite hanno imposto una revisione della micro zonazione, sintesi grafica e geografica delle informazioni raccolte ed elaborate, che si è tradotta nella stesura di una nuova cartografia (tavole Oz.B.1.6bis_a e Oz.B.1.6bia_b) allegata fuori testo.

Nelle nuove tavole proposte si sono adottati gli stessi criteri di zonazione e cioè le zone sono distinte per con una sigla alfanumerica che riporta:

• *la categoria del sottosuolo di fondazione (lettera maiuscola)*

Tutte le indagini effettuate riconfermano che la categoria di sottosuolo di fondazione riscontrata nell'intero territorio comunale è "C" (§1.4.2)

• *la possibilità di liquefazione (numeri romani)*

si riprende la classificazione adottata per lo studio geologico e sismico del PSC (a cui si rimanda per ogni approfondimento) e cioè

I – Sedimenti granulari attualmente insaturi: sono aree in cui la presenza di tessiture granulari è stata verificata, almeno nei primi 10-12 metri. Si tratta di intervalli sabbiosi di potenza variabile, in condizioni di non saturazione probabilmente reversibile e alternati a livelli ghiaiosi

II – Possibilità di liquefazione (spessore e tessitura da controllare): sono aree in cui la presenza di tessiture granulari è stata verificata, almeno nei primi 10-12 metri. Si tratta di sequenze sabbiose generalmente caratterizzate da abbondante matrice limosa e/o scheletro ghiaioso e con potenze comprese tra 1 e 2 metri. Per la verifica della liquefazione si dovranno controllare localmente lo spessore e i fusi granulometrici e la quota piezometrica della falda

• *il fattore di amplificazione locale attribuito (numero arabo)*

1 – fattori di amplificazione locale (per 200<Vs<250 e PIANURA1) → F.A. (PGA) = 1,7; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,9; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,5

2 – fattori di amplificazione locale (per 250<Vs<300 e PIANURA1) → F.A. (PGA) = 1,6; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,4

3 – fattori di amplificazione locale (per 300<Vs<350 e PIANURA1) → F.A. (PGA) = 1,6; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,1

4 – fattori di amplificazione locale (per 200<Vs<250 e PIANURA2) → F.A. (PGA) = 1,5; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,3

5 – fattori di amplificazione locale (per 250<Vs<300 e PIANURA2) → F.A. (PGA) = 1,5; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,7; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,3

6 – fattori di amplificazione locale (per 200<VsH<250 e APPENNINO/MARGINE APPENNINICO) → F.A.(PGA) = 2,0; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,9; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 1,5

Le sigle riportate nelle Tavole Oz.B.1.6bis_a e Oz.B.1.6bis_b riflettono la zonizzazione illustrata, e sono:

- **C-I-2**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s), sedimenti in cui è poco probabile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di

magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,6; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,4.

- **C-I-3**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s), sedimenti in cui è poco probabile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,6; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,1.
- **C-I-5**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s), sedimenti in cui è poco probabile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,5; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,7; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,3.
- **C-II-1**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s) sedimenti in cui è possibile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,7; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,9; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,5.
- **C-II-2**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s) sedimenti in cui è possibile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,6; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,4.
- **C-II-3**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s) sedimenti in cui è possibile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,6; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,1.
- **C-II-4**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s) sedimenti in cui è possibile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,5; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,8; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,3.
- **C-II-5**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s) sedimenti in cui è possibile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 1,5; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,7; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 2,3.
- **C-6**= sottosuolo di fondazione “C” (180<Vs30<360 m/s) sedimenti in cui non è possibile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo ≥ 5,5; fattori di amplificazione locale F.A.(PGA) = 2,0; F.A. S.I. (0,1s<To<0,5s) = 1,9; F.A. S.I. (0,5s<To<1s) = 1,5

3 SCHEDE DESCRITTIVE DEGLI AMBITI

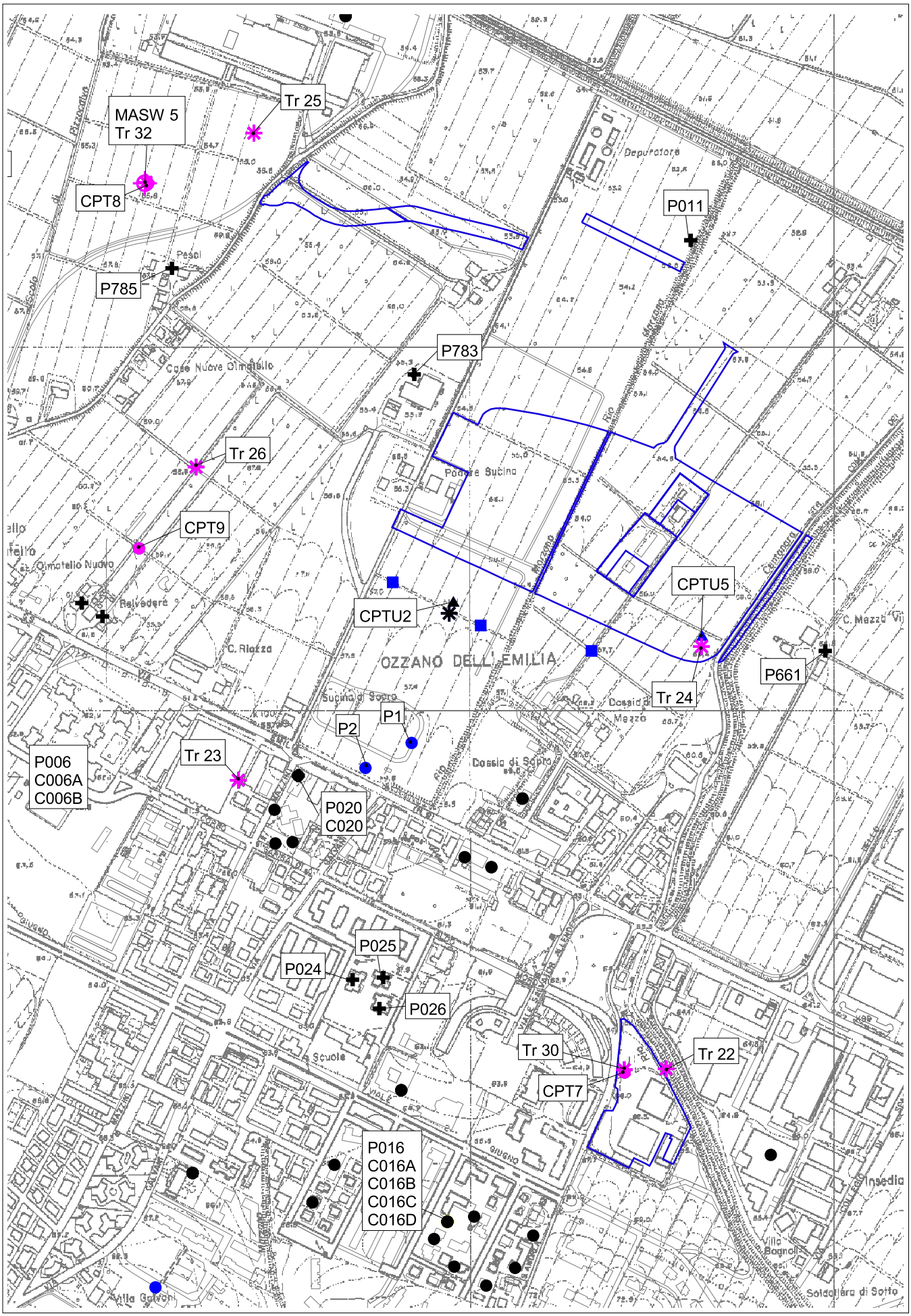


Figura 3.1 (scala 1:7.000) - Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

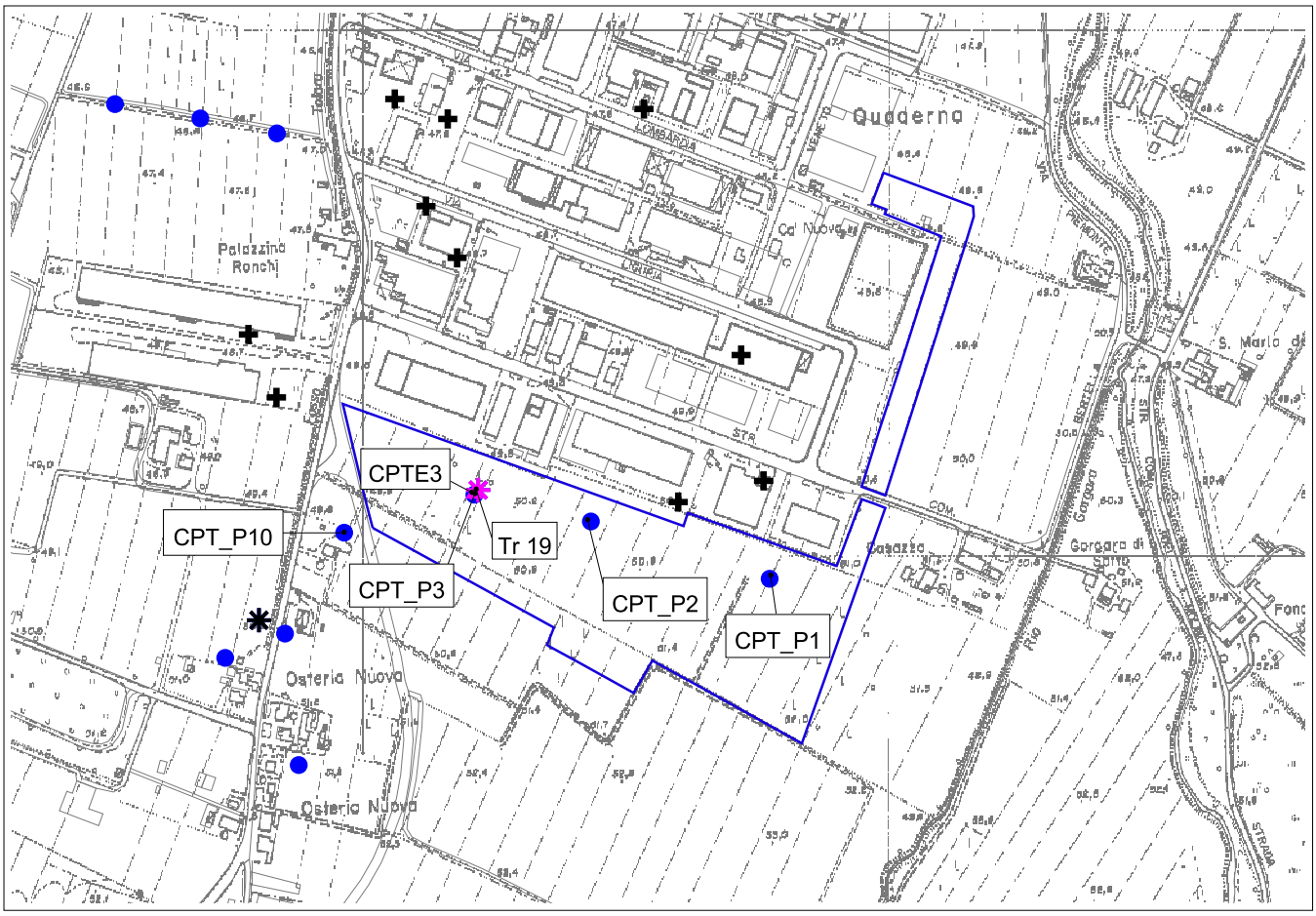


Figura 3.2 (scala 1:7.000) - Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

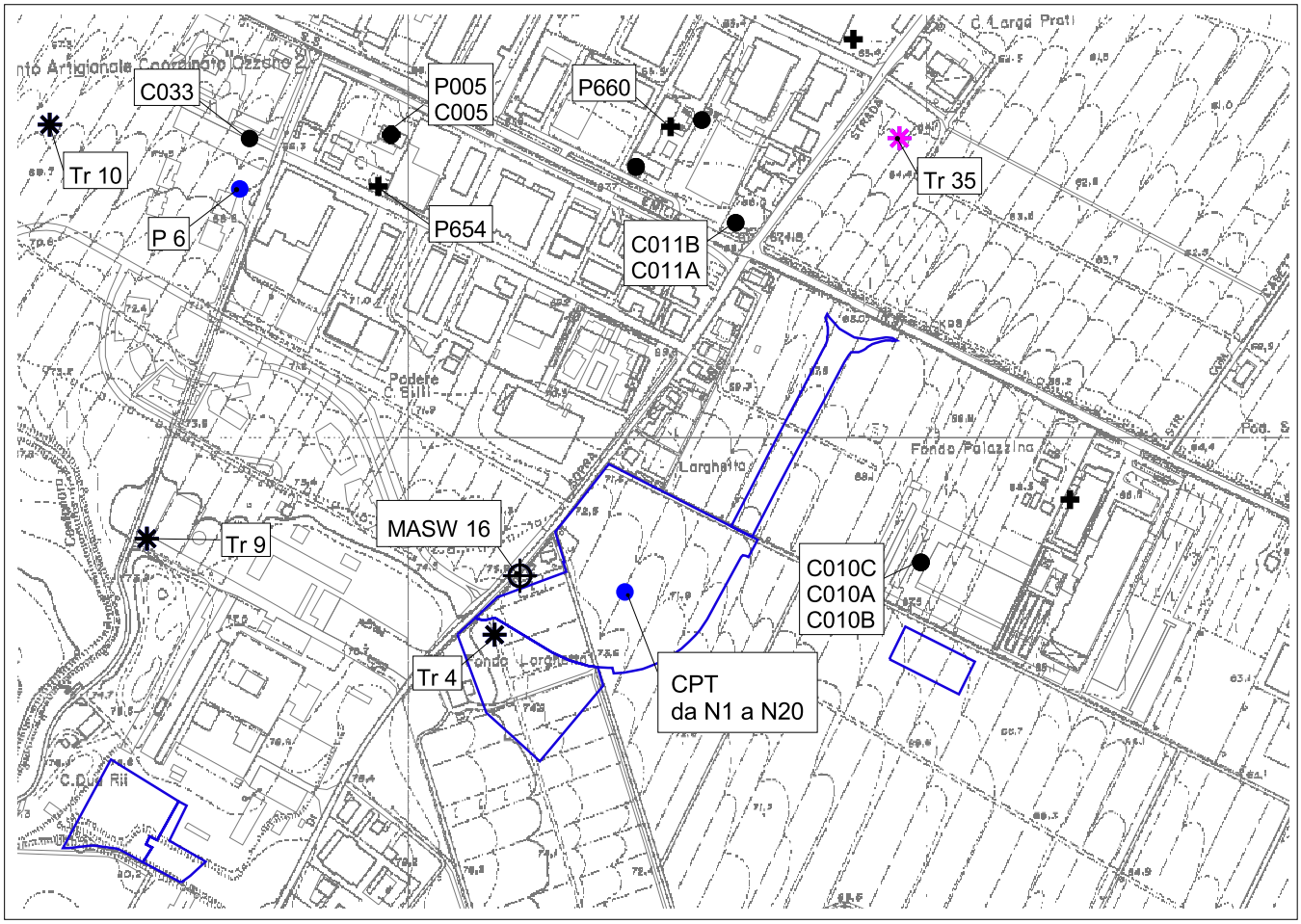


Figura 3.3 (scala 1:7.000) - Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

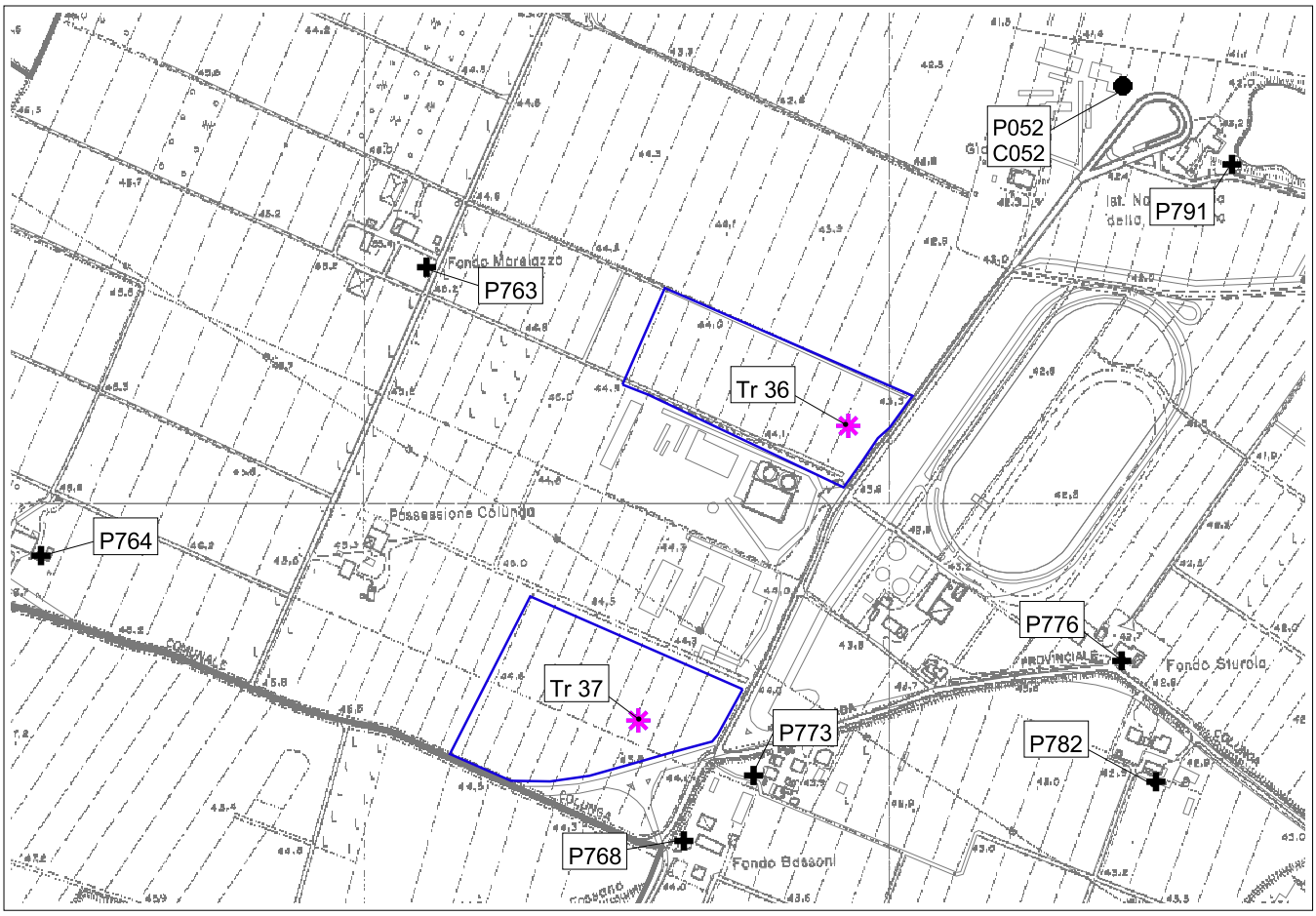


Figura 3.4 (scala 1:7.000) - Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

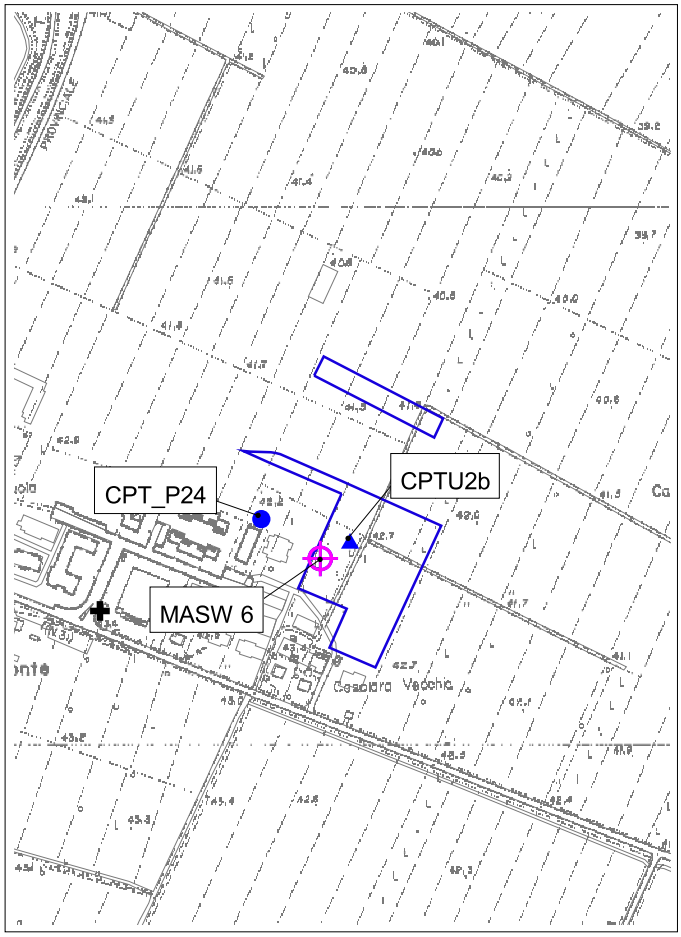


Figura 3.5 (scala 1:7.000)
Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

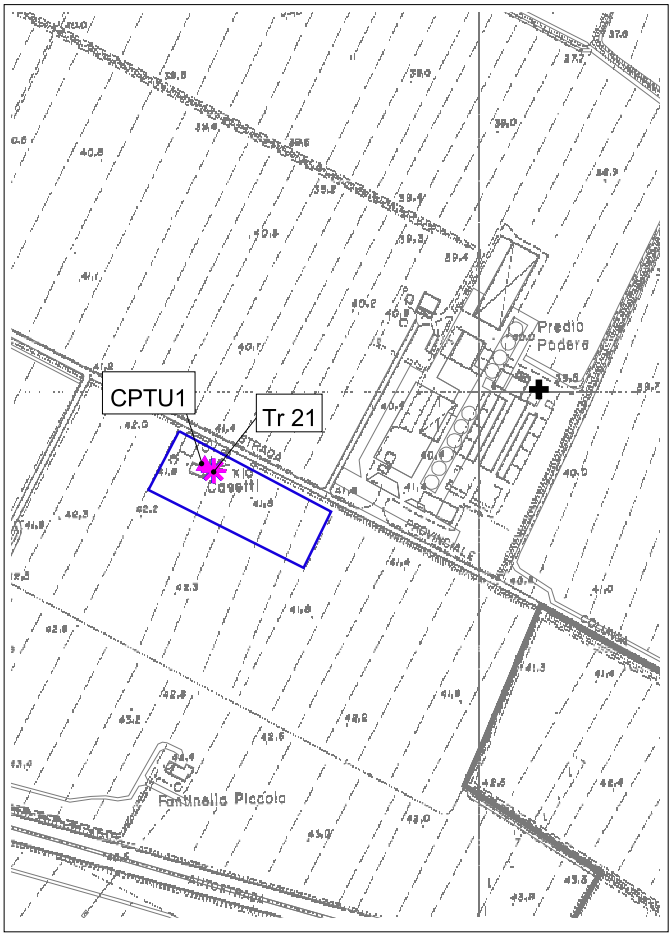


Figura 3.6 (scala 1:7.000)
Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

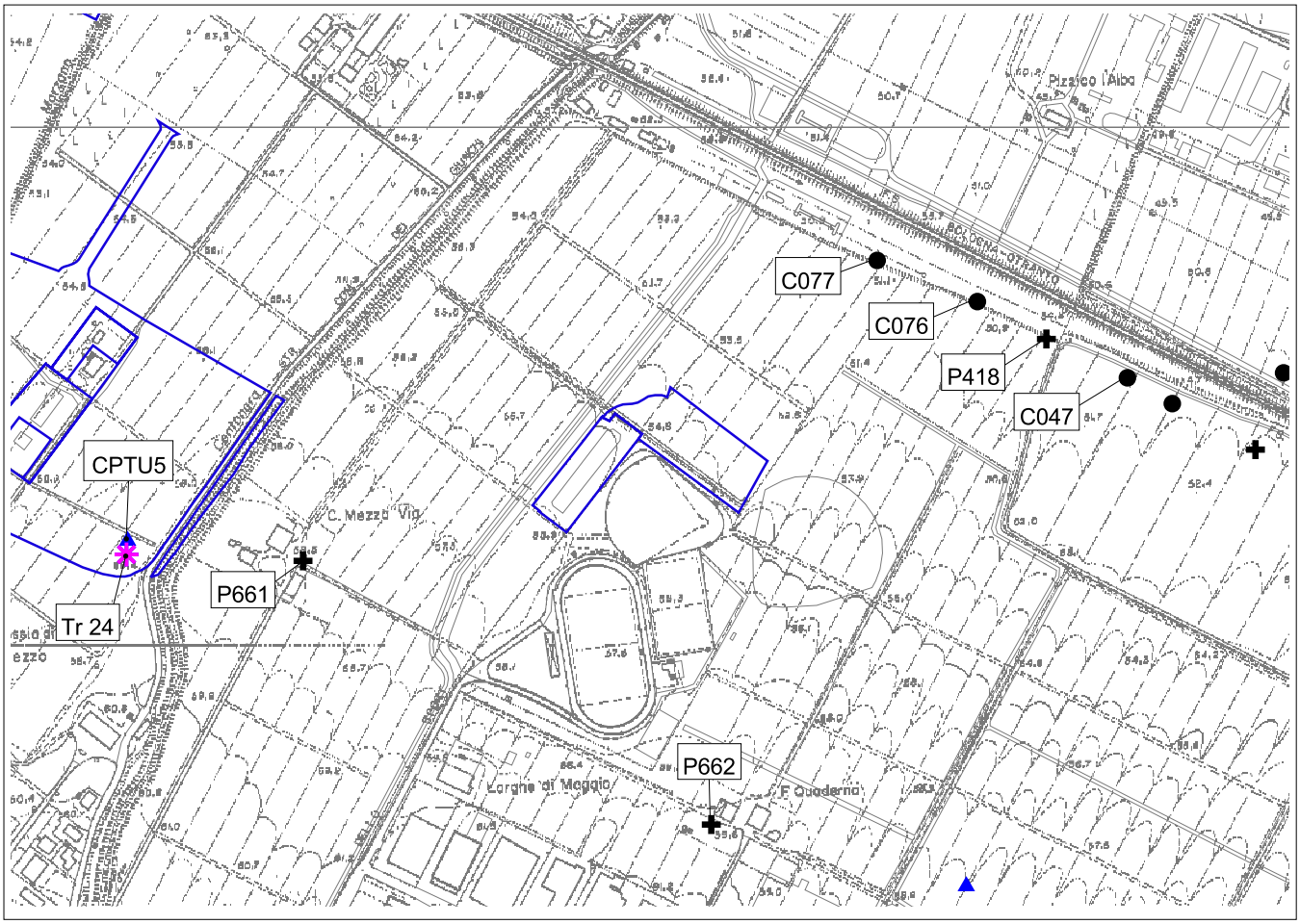


Figura 3.7 (scala 1:7.000) - Per la legenda si rimanda alla figura1.2

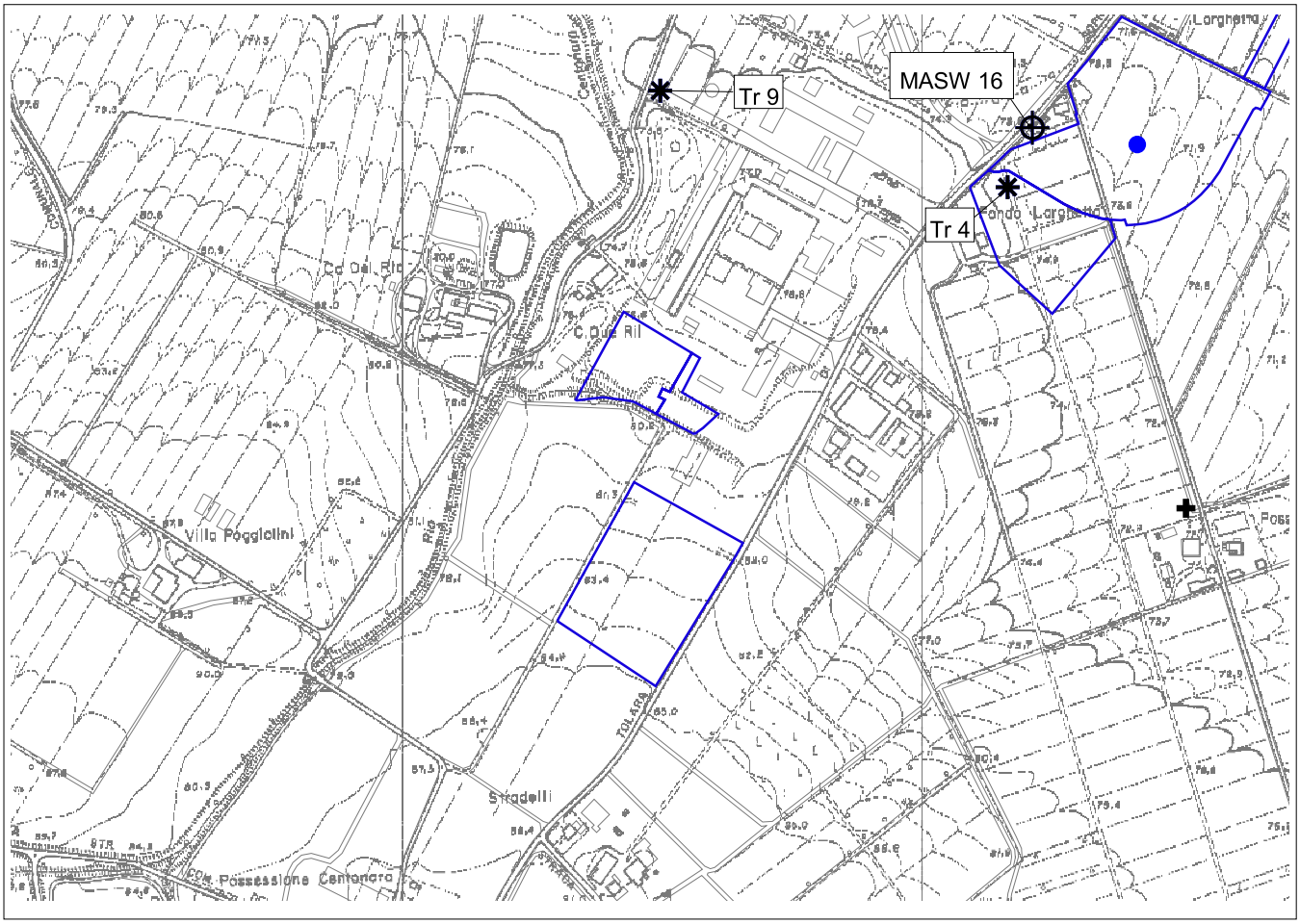


Figura 3.8 (scala 1:7.000) - Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

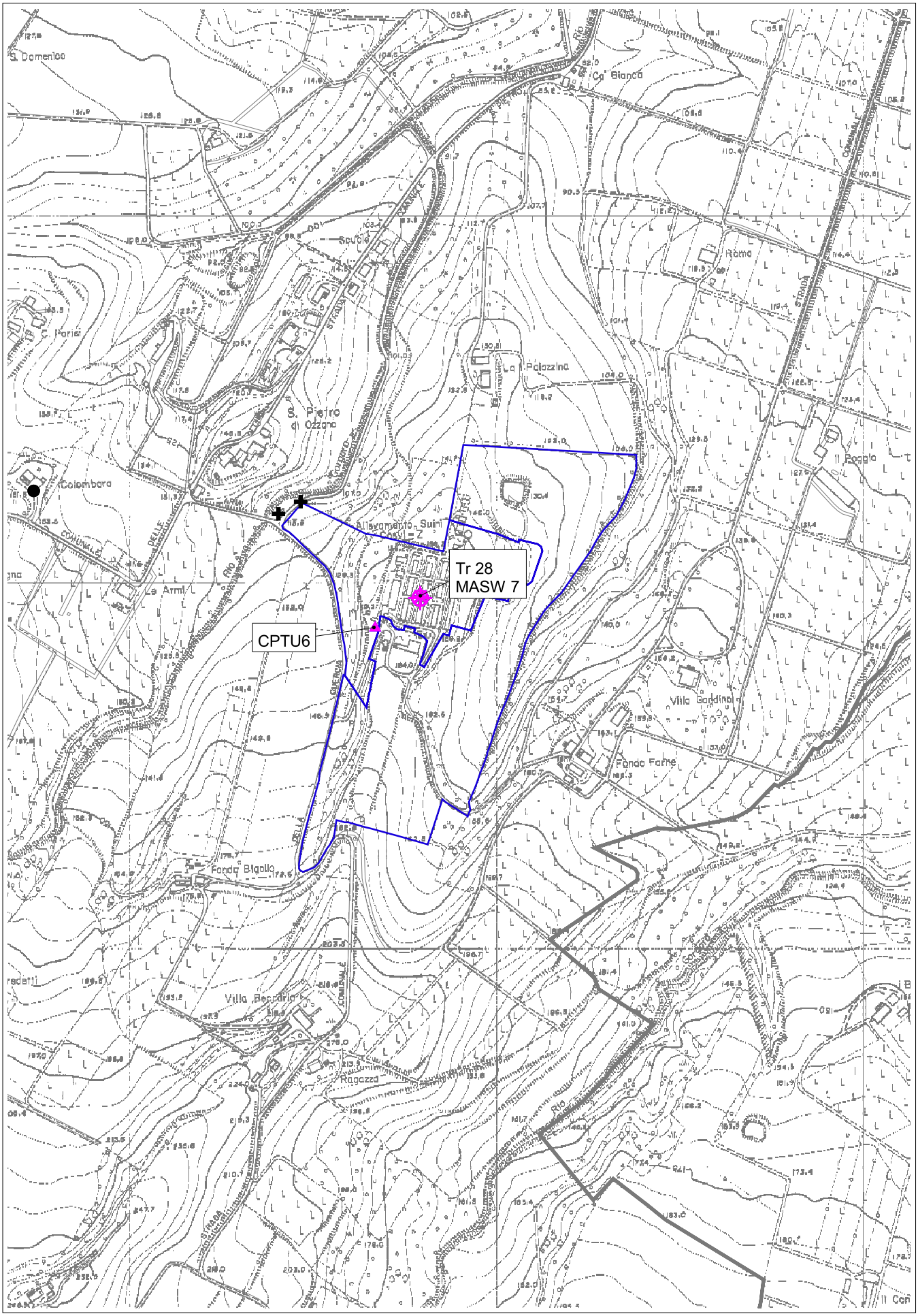


Figura 3.9 (scala 1:7.000) - Per la legenda si rimanda alla figura 1.2

Ambito ANS_C2.1 (id 13)

Quest'area di studio risulta un ambito di potenziale sviluppo urbano a destinazione prevalentemente residenziale. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.1 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU5; CPTU2; 221140P661; 221100P011; 221100P783;

Prove geofisiche di riferimento → TR 24; TR 26

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). L'area di studio è stata investigata da una nuova terebrazione (CPTU5); si dispone inoltre di dati geognostici di repertorio ricavati da prove in comparti limitrofi (CPTU2, 221140P661, 221100P011, 221100P783).

Le indagini geognostiche di riferimento rilevano un orizzonte granulare impenetrabile, di ampia continuità laterale. Il tetto di questo strato granulare pare approfondirsi verso NE: da -3 m dal p.c. a SO dell'Ambito fino a poco oltre 6 metri di profondità nella parte nord orientale dell'area. Le terebrazioni della B/D regionale (221100P011; 221100P783), attraversano questo primo strato ghiaioso, dimostrandone una potenza complessiva di circa 2,5÷3 metri (il letto è dunque collocabile a 8÷9 m di profondità).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia la mancanza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica ha subito l'influenza del cono di depressione piezometrica determinato dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera e la soggiacenza locale è pertanto superiore alla profondità delle penetrometrie di riferimento.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità “DD_1” (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata. Interventi edificatori più impegnativi e la eventuale previsione di locali interrati dovranno prevedere indagini geognostiche finalizzate all'accertamento diretto della potenza dello strato ghiaioso sottostante l'Ambito studiato e della locale piezometria.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU2	1,0 ÷3,0	Argille plastiche	120	--	--	615
CPTU5	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione sugli esiti delle prove tromografiche TR 24 (eseguita all'interno dell'area studiata) e TR 26 (eseguita esternamente più a ovest). In allegato sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR 24 eseguita all'interno dell'Ambito stima una Vs30 di 247 m/s, mentre la limitrofa prova TR 26 stima una Vs30 di 260 m/s. Dunque le velocità equivalenti delle onde di taglio tendono ad un modesto aumento verso ovest, e comunque consentono di estrapolare l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.073	2.440	0.270
72	0.086	2.441	0.276
101	0.098	2.449	0.281
140	0.114	2.435	0.283
201	0.132	2.412	0.287
475	0.182	2.390	0.304
975	0.229	2.427	0.314
2475	0.299	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo

della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica vengono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3 della Relazione Geologica e Sismica.

In sintesi, per l'Ambito in questione, si può estrapolare un contesto di possibile amplificazione variabile con tracce che rilevano possibili amplificazioni per frequenze f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani) ma anche per f > 4Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici bassi – fino a 1-2 piani), in coerenza con la situazione stratigrafica locale riscontrata: il progressivo approfondimento delle ghiaie verso est può indurre nel resto dell'area ad effetti di doppia risonanza con edifici molto bassi (1-2 piani).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda, in particolare della quota piezometrica locale (che dovrebbe avere comunque una elevata soggiacenza).

All'interno dell'area di studio mancano dati stratigrafici e pertanto anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato a profondità variabili da 3 a 6 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, vista anche l'estensione dell'Ambito, si ritiene necessaria l'esecuzione di sondaggi da espletarsi in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. Le terebrazioni dovranno spingersi fino a 15 metri e saranno finalizzate all'accertamento della stratigrafia più profonda e della eventuale piezometria locale.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi dell'amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti di altezza superiore a 4 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio. In conclusione si ritiene necessario eseguire:

- almeno tre prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi e ad appurare la profondità dell'intervallo ghiaioso (il cui tetto si presume collocato ad una profondità variabile tra circa 3÷6 metri dal p.c.).
- nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno due sondaggi a carotaggio continuo che attraversino il primo strato granulare, per appurarne direttamente lo spessore. I carotaggi devono essere spinti fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia fino a tale profondità e per la verifica dell'eventuale piezometria locale.
- nel caso di prevedere nuovi edifici con più di 4 piani di elevazione, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti che si ricaveranno dalle terebrazioni.

Ambito ANS_C2.1 (id 53)

Quest'area di studio risulta un ambito di potenziale sviluppo urbano a destinazione prevalentemente residenziale. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.1 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU5; CPTU2; 221140P661; 221100P011; 221100P783;

Prove geofisiche di riferimento → TR 24; TR 26

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). Per l'area di studio si dispone di dati geognostici di repertorio ricavati da prove in comparti limitrofi (CPTU2, CPTU5, 221140P661, 221100P011, 221100P783).

Le indagini geognostiche di riferimento rilevano un orizzonte granulare impenetrabile, di ampia continuità laterale. Il tetto di questo strato granulare pare approfondirsi verso NE: da -3 m dal p.c. nella porzione SO dell'Ambito fino a poco oltre 6 metri di profondità verso nord est. Le terebrazioni della B/D regionale (221100P011; 221100P783), attraversano questo primo strato ghiaioso, dimostrandone una potenza complessiva di circa 2,5÷3 metri (il letto è dunque collocabile a 8÷9 m di profondità).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia la mancanza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica ha subito l'influenza del cono di depressione piezometrica determinato dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera e la soggiacenza locale è pertanto superiore alla profondità delle penetrometrie di riferimento.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità “DD_1” (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata. Interventi edificatori più impegnativi e la eventuale previsione di locali interrati dovranno prevedere indagini geognostiche finalizzate all'accertamento diretto della potenza dello strato ghiaioso sottostante l'Ambito studiato e della locale piezometria.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU2	1,0 ÷3,0	Argille plastiche	120	--	--	615
CPTU5	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione sugli esiti delle prove tromografiche limitrofe TR 24 e TR 26. In allegato sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR 24 stima una Vs30 di 247 m/s, mentre la prova TR 26, eseguita più ad ovest stima una Vs30 di 260 m/s. Dunque le velocità equivalenti delle onde di taglio tendono ad un modesto aumento verso ovest, e comunque consentono di estrapolare l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.073	2.440	0.270
72	0.086	2.441	0.276
101	0.098	2.449	0.281
140	0.114	2.435	0.283
201	0.132	2.412	0.287
475	0.182	2.390	0.304
975	0.229	2.427	0.314
2475	0.299	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in

elevazione. Gli esiti di questa verifica vengono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3 della Relazione Geologica e Sismica.

In sintesi, per l'Ambito in questione si presumono amplificazioni di risonanza solamente per f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani), in coerenza con la situazione stratigrafica locale riscontrata. La modesta profondità del primo banco ghiaioso (circa 3 m) non dovrebbe consentire amplificazioni di risonanza a frequenze rilavanti per le costruzioni residenziali ed altri manufatti in elevazione.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda, in particolare della quota piezometrica locale (che dovrebbe avere comunque una elevata soggiacenza).

All'interno dell'area di studio mancano dati stratigrafici e pertanto anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato a profondità di circa 3 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, vista anche l'estensione dell'Ambito, si ritiene necessaria l'esecuzione di sondaggi da espletarsi in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. Le terebrazioni dovranno spingersi fino a 15 metri e saranno finalizzate all'accertamento della stratigrafia più profonda e della eventuale piezometria locale.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi dell'amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti di altezza superiore a 4 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio. In conclusione, si ritiene necessario eseguire:

- almeno tre prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti di cui, finalizzate alla stima dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi e ad appurare la profondità dell'intervallo ghiaioso (il cui tetto si presume collocato ad una profondità di circa 3 metri dal p.c.).
- nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno un sondaggio a carotaggio continuo che attraversi il primo strato granulare, per appurarne direttamente lo spessore. Il carotaggio deve essere spinto fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia fino a tale profondità e per la verifica dell'eventuale piezometria locale.
- nel caso di prevedere nuovi edifici con più di 4 piani di elevazione, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti che si ricaveranno dalle terebrazioni.

Ambito ANS_C2.1 (id 14)

Quest'area di studio risulta un ambito di potenziale sviluppo urbano a destinazione prevalentemente residenziale. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.1 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU5; CPTU2; 221140P661; 221100P011; 221100P783;

Prove geofisiche di riferimento → TR 24; TR 26

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). L'area di studio non è stata investigata da nuove terebrazioni ma si dispone di dati geognostici di repertorio ricavati da prove nei comparti limitrofi (CPTE5; CPTU2, 221140P661, 221100P011, 221100P783).

Le indagini geognostiche di riferimento rilevano un orizzonte granulare impenetrabile, di ampia continuità laterale. Il tetto di questo strato granulare pare approfondirsi verso NE: nell'Ambito in questione si stima profondo circa 4÷5 metri. Le terebrazioni della B/D regionale (221100P011; 221100P783), attraversano questo primo strato ghiaioso, dimostrandone una potenza complessiva di circa 2,5÷3 metri (il letto è dunque collocabile a 7÷8 m di profondità).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia la mancanza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica ha subito l'influenza del cono di depressione piezometrica determinato dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera e la soggiacenza locale è pertanto superiore alla profondità delle penetrometrie di riferimento.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità “DD_1” (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata. Interventi edificatori più impegnativi e la eventuale previsione di locali interrati dovranno prevedere indagini geognostiche finalizzate all'accertamento diretto della potenza dello strato ghiaioso sottostante l'Ambito studiato e della locale piezometria.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU2	1,0 ÷3,0	Argille plastiche	120	--	--	615
CPTU5	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione sugli esiti delle prove tromografiche TR 24 e TR 26, eseguite esternamente in comparti limitrofi. In allegato sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova di riferimento TR 24 (effettuata in un Ambito più ad est) stima una Vs30 di 247 m/s, mentre la prova TR 26 (eseguita in un Ambito più ad ovest) stima una Vs30 di 260 m/s. Dunque le velocità equivalenti consentono di estrapolare l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.073	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.098	2.449	0.281
140	0.114	2.435	0.283
201	0.132	2.411	0.287
475	0.182	2.389	0.304
975	0.230	2.427	0.314
2475	0.299	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo

della possibilità di effetti di “doppia risonanza” con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si presumono amplificazioni di risonanza solamente per f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani). La modesta profondità del primo banco ghiaioso (circa 4÷5 metri) non dovrebbe consentire amplificazioni di risonanza a frequenze rilavanti le costruzioni residenziali ed altri manufatti in elevazione.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda, in particolare della quota piezometrica locale (che dovrebbe comunque avere una elevata soggiacenza).

All'interno dell'area di studio mancano anche dati stratigrafici diretti e pertanto anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato ad una profondità di 4÷5 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, si ritiene necessario effettuare almeno un sondaggio in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. La terebrazione dovrà spingersi fino a 15 metri e sarà finalizzata all'accertamento della quota piezometrica locale e della relativa stratigrafia.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti elevati di altezza superiore a 4 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio.

In conclusione, si ritiene necessario eseguire:

– almeno due prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima nell'area studiata dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi e ad appurare la profondità dell'intervallo ghiaioso (il cui tetto si presume collocato alla profondità di circa 4÷5 metri dal p.c.).

– nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno un sondaggio a carotaggio continuo che attraversi il primo strato granulare, per appurarne direttamente lo spessore. Il carotaggio deve essere spinto fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia e dell'eventuale piezometria locale;

– nel caso di nuova edificazione che preveda edifici con più di 4 piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalle terebrazioni.

Ambito ANS_C2.1 (id 15)

Quest'area di studio risulta un ambito di potenziale sviluppo urbano a destinazione prevalentemente residenziale. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.2 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU5; CPTU2; 221140P661; 221100P011; 221100P783;

Prove geofisiche di riferimento → TR 24; TR 26

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). L'area di studio non è stata investigata da nuove terebrazioni ma si dispone di dati geognostici di repertorio ricavati da prove nei comparti limitrofi (CPTE5; CPTU2, 221140P661, 221100P011, 221100P783).

Le indagini geognostiche di riferimento rilevano un orizzonte granulare impenetrabile, di ampia continuità laterale. Il tetto di questo strato granulare pare approfondirsi verso NE: nell'Ambito in questione si stima profondo circa 4÷5 metri. Le terebrazioni della B/D regionale (221100P011; 221100P783), attraversano questo primo strato ghiaioso, dimostrandone una potenza complessiva di circa 2,5÷3 metri (il letto è dunque collocabile a 7÷8 m di profondità).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia la manzanza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica ha subito l'influenza del cono di depressione piezometrica determinato dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera e la soggiacenza locale è pertanto superiore alla profondità delle penetrometrie di riferimento.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità “DD_1” (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata.

Interventi edificatori più impegnativi e la eventuale previsione di locali interrati dovranno prevedere indagini geognostiche finalizzate all'accertamento diretto della potenza dello strato ghiaioso sottostante l'Ambito studiato e della locale piezometria.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU2	1,0 ÷3,0	Argille plastiche	120	--	--	615
CPTU5	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione sugli esiti delle prove tromografiche TR 24 e TR 26, eseguite esternamente in comparti limitrofi. In allegato sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova di riferimento TR 24 (effettuata in un Ambito più ad est) stima una Vs30 di 247 m/s, mentre la prova TR 26 (eseguita in un Ambito più ad ovest) stima una Vs30 di 260 m/s. Dunque le velocità equivalenti consentono di estrapolare l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.073	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.099	2.449	0.281
140	0.114	2.435	0.283
201	0.132	2.412	0.287
475	0.182	2.390	0.304
975	0.229	2.428	0.314
2475	0.299	2.494	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo

della possibilità di effetti di “doppia risonanza” con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si presumono amplificazioni di risonanza solamente per f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani). La modesta profondità del primo banco ghiaioso (circa 4÷5 metri) non dovrebbe consentire amplificazioni di risonanza a frequenze rilavanti le costruzioni residenziali ed altri manufatti in elevazione.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda, in particolare della quota piezometrica locale (che dovrebbe avere comunque una elevata soggiacenza).

All'interno dell'area di studio mancano anche dati stratigrafici diretti e pertanto anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato ad una profondità di 4÷5 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, si ritiene necessario effettuare almeno un sondaggio in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. La terebrazione dovrà spingersi fino a 15 metri e sarà finalizzata all'accertamento della quota piezometrica locale e della relativa stratigrafia.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti di altezza superiore a 4 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio.

In conclusione, si ritiene necessario eseguire:

– almeno due prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima nell'area studiata dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi e ad appurare la profondità dell'intervallo ghiaioso (il cui tetto si presume collocato alla profondità di circa 4÷5 metri dal p.c.).

– nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno un sondaggio a carotaggio continuo che attraversi il primo strato granulare, per appurarne direttamente lo spessore. Il carotaggio deve essere spinto fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia e dell'eventuale piezometria locale;

– nel caso di nuova edificazione che preveda edifici con più di 4 piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalle terebrazioni.

Ambito ANS_C2.1 (id 58; id 60; id 67)

Queste aree di studio risultano ambiti di potenziale sviluppo urbano funzionali alla destinazione prevalentemente residenziale (sedime stradali). La figura 1.1 individua gli Ambiti mentre la figura 3.1 localizza nel dettaglio i perimetri e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU5; CPTU2; CPT8; 221100P011; 221100P783; 221100P785

Prove geofisiche di riferimento → MASW5; TR 25; TR 26

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Gli Ambiti ricadono nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). Le aree di studio non sono state direttamente investigate da nuove terebrazioni ma si dispone di dati geognostici di repertorio ricavati da prove nei comparti limitrofi (CPTE5; CPTU2, CPT8; 221140P661, 221100P011, 221100P783).

Le indagini geognostiche di riferimento rilevano un primo orizzonte granulare (sabbie e ghiaie) il cui tetto si collocherebbe ad una profondità variabile di circa 4,5÷6 metri;la potenza media è variabile da 1 metro a circa 3 m (letto collocato a circa 5,5÷7 metri. Questo primo intervallo granulare, insaturo, pare in realtà caratterizzato da eterogeneità tessiturali anche significative: la prova CPT8 è infatti riuscita ad attraversare completamente questo strato e dalle resistenze ne deriva una tessitura prevalentemente sabbioso-limosa.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia la mancanza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica ha subito l'influenza del cono di depressione piezometrica determinato dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera e la soggiacenza locale è pertanto superiore alla profondità delle penetrometrie di riferimento.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo complessivamente alla zona di edificabilità “DD” (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU2	1,0 ÷3,0	Argille plastiche	120	--	--	615
CPTU5	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510
CPT8	1,0 ÷3,0	Argille	120	--	--	615
	3,0 ÷5,0	Sabbie limose e/o limi sabbiosi	[90]	27	45	460

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione sugli esiti della prova MASW 5 e delle prove tromografiche TR 25 e TR 26. In allegato sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della “categoria di sottosuolo”, valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW 5 stima una Vs30 pari a 293 m/s, mentre le prova TR 26, eseguita più a sud, stima una Vs30 di 260 m/s. Dunque le velocità equivalenti delle onde di taglio tendono ad un modesto aumento verso nord ovest, e comunque consentono di estrapolare l'area studiata nella categoria di sottosuolo “C”.

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di “doppia risonanza” con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica vengono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3 della Relazione Geologica e Sismica.

In sintesi, per gli Ambiti si presumono amplificazioni di risonanza solamente per

medio basse f ≤ 4,0 Hz con possibili effetti di doppia risonanza con edifici di altezza maggiore di due piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda, in particolare della quota piezometrica locale.

All'interno dell'area di studio mancano dati stratigrafici e pertanto anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato a profondità di circa 3 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, vista anche l'estensione dell'Ambito, si ritiene necessaria l'esecuzione di sondaggi da espletarsi in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. Le terebrazioni dovranno spingersi fino a 15 metri e saranno finalizzate all'accertamento della stratigrafia più profonda e della eventuale piezometria locale.

PRESCRIZIONI

Vista la destinazione a sedime stradale degli Ambiti, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede.

Ambito AR (id 24)

Per l'area in questione, già edificata, sono previsti interventi tesi alla riqualificazione urbana. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.1 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPT7; 221140P16; 221140P24; 221140P25; 221140P26

Prove geofisiche di riferimento → TR 22; TR 30

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). La prova geognostica di riferimento CPT7 ha attraversato uno spessore più superficiale di sedimenti fini potente circa 5,4 metri, per poi arrestarsi al tetto di un banco ghiaioso di potenza ignota. In realtà altre terebrazioni della B/D regionale (221140P16; 221140P24; 221140P25; 221140P26), limitrofe all'Ambito, rilevano il tetto di questo strato ghiaioso a profondità variabile tra 4÷5 metri dal p.c ed una potenza complessiva, anch'essa variabile, di 3,5÷5 metri;

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia l'assenza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica ha subito l'influenza del cono di depressione piezometrica determinato dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Gli esiti di resistenza penetrometrica della prova CPT7 dimostrano un primo intervallo di sottosuolo (primi 5 metri) caratterizzato da valori di punta mediamente di poco superiori ai 1.000 kPa. Questo dato ed il contesto stratigrafico, desumibile dalle altre terebrazioni di riferimento convergono a classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, nella zona di edificabilità “DD_1”. L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni incastrate nei primi 4-5 metri (pertanto prevedendo anche vani interrati) è in genere assicurata, come d'altronde è dimostrabile dall'edificazione già esistente. Interventi edificatori più impegnativi dovranno prevedere indagini geognostiche finalizzate all'accertamento della potenza dello strato ghiaioso sottostante l'Ambito studiato.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT7	1,0 ÷5,0	Argille limose	150	--	--	770

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della prova TR 30. In allegato è riportato il grafico della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR 30 effettuata nell'Ambito, stima una Vs30 pari a 288 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l'area studiata la categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco sono riportati i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.074	2.438	0.270
72	0.086	2.438	0.276
101	0.099	2.448	0.280
140	0.114	2.437	0.283
201	0.133	2.416	0.286
475	0.183	2.399	0.302
975	0.230	2.437	0.313
2475	0.299	2.506	0.329

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si evidenzia la possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani) e per f > 4Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici bassi – fino a 1-2 piani). Questo esito è coerente con la situazione stratigrafica locale riscontrata che evidenzia un potenziale contrasto d'impedenza poco profondo - tetto delle ghiaie a circa 5,4 metri.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico locale

depone a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda e sono anche scarse le informazioni sulla stratigrafia sottostante il tetto ghiaioso (collocato a circa 5,4 m); in questo senso, gli esiti delle prove di riferimento (B/D regionale) più vicine sembrano confermare la continuità laterale (oltre il perimetro dell'Ambito) del citato intervallo granulare e la potenza complessiva di circa 3,5÷5 metri. Lo spessore del banco di ghiaie fornisce un ulteriore contributo all'esclusione della liquefazione per il buon grado di confinamento che lo strato granulare insaturo induce ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, si ritiene necessario un sondaggio da eseguirsi in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione, se la riqualificazione dell'Ambito prevederà nuovi interventi edificatori. La terebrazione dovrà spingersi fino a 15 metri e sarà finalizzata all'accertamento della quota piezometrica locale e della relativa stratigrafia.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione strutture e/o manufatti di altezza superiore a 4 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio.

Se la previsione di riqualificazione dell'Ambito prevederà nuovi interventi edificatori, si ritiene necessario eseguire:

- almeno due prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi, e ad appurare la profondità dell'intervallo ghiaioso (il cui tetto viene preventivamente collocato ad oltre 5,4 metri dal p.c).
- almeno un sondaggio a carotaggio continuo. Il carotaggio deve essere spinto fino ad una profondità minima di 15 metri, per l'accertamento della stratigrafia e della piezometria locale;
- nel caso di nuova edificazione che preveda edifici con più di 4 piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalla terebrazione.

Ambito ASP_AN2.3 (id 28)

L'area in questione è un ambito di espansione produttiva della zona industriale "ponte Rizzoli". La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.2 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTE3; CPT_P10; CPT_P1; CPT_P2; CPT_P3

Prove geofisiche di riferimento → TR 19

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade in un contesto paleogeografico di alta Pianura alluvionale (§ Tavola As.B.1.1 "Carta Geolitologica", scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata) ed in un contesto morfo-deposizionale recente di "argine naturale" attribuibile torrente Quaderna. La distanza rispetto la catena appenninica non consente la presenza di consistenti apporti sabbiosi.

Le prove geognostiche già note (prove P10, P1, P2, P3) consentono una preliminare caratterizzazione del sottosuolo fino a circa 10 m di profondità ed hanno tutte attraversato sedimenti prevalentemente fini (limi a scheletro più o meno sabbioso); solamente la prova P3 attraversa un intervallo sabbioso (sabbia limosa) tra 8,4 e 9 m di profondità. La prova CPTE3, spinta fino a 15 metri di profondità, è stata eseguita per questo lavoro sovrapponendosi alla tererebrazione P3. La penetrometria elettrica ha attraversato sedimenti a tessiture fini (limi ed argille) fino al termine della prova evidenziando la presenza di intervalli argillosi di consistenza dura, probabilmente per essiccamento (paleosuoli?). Occorre rammentare che la presenza di intervalli pelitici con elevata consistenza può indurre a valutazioni tessiturali non corrette: possono essere erroneamente interpretabili come strati granulari. In questo senso, la migliore definizione tessiturale della penetrometria elettrica (lettura ogni 2 cm) ha certamente permesso una più sicura interpretazione tessiturale dei sedimenti attraversati. In conclusione l'intera area studiata risulta caratterizzata da uno spessore di argille e limi potente almeno 10 metri. Il contesto geologico peraltro non porta ad escludere la possibilità di strutture sepolte sabbiose lunticolari anche a modeste profondità.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a "Carta Idrogeologica" (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, delinea il campo di moto della falda meno profonda con deflusso locale verso nord. Le soggiacenze medie appaiono contenute in circa 2 metri circa. Si tratta di quote probabilmente ancora freatiche, ove il vicino torrente Quaderna svolge certamente un importante ruolo infiltrante nei periodi più piovosi. La quota d'acqua nel foro della terebrazione CPTU3 (a circa 0,5 m dal p.c.) può essere una misura falsata dalle manovre d'esecuzione della prova stessa, oppure può indicare una situazione momentanea più marcata di ricarica per infiltrazione.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze penetrometriche ricavate dalle prove P3, P2 e CPTE3 dimostrano un primo intervallo di sottosuolo (primi 5 metri) caratterizzato da valori di punta mediamente di poco superiori ai 1.000 kPa, mentre nel secondo intervallo (fino a 10

m) tendono progressivamente a migliorare con la profondità fino a valori anche superiori 2.500 kPa. La prova P1 mostra invece esiti ancora migliori, cioè i valori di resistenza alla punta si distribuiscono sia nel primo che nel secondo intervallo sopra a 2.000 kPa. In conclusione gli esiti penetrometrici delle prove di riferimento consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, nella zona di edificabilità "DD" (§ 1.3.1) cioè terreni di qualità meccaniche discrete (>1.500 kPa) per entrambi gli strati considerati, e con un'ampia sottozona "DD_1" che comprende tutta la porzione occidentale dell'area in questione.

L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Vi possono essere limitazioni solamente per edifici di impegno particolare, a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali "a nastro" (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTE3	1,0 ÷3,0	Argille molle-plastiche	55	--	--	280
	3,0 ÷5,0	Argille plastiche	80			410

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della acquisizione tromografica TR19. In allegato è riportato il grafico della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR19 effettuata all'interno dell'ambito, stima una Vs30 pari a 223 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l'area studiata la categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.459	0.259
50	0.074	2.436	0.270
72	0.086	2.435	0.276
101	0.099	2.446	0.280
140	0.115	2.429	0.283
201	0.134	2.403	0.287
475	0.185	2.383	0.304
975	0.233	2.423	0.315
2475	0.304	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

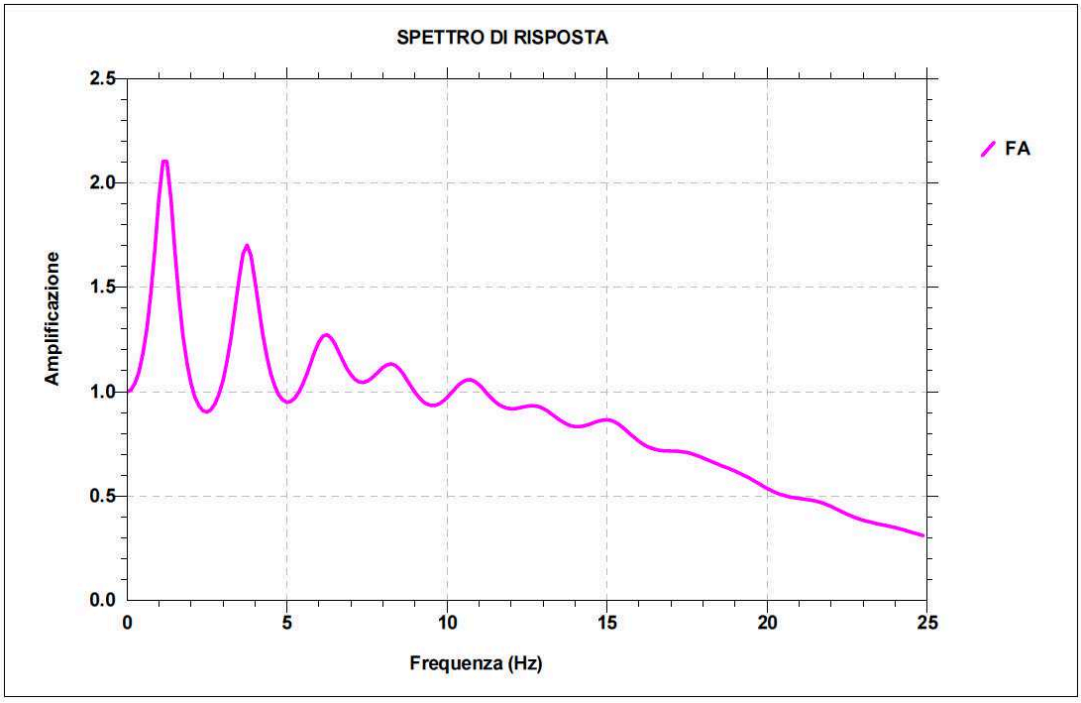
Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_b e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
200<Vs30<250	PIANURA 2	1,5	1,8	2,3

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

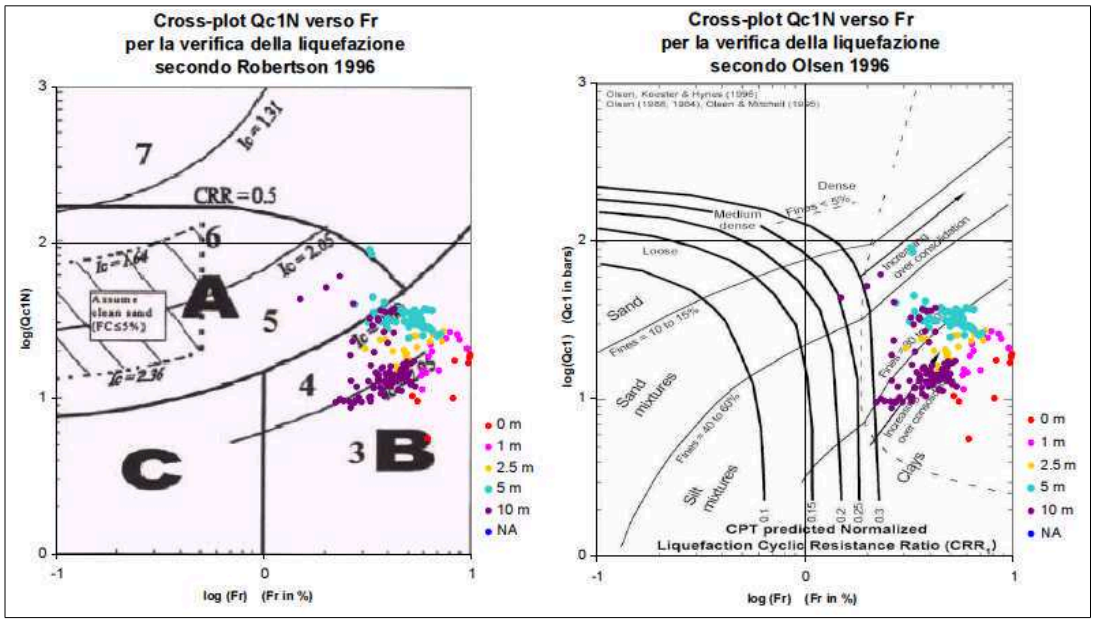
Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si evidenzia la possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz ossia per frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani) e di di riflettori simici (strati più rigidi) nel sottosuolo la cui profondità è stimata ad oltre 20 metri (in coerenza con la situazione stratigrafica locale riscontrata).

È verosimilmente correlabile all'area studiata anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software SHAKE 2000 e denominato "Quaderna" (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008). Il modello presuppone la presenza di un potente intervallo superficiale di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:



Si evince una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 Hz e f =3,8 Hz. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, i diagrammi di verifica alla liquefazione secondo Robertson – 1996 (a sinistra) e di Olsen, Koester & Hynes – 1996 (a destra), ottenuti plottando gli esiti delle resistenze alla punta della prova CPTE3, non traducono possibilità di liquefazione dei sedimenti attraversati fino a 15 metri dal p.c., come d'altronde si attende per l'assenza di sedimenti granulari fino a questa quota nella verticale indagata.



Sebbene gli esiti convergono a escludere la propensione alla alla liquefazione dei sedimenti fino a 10 metri di profondità per tutto il comparto, il contesto geologico però non preclude la possibile presenza di corpi sabbiosi canalizzati, di modeste continuità laterali, e per questo motivo si impongono ulteriori ricerche locali da eseguirsi in sede di PUA o nella fase preliminare di progettazione.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede.

Vista la previsione edificatoria dell'Ambito, si ritiene comunque necessario eseguire:

– almeno tre prove penetrometriche ad elevata definizione tessiturale (CPTE) spinte fino a 15 m dal p.c. e finalizzate ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; le prove consentiranno di delimitare con maggior dettaglio gli strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio e di stimare i cedimenti attesi delle sabbie in caso di impulso sismico statisticamente atteso (M =5,5-6);

- almeno un sondaggio nel caso le penetrometrie integrative dimostrino la presenza di sabbie con propensione alla liquefazione. Il sondaggio deve consentire il recupero di campioni per le ulteriori verifiche del fuso granulometrico e la determinazione dell'indice di plasticità (parametri fondamentali per definire l'esclusione o meno della liquefazione);
- l'eventuale presenza di intervalli superficiali di sabbie sature liquefacibili di potenza significativa (oltre un metro, sebbene già in questa fase ancora preliminare si possono tendenzialmente escludere strati sabbiosi di tale spessore) può imporre la necessità di eseguire una prova triassiale ciclica su un campione rappresentativo di sabbie in falda.

Ambito ASP_AN2.3 (id 35)

L'area in questione è un ambito di espansione produttiva della zona industriale "ponte Rizzoli". La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.2 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTE3; CPT_P10; CPT_P1; CPT_P2; CPT_P3

Prove geofisiche di riferimento → TR 19

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade in un contesto paleogeografico di alta Pianura alluvionale (§ Tavola As.B.1.1 "Carta Geolitologica", scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata) ed in un contesto morfo-deposizionale recente di "argine naturale" attribuibile torrente Quaderna. La distanza rispetto la catena appenninica non consente la presenza di consistenti apporti sabbiosi.

Le prove geognostiche già note limitrofe al comparto (prove P10, P1, P2, P3) consentono una preliminare caratterizzazione del sottosuolo fino a circa 10 m di profondità ed hanno tutte attraversato sedimenti prevalentemente fini (limi a scheletro più o meno sabbioso); solamente la prova P3 attraversa un intervallo sabbioso (sabbia limosa) tra 8,4 e 9 m di profondità. La prova CPTE3, spinta fino a 15 metri di profondità, è stata eseguita per questo lavoro sovrapponendosi alla tererebrazione P3. La penetrometria elettrica ha attraversato sedimenti a tessiture fini (limi ed argille) fino al termine della prova evidenziando la presenza di intervalli argillosi di consistenza dura, probabilmente per essiccamento (paleosuoli?). Occorre rammentare che la presenza di intervalli pelitici con elevata consistenza può indurre a valutazioni tessiturali non corrette: possono essere erroneamente interpretabili come strati granulari. In questo senso, la migliore definizione tessiturale della penetrometria elettrica (lettura ogni 2 cm) ha certamente permesso una più sicura interpretazione tessiturale dei sedimenti attraversati. In conclusione l'intera area studiata risulta caratterizzata da uno spessore di argille e limi potente almeno 10 metri. Il contesto geologico peraltro non porta ad escludere la possibilità di strutture sepolte sabbiose lunticolari anche a modeste profondità.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a "Carta Idrogeologica" (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, delinea il campo di moto della falda meno profonda con deflusso locale verso nord. Le soggiacenze medie appaiono contenute in circa 2 metri circa. Si tratta di quote probabilmente ancora freatiche, ove il vicino torrente Quaderna svolge certamente un importante ruolo infiltrante nei periodi più piovosi. La quota d'acqua nel foro della terebrazione CPTU3 (a circa 0,5 m dal p.c.) può essere una misura falsata dalle manovre d'esecuzione della prova stessa, oppure può indicare una situazione momentanea più marcata di ricarica per infiltrazione.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La prova P1 mostra buoni valori di resistenza alla punta, che si distribuiscono sia nel primo che nel secondo intervallo sopra a 2.000 kPa. In conclusione gli esiti penetrometrici delle prove di riferimento consentono di classificare il sottosuolo

dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, nella zona di edificabilità “DD” (§ 1.3.1) cioè terreni di qualità meccaniche discrete (>1.500 kPa) per entrambi gli strati considerati.

L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Vi possono essere limitazioni solamente per edifici di impegno particolare, a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT_P1	1,0 ÷3,0	Argille molle-plastiche	55	--	--	280
	3,0 ÷5,0	Argille plastiche	80			410

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della acquisizione tromografica TR19. In allegato è riportato il grafico della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della “categoria di sottosuolo”, valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR19 effettuata in vicinanza dell'ambito, stima una Vs30 pari a 223 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l’area studiata la categoria di sottosuolo “C”. Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.459	0.259
50	0.074	2.436	0.270
72	0.086	2.435	0.276
101	0.099	2.446	0.280
140	0.115	2.429	0.283
201	0.134	2.403	0.287
475	0.185	2.383	0.304
975	0.233	2.423	0.315
2475	0.304	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

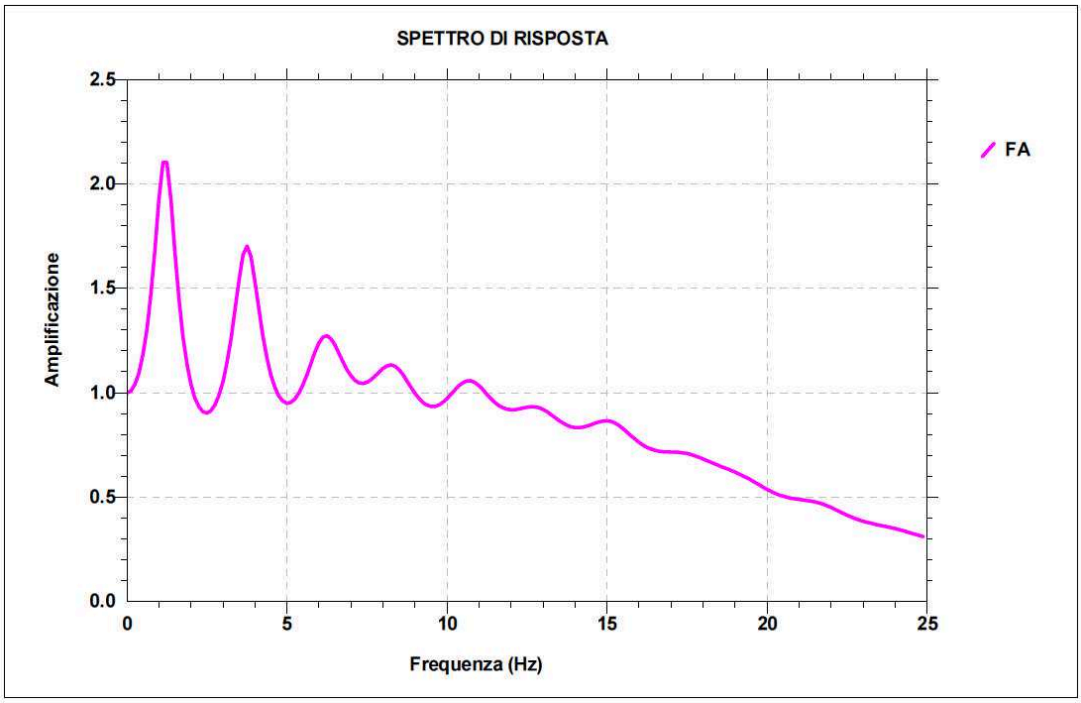
Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_b e risultano:

Vs30	*Contesto morfologico*	*F.A. PGA*	*F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)*	*F.A.S.I. (0,5s<To<1s)*
200<Vs30<250	PIANURA 2	1,5	1,8	2,3

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si evidenzia la possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz ossia per frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani) e di di riflettori simici (strati più rigidi) nel sottosuolo la cui profondità è stimata ad oltre 20 metri (in coerenza con la situazione stratigrafica locale riscontrata).

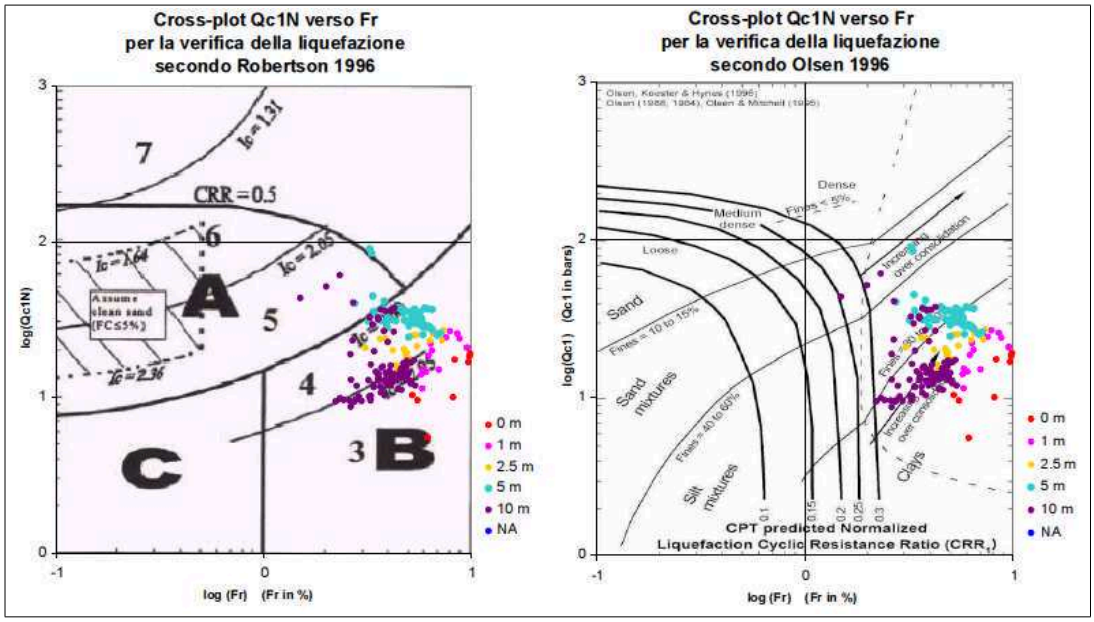
È verosimilmente correlabile all'area studiata anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software SHAKE 2000 e denominato "Quaderna" (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008). Il modello presuppone la presenza di un potente intervallo superficiale di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:



Si evince una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 Hz e f =3,8 Hz. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza

superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, i diagrammi di verifica alla liquefazione secondo Robertson – 1996 (a sinistra) e di Olsen, Koester & Hynes – 1996 (a destra), ottenuti plottando gli esiti delle resistenze alla punta della prova CPTE3, non traducono possibilità di liquefazione dei sedimenti attraversati fino a 15 metri dal p.c., come d'altronde si attende per l'assenza di sedimenti granulari fino a questa quota nella verticale indagata.



Sebbene gli esiti delle prove limitrofe convergono a escludere la propensione alla alla liquefazione dei sedimenti fino a 10 metri di profondità per tutto il comparto, il contesto geologico però non preclude la possibile presenza di corpi sabbiosi canalizzati, di modeste continuità laterali, e per questo motivo si impongono ulteriori ricerche locali da eseguirsi in sede di PUA o nella fase preliminare di progettazione.

PRESCRIZIONI

Vista la prevalente destinazione a sedime stradale dell'Ambito, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Nel caso di prevedere interventi edificatori si ritiene invece necessario eseguire nell'area interessata:

– almeno due prove penetrometriche ad elevata definizione tessiturale (CPTE) spinte fino a 15 m dal p.c. e finalizzate ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; le prove consentiranno rilevare e delimitare con maggior dettaglio gli strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio e di stimare i cedimenti attesi delle sabbie in caso di impulso sismico statisticamente atteso (M =5,5-6);

– almeno un sondaggio nel caso le penetrometrie integrative dimostrino la presenza di sabbie con propensione alla liquefazione. Il sondaggio deve consentire il recupero di campioni per le ulteriori verifiche del fuso granulometrico e la determinazione dell'indice di plasticità (parametri fondamentali per definire l'esclusione o meno della liquefazione);

– l'eventuale presenza di intervalli superficiali di sabbie sature liquefacibili di potenza significativa (oltre un metro, sebbene già in questa fase ancora preliminare si possono tendenzialmente escludere strati sabbiosi di tale spessore) può imporre la necessità di eseguire una prova triassiale ciclica su un campione rappresentativo di sabbie in falda.

Ambito ANS_C_1.3 (id 20)

Per l'area in questione si prevede la realizzazione di nuovi insediamenti prevalentemente residenziali a conferma di previsioni già previgenti. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.3 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPT (da 1 a 20);

Prove geofisiche di riferimento → TR 4; MASW 16

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). Le prove geognostiche già note eseguite nel comparto (20 penetrometrie statiche a puntale meccanico CPT, eseguite da GeoLog nel 2006; si allega stralcio della planimetria di localizzazione) consentono una preliminare caratterizzazione del sottosuolo fino a oltre 20 m di profondità. Hanno tutte attraversato sedimenti prevalentemente fini (limi a scheletro più o meno sabbioso); anche le due prove più profonde (la CPT1 è stata spinta fino a 20 m dal p.c.; la prova CPT18 fino 28 m) rilevano un potente intervallo argilloso, con “picchi” delle resistenze che appaiono più facilmente interpretabili come strati argillosi di consistenza dura, probabilmente per essiccamento (paleosuoli?).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, non delinea il campo di moto nel sottosuolo dell'area in questione. Le citate prove penetrometriche rilevano acqua nei fori, con una soggiacenza di circa 2÷2,5 metri: si tratta di una unità idrogeologica indipendente dagli acquiferi della pianura, in ogni caso caratterizzata da minore trasmissività. La ricarica è dovuta al fronte collinare delle Sabbie Gialle.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze penetrometriche ricavate dalle prove CPT di repertorio dimostrano valori di punta discreti in entrambi gli intervalli di sottosuolo utili ai fini geotecnici preliminari (§ 1.3.1), con resistenze superiori a 1.500 kPa e con tendenza a migliorare con la profondità fino a valori superiori a 3.000 kPa. In conclusione gli esiti penetrometrici delle prove di riferimento limitrofe consentono di estrapolare con sicurezza la classificazione del sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, alla zona di edificabilità “DD” (§ 1.3.1) cioè terreni di qualità meccaniche discrete (>1.500 kPa) ed in particolare alla sottozona “DD_1”.

L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Vi possono essere limitazioni solamente per edifici di impegno particolare, a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT1÷20	1,0 ÷4,0	Argille plastiche	70	--	--	360
	4,0 ÷5,0	Argille solido-plastiche	90			460

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti delle prove geofisiche limitrofe ed in particolare della MASW 16. In allegato si riportano i grafici della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW 16 effettuata in adiacenza al comparto, stima una Vs30 pari a 325 m/s; questo esito, confrontato con i risultati ottenuti delle altre prove limitrofe espletate per il POC e per il PSC, consententono di estrapolare con sicurezza tutta l'area studiata alla categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.059	2.459	0.260
50	0.075	2.435	0.270
72	0.087	2.433	0.276
101	0.101	2.444	0.280
140	0.116	2.435	0.283
201	0.135	2.417	0.286
475	0.185	2.404	0.300
975	0.232	2.443	0.312
2475	0.302	2.517	0.328

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

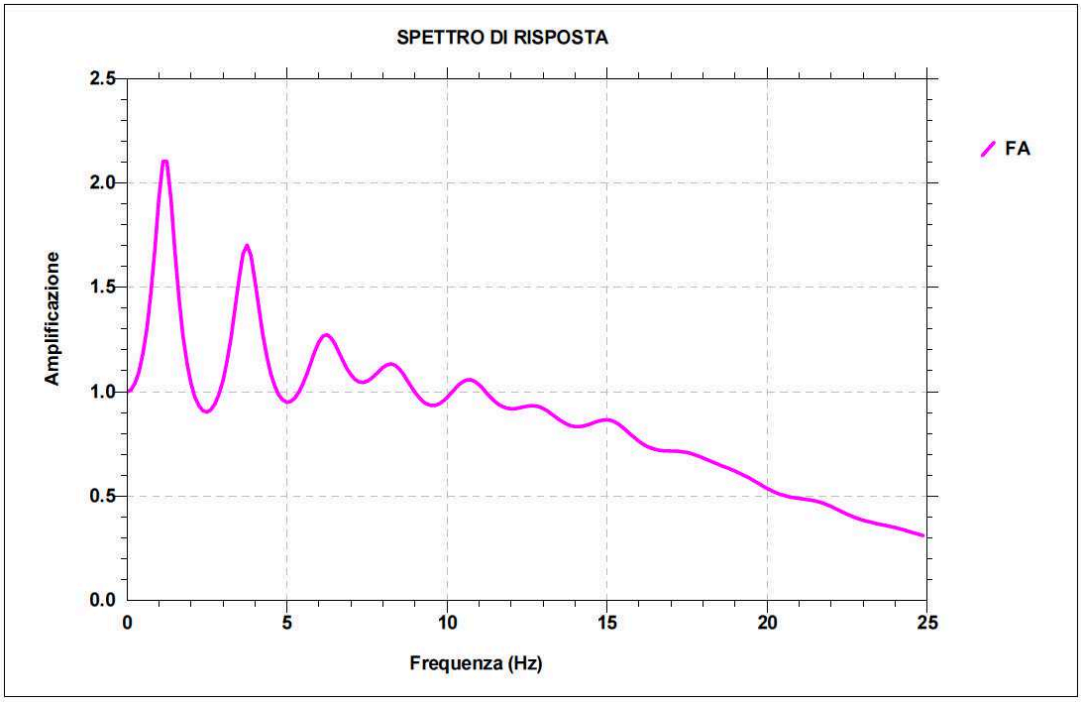
Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
300<Vs30<350	PIANURA 1	1,6	1,8	2,1

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in

elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, sebbene la limitrofa prova tromografica rilevi amplificazioni H/V per frequenze anche elevate (riflettore dovuto a paleosuoli?), per l'Ambito in questione, il contesto geologico impone riflettori simici (strati più rigidi) profondi, con possibilità di amplificazione per frequenze medio-basse ossia per edifici di altezza superiore a due piani.

Per l'area studiata è verosimilmente correlabile anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software SHAKE 2000 e denominato “Quaderna” (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008). Il modello presuppone la presenza di un potente intervallo superficiale di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:



Si evince una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 Hz e f =3,8 Hz. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto tessiturale non consente l'innesco di fenomeni liquefazione dei sedimenti attraversati almeno fino a 15 metri dal p.c., come d’altronde si attende per l’assenza di sedimenti granulari fino a queste quote.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello). Solamente per previsioni di nuova edificazione che prevedano strutture in elevazione maggiore di due piani si reputa utile una modellazione

numerica di risposta sismica locale.

Vista la previsione edificatoria dell'Ambito, si ritiene comunque necessario eseguire:

- almeno un sondaggio a carotaggio continuo, nel caso di interventi edificatori più impegnativi (oltre due piani di elevazione) e/o con previsione di locali interrati. Il sondaggio deve spingersi fino ad una profondità minima di 15 metri e consentire anche l'accertamento dell'eventuale piezometria locale.
- nel caso di nuova edificazione che preveda edifici di oltre due piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale.

Ambito AUC4 (id 21)

L'area in questione viene classificato Ambito urbano con possibili previsioni edificatorie. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.3 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPT (da 1 a 20);

Prove geofisiche di riferimento → TR 4; MASW 16

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 "Carta Geolitologica", scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). Le prove geognostiche già note sono state eseguite nel comparto adiacente (20 penetrometrie statiche a puntale meccanico CPT, GeoLog 2006; si allega stralcio della planimetria di localizzazione) e consentono una preliminare caratterizzazione del sottosuolo fino a oltre 20 m di profondità. Hanno tutte attraversato sedimenti prevalentemente fini (limi a scheletro più o meno sabbioso); anche le due prove più profonde (la CPT1 è stata spinta fino a 20 m dal p.c.; la prova CPT18 fino 28 m) rilevano un potente intervallo argilloso, con "picchi" delle resistenze che appaiono più facilmente interpretabili come strati argillosi di consistenza dura, probabilmente per essiccamento (paleosuoli?).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a "Carta Idrogeologica" (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, non delinea il campo di moto nel sottosuolo dell'area in questione. Le citate prove penetrometriche rilevano acqua nei fori, con una soggiacenza di circa 2÷2,5 metri: si tratta di una unità idrogeologica indipendente dagli acquiferi della pianura, in ogni caso caratterizzata da minore trasmissività. La ricarica è dovuta al fronte collinare delle Sabbie Gialle.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze penetrometriche ricavate dalle prove CPT di repertorio dimostrano valori di punta discreti in entrambi gli intervalli di sottosuolo utili ai fini geotecnici preliminari (§ 1.3.1), con resistenze superiori a 1.500 kPa e con tendenza a migliorare con la profondità fino a valori superiori a 3.000 kPa. In conclusione gli esiti penetrometrici delle prove di riferimento limitrofe consentono di estrapolare con sicurezza la classificazione del sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, alla zona di edificabilità "DD" (§ 1.3.1) cioè terreni di qualità meccaniche discrete (>1.500 kPa) ed in particolare alla sottozona "DD_1".

L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Vi possono essere limitazioni solamente per edifici di impegno particolare, a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali "a nastro" (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT1÷20	1,0 ÷4,0	Argille plastiche	70	--	--	360
	4,0 ÷5,0	Argille solido-plastiche	90			460

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti delle prove geofisiche limitrofe ed in particolare della MASW 16. In allegato si riportano i grafici della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW 16 limitrofa al comparto, stima una Vs30 pari a 325 m/s; questo esito, confrontato con i risultati ottenuti delle altre prove limitrofe espletate per il POC e per il PSC, consententono di estrapolare con sicurezza tutta l'area studiata alla categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.059	2.459	0.260
50	0.075	2.435	0.270
72	0.087	2.433	0.276
101	0.101	2.444	0.280
140	0.116	2.435	0.283
201	0.135	2.417	0.286
475	0.185	2.404	0.300
975	0.232	2.443	0.312
2475	0.302	2.517	0.328

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

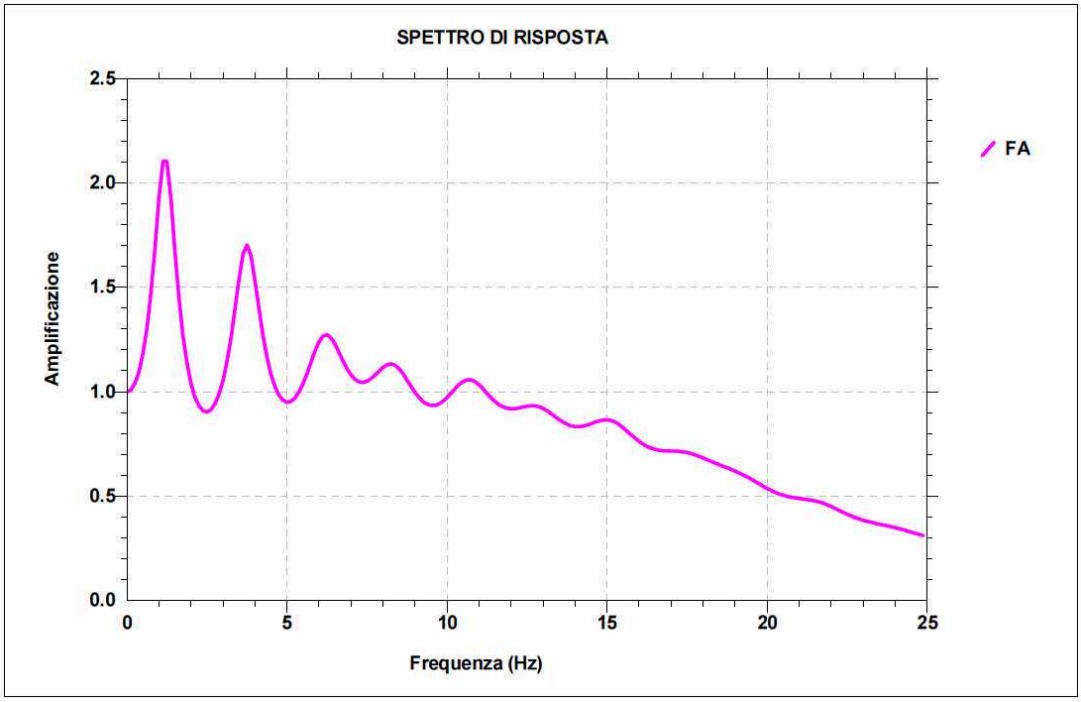
Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
300<Vs30<350	PIANURA 1	1,6	1,8	2,1

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo

controllo della possibilità di effetti di “doppia risonanza” con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. La prova tromografica TR4 rileva amplificazioni H/V per frequenze anche elevate (riflettore dovuto a paleosuoli?) ed il contesto geologico impone riflettori simici (strati più rigidi) profondi. In conclusione, vi è possibilità di amplificazione per frequenze da medio-basse ad alte ossia per edifici di qualsiasi elevazione.

Per l'area studiata è verosimilmente correlabile anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software SHAKE 2000 e denominato “Quaderna” (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008). Il modello presuppone la presenza di un potente intervallo superficiale di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:



Si evince una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 Hz e f =3,8 Hz. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto tessiturale non consente l'innesco di fenomeni liquefazione dei sedimenti attraversati almeno fino a 15 metri dal p.c., come d’altronde si attende per l’assenza di sedimenti granulari fino a queste quote.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello). Solamente per previsioni di nuova edificazione che prevedano

strutture in elevazione maggiore di due piani si reputa utile una modellazione numerica di risposta sismica locale.

Vista la previsione edificatoria dell'Ambito, si ritiene comunque necessario eseguire:

- almeno due prove penetrometriche (CPT) spinte fino a 15 m dal p.c. finalizzate alla caratterizzazione geotecnica di massima dell'Ambito e ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; le prove consentiranno di rilevare e delimitare con maggior dettaglio gli strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio e di stimare i cedimenti attesi delle sabbie in caso di impulso sismico statisticamente atteso (M =5,5-6);
- almeno un sondaggio a carotaggio continuo, nel caso di interventi edificatori più impegnativi (oltre due piani di elevazione) e/o con previsione di locali interrati. Il sondaggio deve spingersi fino ad una profondità minima di 15 metri e consentire anche l'accertamento dell'eventuale piezometria locale.
- nel caso di nuova edificazione che preveda edifici di oltre due piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale.

Ambito ANS_C_1.3 (id 69)

Quest'area di studio risulta un Ambito destinato a sedime stradale funzionale alla realizzazione di nuovi insediamenti prevalentemente residenziali a conferma di previsioni già previgenti. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.3 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPT (da 1 a 20);

Prove geofisiche di riferimento → TR 35; MASW 16

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). Le prove geognostiche già note eseguite nel limitrodo comparto edificabile (20 penetrometrie statiche a puntale meccanico CPT, GeoLog, 2006; si allega stralcio della planimetria di localizzazione) consentono una preliminare caratterizzazione del sottosuolo fino a oltre 20 m di profondità. Hanno tutte attraversato sedimenti prevalentemente fini (limi a scheletro più o meno sabbioso); anche le due prove più profonde (la CPT1 è stata spinta fino a 20 m dal p.c.; la prova CPT18 fino 28 m) rilevano un potente intervallo argilloso, con “picchi” delle resistenze che appaiono più facilmente interpretabili come strati argillosi di consistenza dura, probabilmente per essiccamento (paleosuoli?).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, non delinea il campo di moto nel sottosuolo dell'area in questione. Le citate prove penetrometriche rilevano acqua nei fori, con una soggiacenza di circa 2÷2,5 metri: si tratta di una unità idrogeologica indipendente dagli acquiferi della pianura, in ogni caso caratterizzata da minore trasmissività. La ricarica è dovuta al fronte collinare delle Sabbie Gialle.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze penetrometriche ricavate dalle prove CPT di repertorio dimostrano valori di punta discreti in entrambi gli intervalli di sottosuolo utili ai fini geotecnici preliminari (§ 1.3.1), con resistenze superiori a 1.500 kPa e con tendenza a migliorare con la profondità fino a valori superiori a 3.000 kPa. In conclusione gli esiti penetrometrici delle prove di riferimento limitrofe consentono di estrapolare con sicurezza la classificazione del sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, alla zona di edificabilità “DD” (§ 1.3.1) cioè terreni di qualità meccaniche discrete (>1.500 kPa) ed in particolare alla sottozona “DD_1”.

L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Vi possono essere limitazioni solamente per edifici di impegno particolare, a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di

riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT1÷20	1,0 ÷4,0	Argille plastiche	70	--	--	360
	4,0 ÷5,0	Argille solido-plastiche	90			460

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti delle prove geofisiche limitrofe ed in particolare della MASW 16. In allegato si riportano i grafici della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW 16 effettuata in adiacenza al comparto, stima una Vs30 pari a 325 m/s; questo esito, confrontato con i risultati ottenuti delle altre prove limitrofe espletate per il POC e per il PSC, consententono di estrapolare con sicurezza tutta l'area studiata alla categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.059	2.459	0.260
50	0.075	2.435	0.270
72	0.087	2.433	0.276
101	0.101	2.444	0.280
140	0.116	2.435	0.283
201	0.135	2.417	0.286
475	0.185	2.404	0.300
975	0.232	2.443	0.312
2475	0.302	2.517	0.328

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

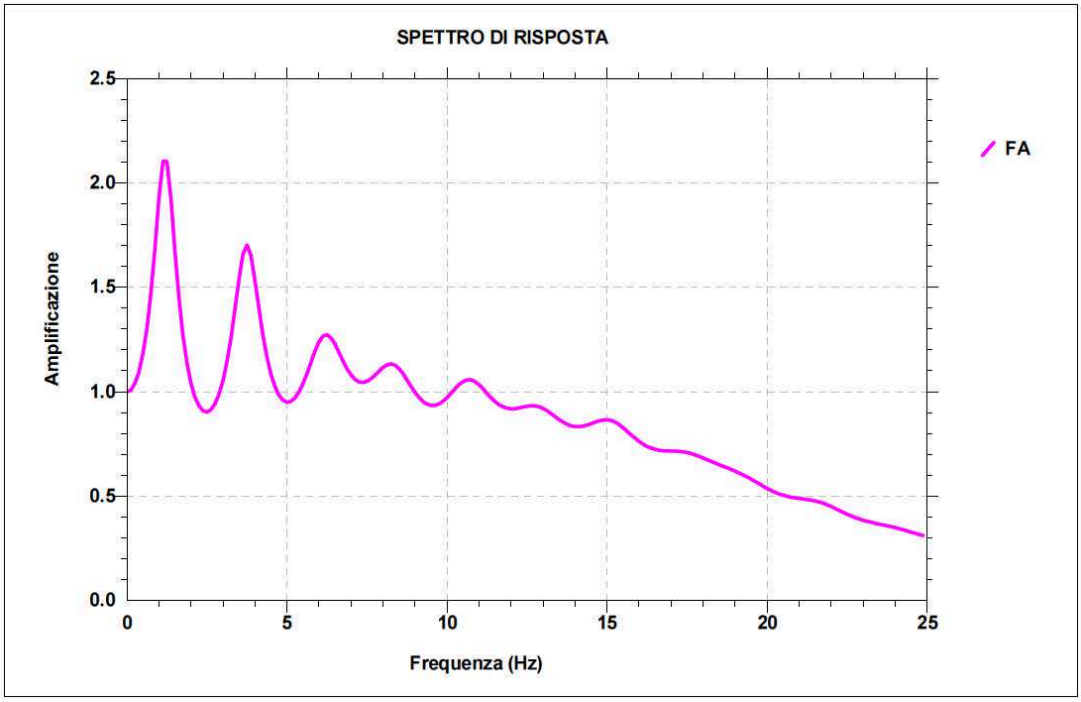
Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
300<Vs30<350	PIANURA 1	1,6	1,8	2,1

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. La limitrofa prova tromografica TR35 rileva amplificazioni H/V per frequenze inferiori a 4 Hz, inoltre il contesto geologico impone riflettori simici (strati più rigidi) profondi, con possibilità di amplificazione per frequenze medio-basse ossia per edifici di altezza superiore a due piani.

Per l'area studiata è verosimilmente correlabile anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software SHAKE 2000 e denominato "Quaderna" (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008). Il modello presuppone la presenza di un potente intervallo superficiale di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:



Si evince una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 Hz e f =3,8 Hz. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto tessiturale non consente l'innesco di fenomeni liquefazione dei sedimenti attraversati almeno fino a 15 metri dal p.c., come d'altronde si attende per l'assenza di sedimenti granulari fino a queste quote.

PRESCRIZIONI

Vista la destinazione a sedime stradale degli Ambiti, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede.

Ambito ANS_C_1.3 (id 68)

Per l'area in questione si prevede la realizzazione di nuovi insediamenti prevalentemente residenziali a conferma di previsioni già previgenti. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.3 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPT (da 1 a 20); C010A-B-C

Prove geofisiche di riferimento → TR 35; MASW 16

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). Le prove geognostiche già note eseguite nel limitrofo comparto (20 penetrometrie statiche a puntale meccanico CPT, GeoLog, 2006; si allega stralcio della planimetria di localizzazione) consentono una preliminare caratterizzazione del sottosuolo fino a oltre 20 m di profondità. Hanno tutte attraversato sedimenti prevalentemente fini (limi a scheletro più o meno sabbioso); anche le due prove più profonde (la CPT1 è stata spinta fino a 20 m dal p.c.; la prova CPT18 fino 28 m) rilevano un potente intervallo argilloso, con “picchi” delle resistenze che appaiono più facilmente interpretabili come strati argillosi di consistenza dura, probabilmente per essiccamento (paleosuoli?).

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, non delinea il campo di moto nel sottosuolo dell'area in questione. Le citate prove penetrometriche rilevano acqua nei fori, con una soggiacenza di circa 2÷2,5 metri: si tratta di una unità idrogeologica indipendente dagli acquiferi della pianura, in ogni caso caratterizzata da minore trasmissività. La ricarica è dovuta al fronte collinare delle Sabbie Gialle.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze penetrometriche ricavate dalle prove CPT di repertorio dimostrano valori di punta discreti in entrambi gli intervalli di sottosuolo utili ai fini geotecnici preliminari (§ 1.3.1), con resistenze superiori a 1.500 kPa e con tendenza a migliorare con la profondità fino a valori superiori a 3.000 kPa. In conclusione gli esiti penetrometrici delle prove di riferimento limitrofe consentono di estrapolare con sicurezza la classificazione del sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, alla zona di edificabilità “DD” (§ 1.3.1) cioè terreni di qualità meccaniche discrete (>1.500 kPa).

L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Vi possono essere limitazioni solamente per edifici di impegno particolare, a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT1÷20	1,0 ÷4,0	Argille plastiche	70	--	--	360
	4,0 ÷5,0	Argille solido-plastiche	90			460

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti delle prove geofisiche limitrofe ed in particolare della MASW 16. In allegato si riportano i grafici della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW 16 effettuata in adiacenza al comparto, stima una Vs30 pari a 325 m/s; questo esito, confrontato con i risultati ottenuti delle altre prove limitrofe espletate per il POC e per il PSC, consententono di estrapolare con sicurezza tutta l'area studiata alla categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.059	2.459	0.260
50	0.075	2.435	0.270
72	0.087	2.433	0.276
101	0.101	2.444	0.280
140	0.116	2.435	0.283
201	0.135	2.417	0.286
475	0.185	2.404	0.300
975	0.232	2.443	0.312
2475	0.302	2.517	0.328

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

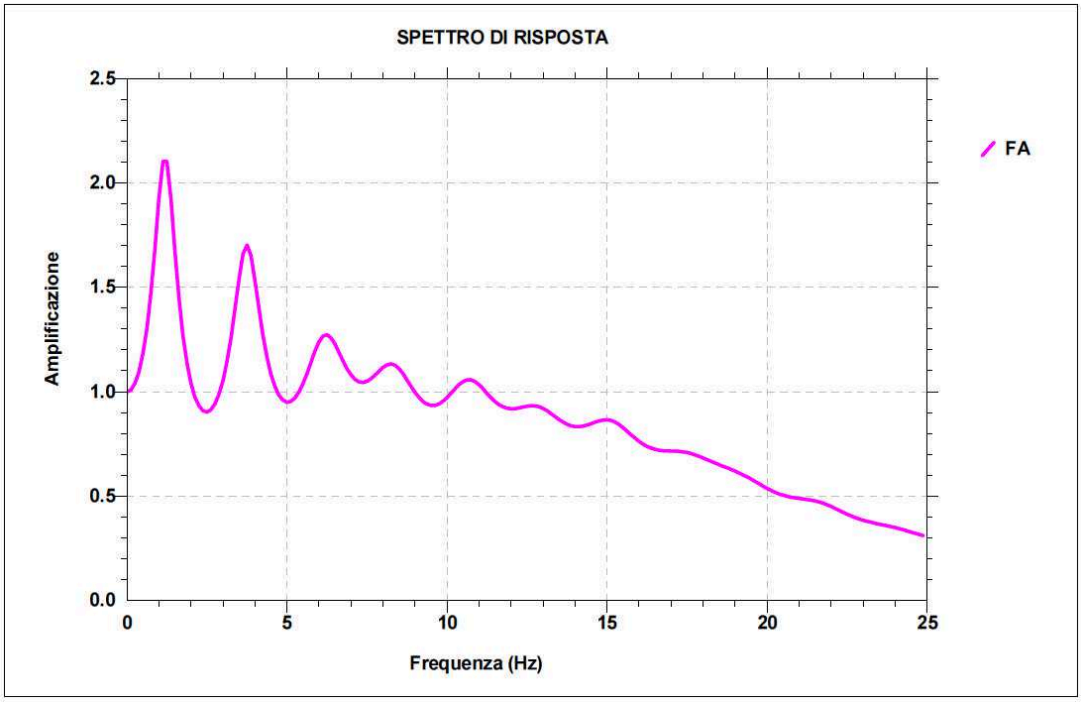
Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
300<Vs30<350	PIANURA 1	1,6	1,8	2,1

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo

controllo della possibilità di effetti di “doppia risonanza” con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. La limitrofa prova tromografica TR35 rileva amplificazioni H/V per frequenze inferiori a 4 Hz, inoltre il contesto geologico impone riflettori simici (strati più rigidi) profondi, con possibilità di amplificazione per frequenze medio-basse ossia per edifici di altezza superiore a due piani.

Per l'area studiata è verosimilmente correlabile anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software SHAKE 2000 e denominato “Quaderna” (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008). Il modello presuppone la presenza di un potente intervallo superficiale di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:



Si evince una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 Hz e f =3,8 Hz. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto tessiturale non consente l'innesco di fenomeni liquefazione dei sedimenti attraversati almeno fino a 15 metri dal p.c., come d’altronde si attende per l’assenza di sedimenti granulari fino a queste quote.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello). Solamente per previsioni di nuova edificazione che prevedano

strutture in elevazione maggiore di due piani si reputa utile una modellazione numerica di risposta sismica locale.

Vista la previsione edificatoria dell'Ambito, si ritiene comunque necessario eseguire:

- almeno una prova penetrometrica (CPT) spinta fino a 15 m dal p.c. finalizzata alla caratterizzazione geotecnica di massima dell'Ambito e ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; la prova consentirà di rilevare e delimitare con maggior dettaglio gli strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio e di stimare i cedimenti attesi delle sabbie in caso di impulso sismico statisticamente atteso (M =5,5-6);
- almeno un sondaggio a carotaggio continuo, nel caso di interventi edificatori più impegnativi (oltre due piani di elevazione) e/o con previsione di locali interrati. Il sondaggio deve spingersi fino ad una profondità minima di 15 metri e consentire anche l'accertamento dell'eventuale piezometria locale.
- nel caso di nuova edificazione che preveda edifici di oltre due piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale.

Ambito AVP (lid 29)

L'area in questione ricade in territorio rurale e si prevedono interventi edificatori coerenti con sua alta vocazione produttiva agricola. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.4 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → P768; P773; P763

Prove geofisiche di riferimento → TR 36; TR 37

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade in un contesto paleogeografico di alta Pianura alluvionale (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata) ed in un contesto morfo-deposizionale più recente attribuibile al “bacino interfluviale” che separa il sistema dell'Idice da quello del Quaderna. Il sottosuolo meno profondo è dunque caratterizzato da sedimenti prevalentemente fini (argille e limi). Le prove geognostiche di repertorio(P768; P763; P773) confermano quanto scritto e rilevano un intervallo più superficiale di depositi argillosi potente tra 13 m (P763) a 20 m (P768); la stratigrafia definita dalla P773 appare invece più incerta (tetto delle ghiaie profondo 8 m). È peraltro possibile la presenza di lenti sabbiose, da verificare con le ulteriori terebrazioni necessarie nell'area di studio.

I contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, delinea il campo di moto nel sottosuolo dell'area in questione, con un deflusso sotterraneo locale verso NNE nord; il tetto del freatico è collocato a circa 42 m s.l.m. Le soggiacenze medie risultano pertanto molto modeste, circa 2-2,5 metri.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per l'area in questione non sono noti esiti meccanici direttamente desunti da prove penetrometriche, pertanto al comparto non si può estrapolare la classificazione geotecnica come riportato nel paragrafo 1.3.1. L'edificabilità preliminare del comparto può essere peraltro confermata dalla edificazione limitrofa.

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della prove tromografiche TR 36 e TR 37. In calce al testo è riportato il grafico della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della “categoria di sottosuolo”, valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR 36 effettuata nell’ambito limitrofo (la traccia risulta ben

correlabile con gli esiti della TR 37), stima una Vs30 pari a 225 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l'area studiata la categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_b e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
200<Vs30<250	PIANURA 2	1,5	1,8	2,3

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si evidenzia la possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz ossia per frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, le tessiture del sottosuolo estrapolabili dalle terebrazioni tendono ad escludere l'innesco di questo fenomeno. Tuttavia il contesto geologico presuppone la necessità di verificare con nuove terebrazioni la presenza o meno di lenti sabbiose nell'area di studio.

PRESCRIZIONI

Per l'Ambito in questione può ritenersi sufficiente un approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) per quanto attiene l'analisi di amplificazione stratigrafica.

Vista possibilità di una edificazione e la scarsità di informazioni tessiturali e meccaniche del sottosuolo, si ritiene comunque necessario eseguire:

- almeno tre prove penetrometriche ad elevata definizione tessiturale (CPTE) spinte fino a 15 m dal p.c. e finalizzate ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; le prove consentiranno di verificare i parametri meccanici e la presenza o meno di strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio;
- nel caso le penetrometrie integrative dimostrino la presenza di sabbie con propensione alla liquefazione, si ritiene indispensabile effettuare almeno un sondaggio con recupero di campioni per le ulteriori verifiche del fuso granulometrico e la determinazione dell'indice di plasticità (parametri fondamentali per definire l'esclusione o meno della liquefazione);

Ambito AVP (id 30)

L'area in questione ricade in territorio rurale e si prevedono interventi edificatori coerenti con sua alta vocazione produttiva agricola. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.4 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → C052; P763; P776; P791

Prove geofisiche di riferimento → TR 36; TR 37

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade in un contesto paleogeografico di alta Pianura alluvionale (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata) ed in un contesto morfo-deposizionale più recente attribuibile al “bacino interfluviale” che separa il sistema dell'Idice da quello del Quaderna. Il sottosuolo meno profondo è dunque caratterizzato da sedimenti prevalentemente fini (argille e limi). Le terebrazioni di repertorio (P763; P776; P791) confermano quanto scritto e rilevano un intervallo più superficiale di depositi argillosi. La profondità del primo intervallo granulare risulta più incerto: il sondaggio P763 effettuato più ad ovest rileva ghiaie a 13 metri dal p.c., mentre il sondaggio P791 eseguito più a NE (presso l'INBS) individua il primo tetto ghiaioso a circa 51 di profondità. Sono note, inoltre, quattro prove penetrometriche CPT (eseguite da Edilpali, anch'esse presso l'INBS) ed indicate con la sigla C052: la profondità massima investigata è variabile da 3 m a poco oltre 7 m e il termine delle prove sembrerebbe causato da “rifiuto strumentale” per disancoraggio dello strumento piuttosto che per la presenza di un intervallo impenetrabile (granulare?). Nell'Area studiata non è peraltro da escludere la presenza di lenti sabbiose, da verificare con l'esecuzione di ulteriori indagini geognostiche.

I contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, delinea il campo di moto nel sottosuolo dell'area in questione, con un deflusso sotterraneo locale verso NNE nord; il tetto del freatico è collocato a circa 41,5 m s.l.m. Le soggiacenze medie risultano pertanto molto modeste, circa 2 metri.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per l'area in questione non sono noti esiti meccanici direttamente desunti da prove penetrometriche, pertanto al comparto non si può estrapolare la classificazione geotecnica come riportato nel paragrafo 1.3.1. L'edificabilità preliminare del comparto può essere peraltro confermata dalla edificazione limitrofa; anche le citate prove penetrometriche (C052), dimostrerebbero esiti di resistenza alla punta discreti.

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della prove tromografiche TR 36. In calce al testo è riportato il grafico della

distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR 36 effettuata nell'ambito limitrofo (la traccia risulta ben correlabile con gli esiti della TR 37), stima una Vs30 pari a 225 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l'area studiata la categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.056	2.464	0.259
50	0.071	2.446	0.271
72	0.083	2.450	0.277
101	0.095	2.453	0.283
140	0.111	2.430	0.285
201	0.129	2.397	0.289
475	0.179	2.374	0.308
975	0.228	2.406	0.316
2475	0.300	2.456	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_b e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
200<Vs30<250	PIANURA 2	1,5	1,8	2,3

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si evidenzia la possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz ossia per frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, le tessiture del sottosuolo estrapolabili dalle terebrazioni tendono ad escludere l'innesco di questo fenomeno. Tuttavia il contesto geologico presuppone la necessità di verificare con nuove terebrazioni la presenza o meno di lenti sabbiose nell'area di studio.

PRESCRIZIONI

Per l'Ambito in questione può ritenersi sufficiente un approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) per quanto attiene l'analisi di amplificazione stratigrafica.

Vista possibilità di una edificazione e la scarsità di informazioni tessiturali e meccaniche del sottosuolo, si ritiene comunque necessario eseguire:

- almeno tre prove penetrometriche ad elevata definizione tessiturale (CPTE) spinte fino a 15 m dal p.c. e finalizzate ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; le prove consentiranno di verificare i parametri meccanici e la presenza o meno di strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio;
- nel caso le penetrometrie integrative dimostrino la presenza di sabbie con propensione alla liquefazione, si ritiene indispensabile effettuare almeno un sondaggio con recupero di campioni per le ulteriori verifiche del fuso granulometrico e la determinazione dell'indice di plasticità (parametri fondamentali per definire l'esclusione o meno della liquefazione);

Ambito ANS_C1.1 (id 18)

Per l'area in questione si prevedono nuovi comparti prevalentemente residenziali. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.5 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU2b; CPT_P24

Prove geofisiche di riferimento → MASW 6

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade in un contesto paleogeografico di alta Pianura alluvionale (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata) ed in un contesto morfo-deposizionale attribuibile ad “argine naturale” del torrente Quaderna. La distanza rispetto la catena appenninica non consente la presenza di consistenti apporti sabbiosi. Le prove geognostiche già note (prova P24) riportano esiti di resistenze di punta nei primi 5-6 metri che verrebbero ricondotti a tessiture a componente granulare (sabbie limose), seppur con tessiture fini sempre prevalenti; la prova CPTU2b eseguita per questo lavoro all'interno dell'Ambito e spinta fino a 15 metri non ha invece attraversato sedimenti granulari, inoltre nei primi 5 metri attraversati si rilevano sedimenti argillosi a consistenza molle: vista la migliore definizione tessiturale della penetrometria elettrica (lettura ogni 2 cm) ciò dovrebbe portare ad una più sicura interpretazione tessiturale all'interno dell'area studiata. È peraltro possibile che vi sia la chiusura di lenti sabbiose recenti proprio a ridosso del limite ovest dell'Ambito studiato o di poco all'interno dello stesso.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000), elaborata ancora per il Q.C. del PSC in forma associata, delinea il campo di moto della falda meno profonda con deflusso locale verso NNE nord e con soggiacenze medie molto modeste, ossia di circa 1,5-2 metri. Nel foro della terebrazione CPTU2bis è stata misurata una quota d'acqua a circa 3,5 m dal p.c., misura che può essere comunque falsata dalle manovre d'esecuzione della prova stessa.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Gli esiti di resistenza penetrometrica delle prove di riferimento convergono a classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, nella zona di edificabilità “SD” (§ 1.3.1) cioè con resistenze di punta medie da normali a scadenti (rp <1.000 kPa) nel primo intervallo (fino a - 5 m dal p.c.), e da terreni di qualità da normale (1.000 < rp < 1.500 kPa) a discreta (>1.500 kPa) nel secondo strato. Per insediamenti di modesto impegno ciò non preclude l'edificabilità anche con normali tecniche costruttive, però le caratteristiche meccaniche dei terreni richiedono comunque cautela ed analisi geognostiche dettagliate. Per edifici di un certo impegno (pressioni di esercizio > 12 t/ml) possono rivelarsi necessarie fondazioni che trasferiscano i carichi statici al secondo intervallo di qualità migliore. I comparti interessati da questa zona di edificabilità possono presentare limitazioni, all'impiego di fondazioni superficiali, legate all'entità della pressione di esercizio e dei cedimenti assoluti e differenziali.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali "a nastro" (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU 2bis	1,0 ÷5,0	Argille limose molle-plastiche.	60	--	--	300

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della prova MASW 6. In calce al testo è riportato il grafico della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW 6 effettuata nell'ambito, stima una Vs30 pari a 221 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l'area studiata la categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.057	2.460	0.259
50	0.073	2.436	0.271
72	0.085	2.437	0.277
101	0.098	2.448	0.281
140	0.114	2.423	0.284
201	0.133	2.390	0.288
475	0.184	2.364	0.307
975	0.234	2.405	0.316
2475	0.306	2.472	0.332

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_b e risultano:

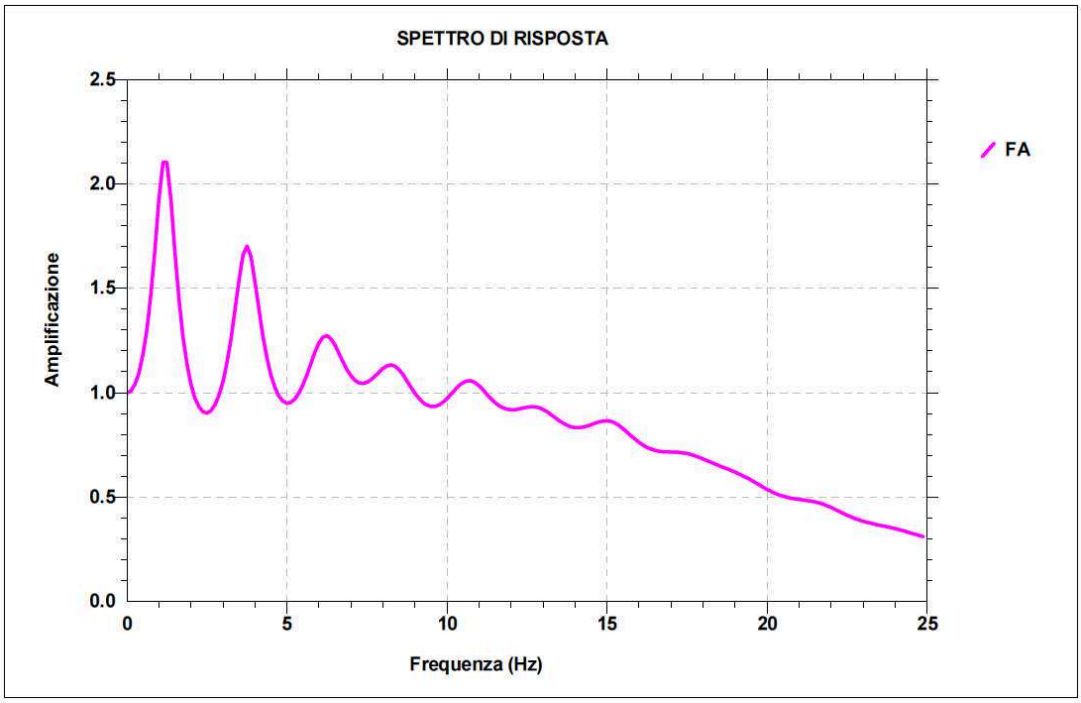
Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
200<Vs30<250	PIANURA 2	1,5	1,8	2,3

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia

hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si rileva la possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz ossia per frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani).

È verosimilmente correlabile all'area studiata anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software shake 2000 e denominato "Quaderna" (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008), modello caratterizzato da potenti intervalli superficiali di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:

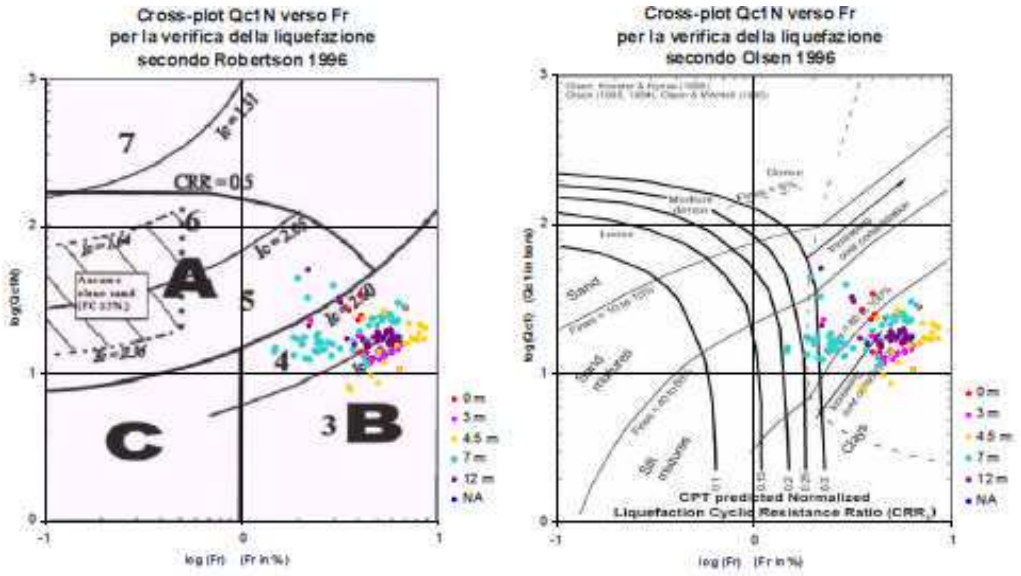


Si evince, infatti una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 e f =3,8. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, i diagrammi di verifica alla liquefazione secondo Robertson – 1996 (a sinistra) e di Olsen, Koester & Hynes – 1996 (a destra), ottenuti plottando gli esiti delle resistenze alla punta della prova CPTU2b, non traducono possibilità di liquefazione dei sedimenti attraversati fino a 15 metri dal p.c., come d'altronde si attende per l'assenza di sedimenti granulari fino a questa quota nella verticale indagata.

Ciò detto, sebbene le preliminari informazioni indichino la non propensione alla liquefazione dei sedimenti, la possibilità che vi sia la chiusura di lenti sabbiose recenti (attraversate dalla limitrofa prova P24) proprio a ridosso del limite ovest dell'Ambito impone ulteriori ricerche locali da eseguirsi in sede di PUA o con la fase

preliminare di progettazione.



PRESCRIZIONI

Per l'Ambito in questione può ritenersi sufficiente un approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) per quanto attiene l'analisi di amplificazione stratigrafica.

Vista la previsione edificatoria residenziale, si ritiene comunque necessario eseguire:

- almeno tre prove penetrometriche ad elevata definizione tessiturale (CPTE) spinte fino a 15 m dal p.c. e finalizzate ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; le prove consentiranno di delimitare con maggior dettaglio gli strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio e di stimare i cedimenti attesi delle sabbie in caso di impulso sismico statisticamente atteso (M =5,5-6);
- nel caso le penetrometrie integrative dimostrino la presenza di sabbie con propensione alla liquefazione, si ritiene indispensabile effettuare almeno un sondaggio con recupero di campioni per le ulteriori verifiche del fuso granulometrico e la determinazione dell'indice di plasticità (parametri fondamentali per definire l'esclusione o meno della liquefazione);
- la presenza di intervalli superficiali di sabbie sature liquefacibili di potenza significativa (oltre due metri, sebbene già in questa fase ancora preliminare si possono tendenzialmente escludere strati sabbiosi di tale spessore) potrà imporre anche la necessità di una prova triassiasiale ciclica su un campione rappresentativo di sabbie.

Ambito ANS_C1.1 (id 71)

Per l'area in questione si prevedono nuovi comparti prevalentemente residenziali. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.5 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU2b; CPT_P24

Prove geofisiche di riferimento → MASW 6

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade in un contesto paleogeografico di alta Pianura alluvionale (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata) ed in un contesto morfo-deposizionale attribuibile ad “argine naturale” del torrente Quaderna. La distanza rispetto la catena appenninica non consente la presenza di consistenti apporti sabbiosi. Le prove geognostiche già note (prova P24) riportano esiti di resistenze di punta nei primi 5-6 metri che verrebbero ricondotti a tessiture a componente granulare (sabbie limose), seppur con tessiture finI sempre prevalenti; la prova CPTU2b, eseguita per questo lavoro nel limitrofo Ambito e spinta fino a 15 metri, non ha invece attraversato sedimenti granulari, inoltre nei primi 5 metri attraversati si rilevano sedimenti argillosi a consistenza molle: vista la migliore definizione tessiturale della penetrometria elettrica (lettura ogni 2 cm) ciò dovrebbe portare ad una più sicura interpretazione tessiturale all'interno dell'area studiata. È peraltro possibile che vi sia la chiusura di lenti sabbiose recenti proprio a ridosso del limite ovest dell'Ambito studiato o di poco all'interno dello stesso.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000), elaborata ancora per il Q.C. del PSC in forma associata, delinea il campo di moto della falda meno profonda con deflusso locale verso NNE nord e con soggiacenze medie molto modeste, ossia di circa 1,5-2 metri. Nel foro della terebrazione CPTU2bis è stata misurata una quota d'acqua a circa 3,5 m dal p.c., misura che può essere comunque falsata dalle manovre d'esecuzione della prova stessa.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Gli esiti di resistenza penetrometrica delle prove di riferimento consentono di estrapolare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, alla zona di edificabilità “SD” (§ 1.3.1) cioè con resistenze di punta medie da normali a scadenti (rp <1.000 kPa) nel primo intervallo (fino a - 5 m dal p.c.), e da terreni di qualità da normale (1.000 < rp < 1.500 kPa) a discreta (>1.500 kPa) nel secondo strato. Per insediamenti di modesto impegno ciò non preclude l'edificabilità anche con normali tecniche costruttive, però le caratteristiche meccaniche dei terreni richiedono comunque cautela ed analisi geognostiche dettagliate. Per edifici di un certo impegno (pressioni di esercizio > 12 t/ml) possono rivelarsi necessarie fondazioni che trasferiscano i carichi statici al secondo intervallo di qualità migliore. I comparti interessati da questa zona di edificabilità possono presentare limitazioni, all'impiego di fondazioni superficiali, legate all'entità della pressione di esercizio e dei cedimenti assoluti e differenziali.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali "a nastro" (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU 2bis	1,0 ÷5,0	Argille limose molle-plastiche.	60	--	--	300

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della prova MASW 6. In calce al testo è riportato il grafico della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW 6 effettuata nell'ambito, stima una Vs30 pari a 221 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l'area studiata la categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.057	2.460	0.259
50	0.073	2.436	0.271
72	0.085	2.437	0.277
101	0.098	2.448	0.281
140	0.114	2.423	0.284
201	0.133	2.390	0.288
475	0.184	2.364	0.307
975	0.234	2.405	0.316
2475	0.306	2.472	0.332

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_b e risultano:

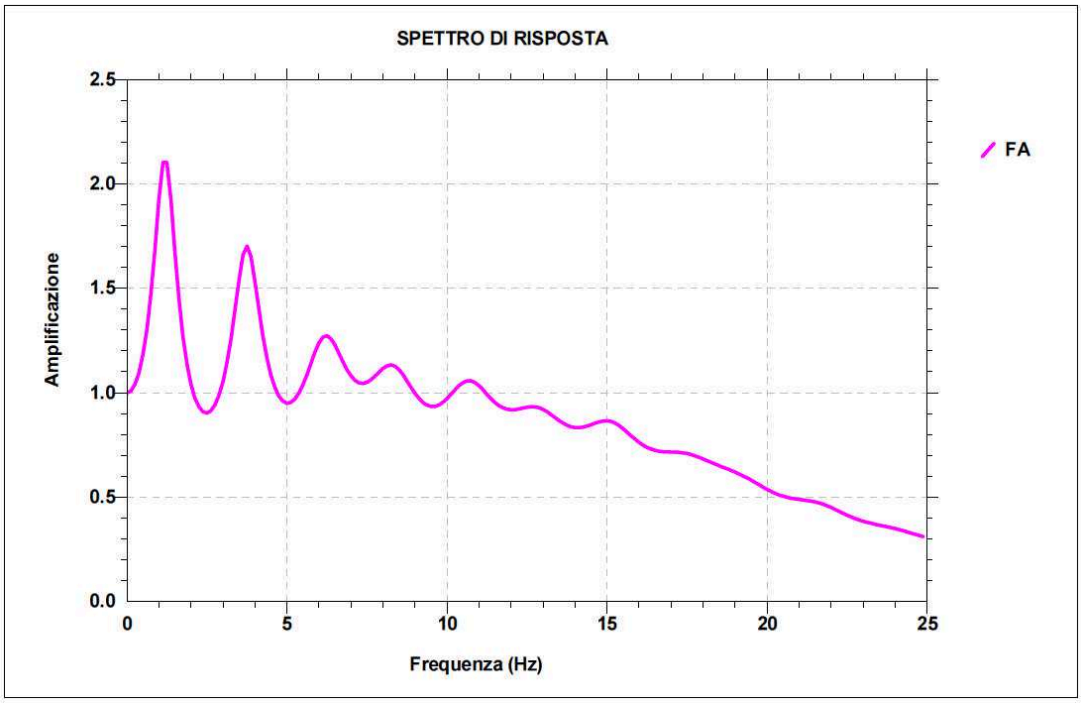
Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
200<Vs30<250	PIANURA 2	1,5	1,8	2,3

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia

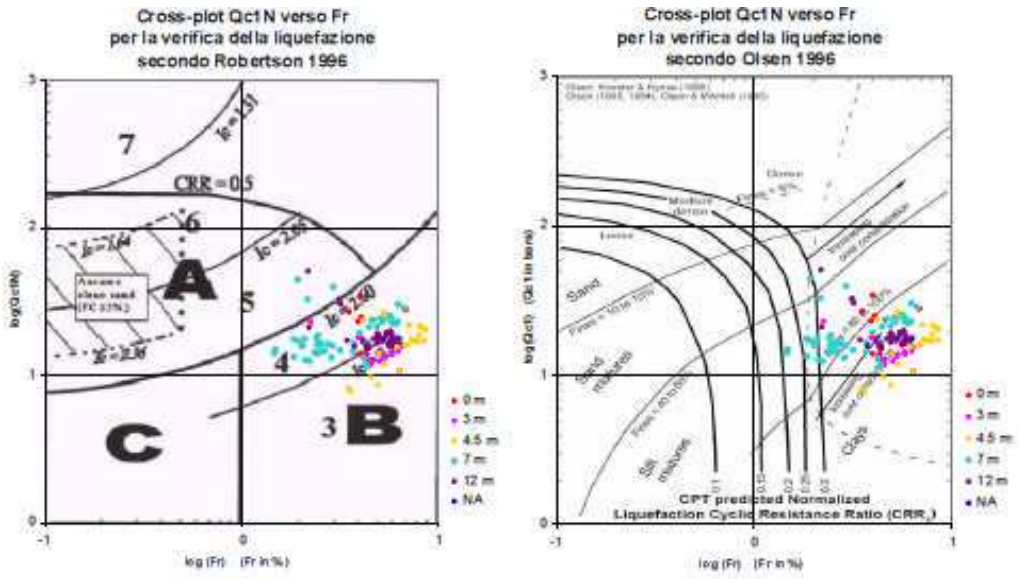
hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si rilava la possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz ossia per frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani).

È verosimilmente correlabile all'area studiata anche il modello numerico di risposta sismica elaborato con il software shake 2000 e denominato "Quaderna" (Relazione geologica e sismica per il PSC di Ozzano dell'Emilia, Viel & Sangiorgi, 2008), modello caratterizzato da potenti intervalli superficiali di sedimenti fini alluvionali (limi ed argille). In allegato alla relazione si riportano gli elaborati relativi al modello, mentre qui di seguito si propone lo spettro di risposta ottenuto:



Si evince, infatti una discreta coerenza con gli esiti dell'elaborazione tromografica: nel modello elaborato con SHAKE i due principali picchi di amplificazione (FA = 2,1; FA = 1,7) sono calcolati rispettivamente alle frequenze f = 1 e f =3,8. Cioè indica possibilità di amplificazione per frequenze caratteristiche di edifici di altezza superiore a tre piani.

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, i diagrammi di verifica alla liquefazione secondo Robertson – 1996 (a sinistra) e di Olsen, Koester & Hynes – 1996 (a destra), ottenuti plottando gli esiti delle resistenze alla punta della prova CPTU2b, non traducono possibilità di liquefazione dei sedimenti attraversati fino a 15 metri dal p.c., come d'altronde si attende per l'assenza di sedimenti granulari fino a questa quota nella verticale indagata. Per quanto detto, sebbene le preliminari informazioni indichino la non propensione alla liquefazione dei sedimenti, la possibilità che vi sia la chiusura di lenti sabbiose recenti (attraversate dalla limitrofa prova P24) proprio a ridosso del limite ovest dell'Ambito impone ulteriori ricerche locali da eseguirsi in sede di PUA o con la fase preliminare di progettazione.



PRESCRIZIONI

Per l'Ambito in questione può ritenersi sufficiente un approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) per quanto attiene l'analisi di amplificazione stratigrafica.

Vista la previsione edificatoria residenziale, si ritiene comunque necessario eseguire:

- almeno due prove penetrometriche ad elevata definizione tessiturale (CPTE) spinte fino a 15 m dal p.c. e finalizzate ad una ulteriore verifica locale della presenza di strati sabbiosi saturi di potenza superiore al metro; le prove consentiranno di delimitare con maggior dettaglio gli strati eventualmente liquefacibili all'interno dell'area di studio e di stimare i cedimenti attesi delle sabbie in caso di impulso sismico statisticamente atteso (M =5,5-6);
- nel caso le penetrometrie integrative dimostrino la presenza di sabbie con propensione alla liquefazione, si ritiene indispensabile effettuare almeno un sondaggio con recupero di campioni per le ulteriori verifiche del fuso granulometrico e la determinazione dell'indice di plasticità (parametri fondamentali per definire l'esclusione o meno della liquefazione);
- la presenza di intervalli superficiali di sabbie sature liquefacibili di potenza significativa (oltre due metri, sebbene già in questa fase ancora preliminare si possono tendenzialmente escludere strati sabbiosi di tale spessore) potrà imporre anche la necessità di una prova triassiasiale ciclica su un campione rappresentativo di sabbie.

Ambito AVP (id 19)

L'area in questione ricade in territorio rurale con previsione di realizzazione di un nuovo distributore di carburanti. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.6 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU1

Prove geofisiche di riferimento → TR21

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade in un contesto paleogeografico di Pianura alta alluvionale (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata) ed in un contesto morfo-deposizionale attribuibile ad “argine distale” del torrente Quaderna. Rappresenta pertanto un'area un'area nella quale le acque fluviali hanno ormai perduto gran parte della loro energia trattiva e gli apporti sedimentari sono riconducibili al massimo a sabbie prevalentemente fini intercalate a sedimenti più fini (limi ed argille).

Le prova geognostica di riferimento CPTU1 spinta fino a 15 metri dimostrerebbe l'assenza di sabbie nell'Ambito, dunque un intervallo più superficiale (almeno fino a -15 m dal p.c.) costituito da argille e limi.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000), elaborata ancora per il Q.C. del PSC in forma associata, delinea il campo di moto della falda meno profonda con deflusso locale verso nord e con soggiacenze medie di circa 3,5-4 metri.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La penetrometria CPTU1 una buona continuità verticale nella presenza di depositi argillosi fino a 15 metri (fine prova). Dal punto di vista geotecnico l'Ambito può essere classificato, relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, nella zona di edificabilità “DD_1” (§ 1.3.1) cioè con resistenze di punta medie da normali a discrete fino a tale profondità. L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, per questa classe. Vi possono essere limitazioni solamente per edifici di impegno particolare, a causa dei cedimenti assoluti o differenziali, oppure alle pressioni di esercizio.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTU 1	1,0 ÷5,0	Argille limose e limi argillosi plastiche.	85	--	--	440

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sugli esiti della acquisizione tromografica TR21. In calce al testo è riportato il grafico della distribuzione delle Vs nel sottosuolo ricavata dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova tromografica effettuata nell'ambito, stima una Vs30 pari a 202 m/s, consentendo di estrapolare a tutta l'area studiata la categoria di sottosuolo "C". Si sono quindi stimati i parametri di azione sismica ricavabili per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR) da adottare per le verifiche di risposta sismica (vedi tabella).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.073	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.098	2.449	0.281
140	0.114	2.435	0.283
201	0.132	2.411	0.287
475	0.182	2.389	0.304
975	0.230	2.427	0.314
2475	0.299	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_b e risultano:

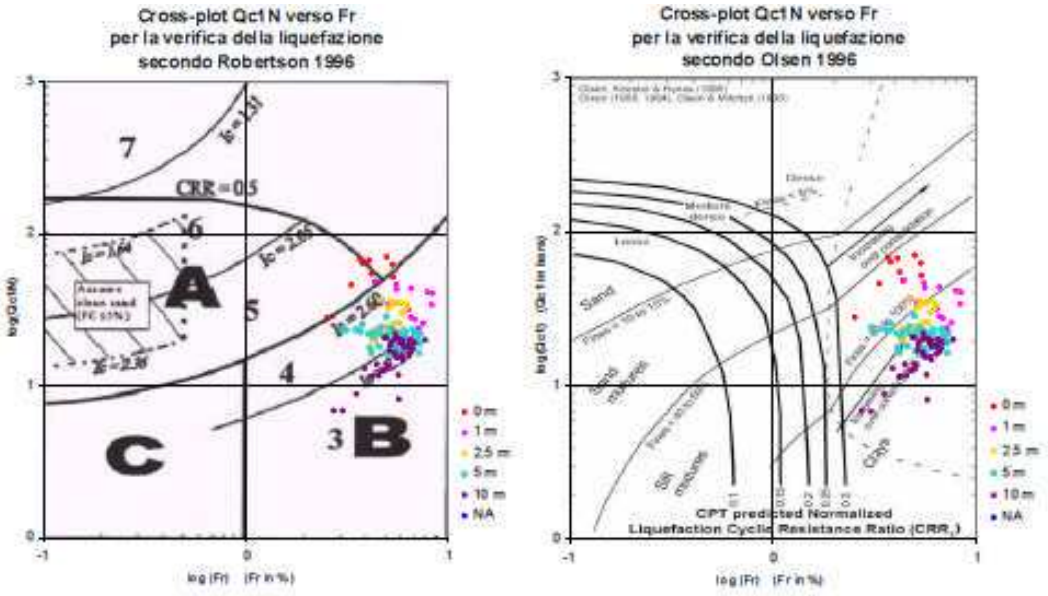
Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
200<Vs30<250	PIANURA 2	1,5	1,8	2,3

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia hanno consentito un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, la prova TR21 ha evidenziato possibilità di amplificazione per f ≤ 2,7 Hz ossia per frequenze tipiche di edifici elevati (oltre 20 metri, oppure oltre 4-5 piani) e di di riflettori simici (strati più rigidi) nel sottosuolo la cui profondità è stimata ad oltre 20 metri (in coerenza con la situazione stratigrafica locale riscontrata).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, i diagrammi di verifica alla liquefazione secondo Robertson – 1996 (a sinistra) e di Olsen, Koester & Hynes – 1996 (a destra), ottenuti plottando gli esiti delle resistenze alla punta della prova

CPTU1, non traducono possibilità di liquefazione dei sedimenti attraversati fino a 15 metri dal p.c., come d'altronde si attende per l'assenza di sedimenti granulari fino a questa quota nella verticale indagata.



Ciò detto, la modesta ampiezza dell'Ambito consente di estendere la valutazione di non liquefacibilità all'intera area di previsione

PRESCRIZIONI

Per l'Ambito in questione può ritenersi sufficiente un approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello).

Vista la particolare previsione edificatoria, si ritiene necessario eseguire:

– almeno una prova penetrometrica ad elevata definizione tessiturale (CPTU) spinta fino a 15 m dal p.c.;

– almeno una prova di dissipazione nel corso dell'esecuzione della CPTU, per definire con maggior dettaglio le caratteristiche di conducibilità idraulica del sottosuolo e caratterizzare la vulnerabilità naturale della prima falda;

– almeno una terebrazione diretta (sondaggio a carotaggio continuo, sondaggio tipo Geo-Probe) spinta fino a 10 metri di profondità, con la messa in opera di un piezometro per il controllo delle quote di soggiacenza della prima falda.

Ambito ANS_C2.1 (id 57)

Quest'area di studio risulta un ambito di potenziale sviluppo urbano a destinazione prevalentemente residenziale. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.7 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU5; C076; C077; 221140P418; 221100P661; 221100P662

Prove geofisiche di riferimento → TR 24

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). L'area di studio non è stata investigata da nuove terebrazioni ma si dispone di dati geognostici di repertorio ricavati da prove nei comparti limitrofi (CPTU5; C076; C077; 221140P418; 221100P662).

Le indagini geognostiche di riferimento rilevano un orizzonte granulare, di ampia continuità laterale con tetto che si approfondisce rapidamente verso NE: nell'Ambito in questione si stima profondo almeno 7 metri. Le terebrazioni della B/D regionale (C076; C077) eseguito poco a nord, hanno infatti raggiunto il tetto di questo intervallo granulare rispettivamente alle profondità di 7,4 metri e 7,6 m.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia la mancanza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica risulta ancora influenzata dalla depressione piezometrica determinata dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera e la soggiacenza locale è pertanto superiore alla profondità delle penetrometrie di riferimento.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità “DD_1” (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata. Interventi edificatori più impegnativi e la eventuale previsione di locali interrati dovranno prevedere indagini geognostiche finalizzate all'accertamento diretto della potenza dello strato ghiaioso sottostante l'Ambito studiato e della locale piezometria.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
C077	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510
CPTU5	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione sugli esiti delle prove tromografiche TR 24 e TR 26, eseguite esternamente in comparti limitrofi. In allegato sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova di riferimento TR 24 (effettuata in un Ambito più ad ovest) stima una Vs30 di 247 m/s. La velocità equivalente consente di estrapolare l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.073	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.098	2.449	0.281
140	0.114	2.435	0.283
201	0.132	2.411	0.287
475	0.182	2.389	0.304
975	0.230	2.427	0.314
2475	0.299	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni

ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si presumono amplificazioni di risonanza solamente per f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani). La profondità del primo banco ghiaioso (circa 7 metri) può consentire amplificazioni di risonanza anche a frequenze elevate (> 4 Hz) dunque rilavanti anche per costruzioni residenziali ed altri manufatti di modesta elevazione (<2 piani).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda, in particolare della quota piezometrica locale (risulta avere ancora elevate soggiacenze).

All'interno dell'area di studio mancano anche dati stratigrafici diretti e pertanto anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato ad una profondità di circa 7 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, si ritiene necessario effettuare almeno un sondaggio in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. La terebrazione dovrà spingersi fino a 15 metri e sarà finalizzata all'accertamento della quota piezometrica locale e della relativa stratigrafia.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti elevati di altezza superiore a 2 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio.

In conclusione, si ritiene necessario eseguire:

– almeno due prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima nell'area studiata dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi e ad appurare la profondità dell'intervallo ghiaioso (il cui tetto si presume collocato alla profondità di circa 7 metri dal p.c.).

– nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno un sondaggio a carotaggio continuo che attraversi il primo strato granulare, per appurarne direttamente lo spessore. Il carotaggio deve essere spinto fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia e dell'eventuale piezometria locale;

– nel caso di nuova edificazione che preveda edifici con più di 2 piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalle terebrazioni.

Ambito ANS_C2.1 (id 59)

Quest'area di studio risulta un ambito di potenziale sviluppo urbano a destinazione prevalentemente residenziale. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.7 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTU5; C076; C077; 221140P418; 221100P661; 221100P662

Prove geofisiche di riferimento → TR 24

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (§ Tavola As.B.1.1 “Carta Geolitologica”, scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). L'area di studio non è stata investigata da nuove terebrazioni ma si dispone di dati geognostici di repertorio ricavati da prove nei comparti limitrofi (CPTU5; C076; C077; 221140P418; 221100P662).

Le indagini geognostiche di riferimento rilevano un orizzonte granulare, di ampia continuità laterale con tetto che si approfondisce rapidamente verso NE: nell'Ambito in questione si stima profondo almeno 7 metri. Le terebrazioni della B/D regionale (C076; C077) eseguito poco a nord, hanno infatti raggiunto il tetto di questo intervallo granulare rispettivamente alle profondità di 7,4 metri e 7,6 m.

Il contesto idrogeologico desunto dalla Tavola Oz.B.1.2a “Carta Idrogeologica” (scala 1:10.000) che è stata elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata, evidenzia la mancanza di informazioni idrogeologiche dirette; la falda freatica risulta ancora influenzata dalla depressione piezometrica determinata dai forti prelievi attuati per uso idropotabile dai campi pozzi Hera e la soggiacenza locale è pertanto superiore alla profondità delle penetrometrie di riferimento.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità “DD_1” (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata. Interventi edificatori più impegnativi e la eventuale previsione di locali interrati dovranno prevedere indagini geognostiche finalizzate all'accertamento diretto della potenza dello strato ghiaioso sottostante l'Ambito studiato e della locale piezometria.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali “a nastro” (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
C077	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510
CPTU5	1,0 ÷5,0	Argille plastiche	100	--	--	510

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione sugli esiti delle prove tromografiche TR 24 e TR 26, eseguite esternamente in comparti limitrofi. In allegato sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalle prove di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova di riferimento TR 24 (effettuata in un Ambito più ad ovest) stima una Vs30 di 247 m/s. La velocità equivalente consente di estrapolare l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.073	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.098	2.449	0.281
140	0.114	2.435	0.283
201	0.132	2.411	0.287
475	0.182	2.389	0.304
975	0.230	2.427	0.314
2475	0.299	2.493	0.330

Non si stimano effetti di amplificazione topografica

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

Vs30	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A.S.I. (0,1s<To<0,5s)***	***F.A.S.I. (0,5s<To<1s)***
250<Vs30<300	PIANURA 1	1,6	1,8	2,4

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni

ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si presumono amplificazioni di risonanza solamente per f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani). La profondità del primo banco ghiaioso (circa 7 metri) può consentire amplificazioni di risonanza anche a frequenze elevate (> 4 Hz) dunque rilavanti anche per costruzioni residenziali ed altri manufatti di modesta elevazione (<2 piani).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione. Occorre però evidenziare l'assenza di dati relativi alla prima falda, in particolare della quota piezometrica locale (risulta avere ancora elevate soggiacenze).

All'interno dell'area di studio mancano anche dati stratigrafici diretti e pertanto anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato ad una profondità di circa 7 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, si ritiene necessario effettuare almeno un sondaggio in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. La terebrazione dovrà spingersi fino a 15 metri e sarà finalizzata all'accertamento della quota piezometrica locale e della relativa stratigrafia.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti elevati di altezza superiore a 2 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio.

In conclusione, si ritiene necessario eseguire:

– almeno due prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima nell'area studiata dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi e ad appurare la profondità dell'intervallo ghiaioso (il cui tetto si presume collocato alla profondità di circa 7 metri dal p.c.).

– nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno un sondaggio a carotaggio continuo che attraversi il primo strato granulare, per appurarne direttamente lo spessore. Il carotaggio deve essere spinto fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia e dell'eventuale piezometria locale;

– nel caso di nuova edificazione che preveda edifici con più di 2 piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalle terebrazioni.

Ambito ASP_RN (id 42)

La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.8 localizza nel dettaglio il perimetro dell'area studiata. L'Ambito è stato aggetto di uno specifico studio geologico di fattibilità edificatoria, redatto dal dott. geol. Mirco Marinelli nell' aprile 2011. Lo studio è stato elaborato coerentemente alle analisi del presente lavoro. Per ogni approfondimento si rimanda al citato studio allegato in calce alla relazione.

Ambito ASP_7 (id 43)

La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.8 localizza nel dettaglio il perimetro dell'area studiata. Le prove geognostiche e geofisiche di riferimento sono desunte dallo studio geologico di fattibilità edificatoria, redatto dal dott. geol. Mirco Marinelli nell' aprile 2011 per il limitrofo Ambito ASP_RN.

Prove geognostiche di riferimento → CPT1

Prove geofisiche di riferimento → TR 1

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (vedi anche Tavola As.B.1.1 "Carta Geolotologica" elaborata per il PSC) in vicinanza del Rio Centonara.

La prova penetrometrica statica CPT1 eseguita nel limitrofo comparto consente di estrapolare anche per quest'area la preliminare caratterizzazione del sottosuolo.I sedimenti attraversati dalla prova risultano prevalentemente fini fino a 11metri poi sono stati attraversati livelli sabbiosi a tratti consistenti. La resistenza dei sedimenti sotto al primo metro di alterazione superficiale è andata progressivamente aumentando indicando una buona consistenza e la probabile esistenza di "paleosuoli".

Per quanto concerne il contesto idrogeologico la prova eseguita ha individuato la presenza di acqua di falda superficiale alla profondità di –3m dal piano di campagna. Altre prove eseguite negli ambiti vicini hanno individuato una profondità di soggiacenza intorno ai 2,5m. S tratta di un acquifero superficiale indipendente con una ricarica "collinare" dovuta alle Formazioni sabbiose delle sottostanti "Sabbie Gialle".

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità "DD" (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata, come d'altra parte dimostra l'edificazione già esistente.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali "a nastro" (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT1	1,0 ÷5,0	Argille solido-plastiche	75	--	--	360

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione degli esiti della prova geofisica (TR1) di riferimento eseguita nel limitrofo Ambito ASP_RN dal dott. geol. M. Marinelli. In calce al testo sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR1 eseguita nel limitrofo Ambito stima una Vs30 di 303 m/s. Dunque la velocità equivalente consente di estrapolare tutta l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.074	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.099	2.448	0.281
140	0.114	2.436	0.283
201	0.133	2.415	0.286
475	0.182	2.395	0.303
975	0.229	2.433	0.314
2475	0.299	2.500	0.329

Il contesto morfologico non presuppone effetti di amplificazione topografica.

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

VsH (5m<H<10m)	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A. S.I. 0,1s<T_0<0,5s***	***F.A. S.I. 0,5s<T_0<1,0s***
300<Vs30<350	PIANURA 1	1,6	1,8	2,1

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si presumono amplificazioni di risonanza per frequenze f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani) e per frequenze f > 4 Hz (tipiche di edifici bassi, di elevazione inferiore a 2 piani).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione.

All'interno dell'area di studio mancano anche dati stratigrafici diretti e pertanto

anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato ad una profondità di circa 7 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, si ritiene necessario effettuare almeno un sondaggio in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. La terebrazione dovrà spingersi fino a 15 metri e sarà finalizzata all'accertamento della quota piezometrica locale e della relativa stratigrafia.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti elevati di altezza superiore a 2 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio.

In conclusione, si ritiene necessario eseguire:

– almeno due prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima nell'area studiata dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi.

– nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia e dell'eventuale piezometria locale;

– nel caso di nuova edificazione che preveda edifici con più di 2 piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalle terebrazioni.

Ambito ASP_7 (id 44)

La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.8 localizza nel dettaglio il perimetro dell'area studiata. Le prove geognostiche e geofisiche di riferimento sono desunte dallo studio geologico di fattibilità edificatoria, redatto dal dott. geol. Mirco Marinelli nell' aprile 2011 per il limitrofo Ambito ASP_RN.

Prove geognostiche di riferimento → CPT1

Prove geofisiche di riferimento → TR 1

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (vedi anche Tavola As.B.1.1 "Carta Geolotologica" elaborata per il PSC) in vicinanza del Rio Centonara.

La prova penetrometrica statica CPT1 eseguita nel limitrofo comparto consente di estrapolare anche per quest'area la preliminare caratterizzazione del sottosuolo.I sedimenti attraversati dalla prova risultano prevalentemente fini fino a 11metri poi sono stati attraversati livelli sabbiosi a tratti consistenti. La resistenza dei sedimenti sotto al primo metro di alterazione superficiale è andata progressivamente aumentando indicando una buona consistenza e la probabile esistenza di "paleosuoli".

Per quanto concerne il contesto idrogeologico la prova eseguita ha individuato la presenza di acqua di falda superficiale alla profondità di –3m dal piano di campagna. Altre prove eseguite negli ambiti vicini hanno individuato una profondità di soggiacenza intorno ai 2,5m. S tratta di un acquifero superficiale indipendente con una ricarica "collinare" dovuta alle Formazioni sabbiose delle sottostanti "Sabbie Gialle".

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità "DD" (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata, come d'altra parte dimostra l'edificazione già esistente.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali "a nastro" (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPT1	1,0 ÷5,0	Argille solido-plastiche	75	--	--	360

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione degli esiti della prova geofisica (TR1) di riferimento eseguita nel limitrofo Ambito ASP_RN dal dott. geol. M. Marinelli. In calce al testo sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova TR1 eseguita nel limitrofo Ambito stima una Vs30 di 303 m/s. Dunque la velocità equivalente consente di estrapolare tutta l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica.

T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.074	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.099	2.448	0.281
140	0.114	2.436	0.283
201	0.133	2.415	0.286
475	0.182	2.395	0.303
975	0.229	2.433	0.314
2475	0.299	2.500	0.329

Il contesto morfologico non presuppone effetti di amplificazione topografica.

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a e risultano:

VsH (5m<H<10m)	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A. S.I. 0,1s<T_0<0,5s***	***F.A. S.I. 0,5s<T_0<1,0s***
300<Vs30<350	PIANURA 1	1,6	1,8	2,1

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Le acquisizioni tromografiche effettuate nel territorio di Ozzano dell'Emilia consentono un confronto degli spettri di H/V del sottosuolo, per un primo controllo della possibilità di effetti di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione. Gli esiti di questa verifica sono riassunti nella figura 1.8 e per ogni ulteriore spiegazione si rimanda al paragrafo 1.4.3. In sintesi, per l'Ambito in questione si presumono amplificazioni di risonanza per frequenze f ≤ 2,7 Hz (ossia per frequenze tipiche di edifici elevati - oltre 20 metri oppure oltre 4-5 piani) e per frequenze f > 4 Hz (tipiche di edifici bassi, di elevazione inferiore a 2 piani).

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione.

All'interno dell'area di studio mancano anche dati stratigrafici diretti e pertanto

anche lo spessore del primo strato ghiaioso (tetto stimato ad una profondità di circa 7 metri) è di fatto ignoto. La potenza di questo primo intervallo granulare insaturo fornisce un fondamentale contributo all'esclusione della liquefazione, per il buon grado di confinamento che può indurre ad eventuali intervalli granulari saturi più profondi. Ciò nonostante, si ritiene necessario effettuare almeno un sondaggio in sede di PUA o in fase preliminare di progettazione. La terebrazione dovrà spingersi fino a 15 metri e sarà finalizzata all'accertamento della quota piezometrica locale e della relativa stratigrafia.

PRESCRIZIONI

Per quanto riguarda l'analisi di amplificazione stratigrafica, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) già espletato in questa sede. Solamente nel caso di prevedere nuova edificazione con strutture e/o manufatti elevati di altezza superiore a 2 piani si reputa necessaria una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio.

In conclusione, si ritiene necessario eseguire:

– almeno una prova penetrometrica statica o dinamica superpesante, finalizzate alla stima nell'area studiata dei parametri meccanici dei sedimenti fini meno profondi.

– nel caso di interventi edificatori più impegnativi e/o con previsione di locali interrati, almeno un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità minima di 15 metri per l'accertamento della stratigrafia e dell'eventuale piezometria locale;

– nel caso di nuova edificazione che preveda edifici con più di 2 piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalle terebrazioni.

Ambiti ARP (id 31; id 80)

Queste aree sono classificate come ambiti agricoli di rilievo paesaggistico. La figura 1.1 individua l'Ambito mentre la figura 3.9 localizza nel dettaglio il perimetro e le prove geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di caratterizzazione. In calce al testo si allegano diagrammi e tabulati delle prove di riferimento.

Prove geognostiche di riferimento → CPTE6

Prove geofisiche di riferimento → MASW 7; TR 28

INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto di pedecollina dell'Appennino bolognese. Qui si hanno in affioramento sedimenti alluvionali per lo più indistinti, che si distribuiscono nella transizione alla collina delle zone di "Elemento Idrografico" e corrispondono a depositi di antiche e minori conoidi rimaste intercluse tra i principali apparati distributori dei fiumi principali. Il contesto morfologico generale è di sopraelevazione rispetto alla restante pianura e generalmente coperti da una spessa coltre di suolo antico. La parte di Ambito di probabile interesse edificatorio risulta a quote di circa 165÷160 m s.l.m. Il substrato roccioso (bedrock) marino, sottostante la coltre alluvionale, è attribuito alla formazione delle Sabbie Gialle di Imola ed in particolare al membro sabbioso ed arenaceo di Castel San Pietro – IMO3 (§ Tavola As.B.1.1 "Carta Geolitologica", scala 1:25.000 elaborata per il Q.C. del PSC in forma associata). Nell'intorno dell'area non si rilevano segni premonitori di processi di instabilità geomorfologica.

L'area di studio ARP (id 80) è stata investigata direttamente da una prova penetrometrica statica (CPTE6): ha attraversato lo spessore fine della coltre alluvionale arrestandosi al tetto di sedimenti granulari (ghiaie). Lo spessore delle alluvioni è stata dunque stimata indirettamente con le indagini geofisiche (MASW 7 e TR 28): entrambe rilevano la profondità del bedrock marino a circa 8,5 metri. Lo strato ghiaioso alluvionale risulterebbe potente circa 2,5 metri.

Dal punto di vista idrogeologico, la prima falda utile risulterebbe ospitata nelle Sabbie Gialle, formazione che per le sue caratteristiche risulta in generale una discreta roccia "magazzino", mentre il materasso alluvionale sovrastante è probabilmente costituito da sedimenti insaturi, facilmente drenati. Solamente lo strato granulare di letto può ospitare un modesto deflusso sotterraneo nei periodi stagionali più piovosi. Nel foro della prova (eseguita in settembre), non si è rilevata acqua, a parziale conferma del contesto sopra descritto.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze di punta ricavate dalle prove penetrometriche di riferimento limitrofe ed il contesto tessiturale sopra descritto, consentono di classificare il sottosuolo dell'Ambito, dal punto di vista geotecnico e relativamente ai primi 10 metri di sottosuolo, estrapolandolo alla zona di edificabilità "DD" (§ 1.3.1). L'edificabilità con normali tecniche costruttive e con fondazioni superficiali è in genere assicurata, come d'altra parte dimostra l'edificazione già esistente. Questa valutazione preliminare di edificabilità è riferibile solamente alla porzione di Ambito perimetrata nella figura 3.5. Nella restante porzione di Ambito (sebbene non vi siano rilevati fattori di instabilità che possano precludere eventuali interventi edificatori) la variabilità del contesto morfologico, delle coperture e/o del bedrock

alterato non consentono di estrapolarne le valutazioni geomeccaniche sopra riportate.

La seguente tabella riporta alcune preliminari considerazioni sulle caratteristiche meccaniche medie del primo intervallo di sottosuolo utile ai fini geotecnici nel caso di fondazioni superficiali "a nastro" (primi 5 metri, vedi paragrafo 1.3.2 della Relazione Geologica e Sismica), estrapolabili dalle prove penetrometriche di riferimento.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	c_u [kPa]	φ' [°]	D.R. %	Qult [kPa]
CPTE 6	1,0 ÷2,4	Argille solido-plastiche	100	--	--	510
	2,4 ÷4,4	Limi ed argille solido-plastiche (molto dure per essiccamento)	120	–	–	615
	4,4 ÷5,0	Argille solido-plastiche	130	–	–	670

PERICOLOSITÀ SISMICA

Stima delle Vs

La valutazione delle velocità delle onde di taglio dei sedimenti (parametro fondamentale per qualsiasi approccio di analitico di risposta sismica) è basata sull'estrapolazione degli esiti della prova geofisica di riferimento eseguita nell'Ambito (MASW7). In calce al testo sono riportati i grafici delle distribuzioni delle Vs nel sottosuolo ricavate dalla prova di riferimento.

Analisi semplificate: DM 14/01/08

La pericolosità sismica locale, stimata sulla base della nuova normativa nazionale presuppone la determinazione della "categoria di sottosuolo", valutata sulla scorta della Vs media relativa ad un intervallo di 30 metri di sedimenti (Vs30). In questo senso, la prova MASW7 eseguita nell'Ambito ARP (id 80) stima una Vs30 di 326 m/s. Dunque la velocità equivalente consente di estrapolare tutta l'area studiata nella categoria di sottosuolo "C". Nella tabella qui a fianco si riportano i parametri di "azione sismica" (riferibili topograficamente al punto baricentrico dell'Ambito ARP con id 80), per sismi con nove differenti tempi di ritorno (TR), da adottare per le verifiche di risposta sismica. Il contesto morfologico (modeste altezze e pendenze delle scarpate circostanti) non presuppongono significativi effetti di amplificazione topografica nella porzione di ripiano dell'Ambito già edificato.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.060	2.457	0.260
50	0.076	2.433	0.269
72	0.089	2.426	0.275
101	0.103	2.440	0.279
140	0.118	2.441	0.282
201	0.137	2.433	0.284
475	0.186	2.433	0.296
975	0.234	2.472	0.309
2475	0.303	2.552	0.325

Analisi semplificate: delibera regionale 112/2007

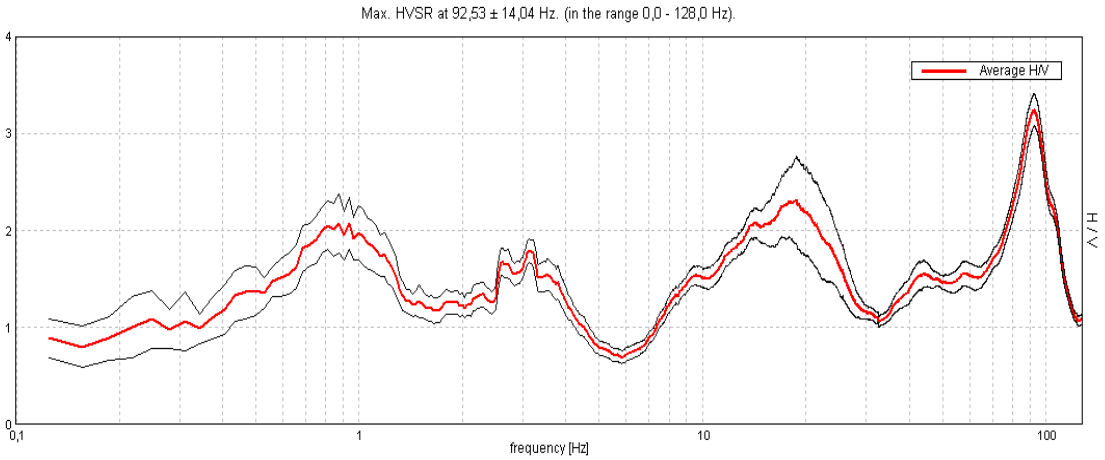
Gli esiti di amplificazione ricavati con approccio semplificato sono desunti dalla

tavola di Microzonazione sismica Oz. B.1.6bis_a. Nella tavola viene zonizzata solamente la parte di Ambito di probabile edificazione, nella quale è possibile estrapolare i dati geognostici e geofisici ricavati dalle prove effettuate. Nella restante porzione di Ambito, la variabilità della morfologia, degli spessori delle coperture e/o del bedrock alterato non consentono di estendere la zonizzazione sismica semplificata. In conclusione, gli esiti semplificati per l'area studiata si possono così riassumere:

VsH (5m<H<10m)	***Contesto morfologico***	***F.A. PGA***	***F.A. S.I. 0,1s<T_0<0,5s***	***F.A. S.I. 0,5s<T_0<1,0s***
200<Vs30<250	APPENNINO/MARGINE APPENNINICO PADANO	2,0	1,9	1,5

Analisi degli effetti locali: amplificazione e liquefazione

Il controllo dello spettro H/V del sottosuolo della prova tromografica TR 28 consente un primo controllo degli effetti di amplificazione stratigrafica e della possibilità di "doppia risonanza" con strutture e manufatti in elevazione.



La traccia H/V (riportata qui sopra) evidenzia possibilità di amplificazione dell'impulso sismico per frequenze da 2,2 Hz a 4 Hz cioè per finestre di frequenze tipiche di edifici maggiori di 2 piani fino a 5 piani circa; si rilevano possibili amplificazioni anche per frequenze molto basse (<1,1 Hz) e molto elevate (picco a circa 18 Hz), non significative per edifici in elevazione;

Per quanto riguarda la possibilità di liquefazione, il contesto geologico ed idrogeologico depongono a favore della sua esclusione.

PRESCRIZIONI

Per la porzione di Ambito studiato ARP (id 80) di probabile previsione edificatoria, si può ritenere sufficiente l'approfondimento dello studio di pericolosità sismica semplificata (secondo livello) per quanto attiene l'analisi di amplificazione stratigrafica. Solamente per previsioni di nuova edificazione che prevedano strutture in elevazione maggiore di due piani si reputa utile una modellazione numerica di risposta sismica locale fondata su dati stratigrafici di maggior dettaglio. Nelle restanti porzioni degli Ambiti, la variabilità della morfologia, dello spessore delle coperture e/o del bedrock alterato non consentono di estendere la

zonizzazione sismica semplificata già elaborata e di fornire una caratterizzazione geotecnica preliminare.

Nella parte di Ambito studiato (vedi figura 3.5) si ritiene pertanto necessario eseguire:

- almeno due prove penetrometriche statiche o dinamiche superpesanti, finalizzate alla stima dei parametri meccanici dei sedimenti.
- almeno un sondaggio a carotaggio continuo, nel caso di interventi edificatori più impegnativi (oltre due piani di elevazione) e/o con previsione di locali interrati. Il sondaggio deve spingersi fino ad una profondità minima di 15 metri e consentire anche l'accertamento dell'eventuale piezometria locale.
- nel caso di nuova edificazione che preveda edifici di oltre due piani, un'analisi numerica di risposta sismica locale basata anche sui nuovi dati diretti ottenuti dalle terebrazioni.

Nelle parti di Ambiti non studiate si ritiene necessario:

– nel caso di previsione di edificazione, si dovrà elaborare uno specifico studio geomorfologico finalizzato al rilievo delle eventuali dinamiche morfologiche di potenziale instabilità.

– si dovranno verificare con un adeguato numero di terebrazioni (prove penetrometriche, statiche e/o dinamiche superpesanti, sondaggi) gli spessori e le caratteristiche meccaniche delle eventuali coperture recenti (alluvioni, depositi di versante, ecc.) e/o dei sedimenti del bedrock più alterato, ai fini di dell'analisi fattibilità geotecnica e dell'approfondimento della pericolosità sismica (secondo livello).

– nel caso che l'eventuale edificazione coinvolga una parte di versante caratterizzato da acclività media >15° e le indagini dirette forniscano esiti geotecnici scadenti, si dovrà imporre un'ulteriore analisi si stabilità (per gli stati di “free field” e di progetto di massima), da elaborare sia in condizioni statiche sia in condizioni di impulso sismico.

Comune: OZZANO DELL'EMILIA (BO)

Oggetto: INSERIMENTO PORZIONE
DI AMBITO "ASPRN.1" NEL

P O C 2010/2015

PIANO OPERATIVO COMUNALE

Stesura: aprile 2011

Redattore: Dott. Geol. Mirco Marinelli

Committente: ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA' DI BOLOGNA

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
PORZIONE DI AMBITO "ASPRN.1"

INDICE

Sezione 1 - Relazione geologica e sismica..... 4

PREMESSA 4

NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4

1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 5

1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 5

1.3 PERICOLOSITA' SISMICA 6

1.4 VALUTAZIONE LIQUEFAZIONE 8

1.5 PRESCRIZIONI E CONCLUSIONI 8

Sezione 2 – Allegati 9

2.1 Estratto C.T.R. elemento 221141 con ubicazioni indagini – scala 1:5000 9

2.2 Stralcio carta geologica Emilia Romagna progetto "Carg" 10

2.3 Registrazione rumore sismico ambientale di fondo (REPORT TROMINO) 11

2.4 P.O.C. – ELABORATO Oz.B.1.6bis_a 12

Sezione 3 – Allegati Prova Penetrometrica Statica 13

3.1 Prova penetrometrica statica CPT1 dati 13

3.2 Prova penetrometrica statica CPT1– diagrammi di resistenza 14

3.3 Prova penetrometrica statica CPT1 – valutazioni litologiche 15

3.4 Prova penetrometrica statica CPT1, dati strumento 16

Sezione 1 - Relazione geologica e sismica

PREMESSA

Viene redatta questa relazione al fine di inserire nel POC 2010/2015 una porzione di ambito “ASPRN.1” definito da PSC come “comparto di espansione dell' ambito specializzato per attività di ricerca e didattica universitaria” (vedi ubicazione ctr par.2.1).

Lo studio geologico-sismico, in questa fase, ha previsto:

- un sopralluogo atto a definire le condizioni geologico-morfologiche dell’area in oggetto;
- una prova penetrometrica statica eseguita in un punto caratteristico dell’area d’intervento (CPT1);
- una prova di registrazione del rumore sismico di fondo con “Tromografo” (TR).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 11.03.1988

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosita sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
Ordinanze Autorita di Bacino nazionale, regionale o interregionale

1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'Ambito ricade nel contesto paleogeografico di interconoide Idice-Quaderna (vedi anche Tavola As.B.1.1 "Carta Geolotologica" elaborata per il PSC) in vicinanza del Rio Centonara ad una quota media di 82m s.l.m.

La morfologia del territorio è sub-pianeggiante caratterizzata da moderate ondulazioni che degradano progressivamente verso N-NE con bassissima acclività. L'ambito oggetto di studio si presenta attualmente come un campo agricolo con delimitato da fossi di scolo atti al drenaggio delle acque di circolazione superficiale verso i corsi d'acqua principali.

La prova penetrometrica statica eseguita (Sezione 3) ha consentito una preliminare caratterizzazione del sottosuolo fino alla profondità di 14,20m (rifiuto strumentale). Secondo le valutazioni litologiche (metodo Begemann A.G.I. 1977 e Schmertmann 1978) i terreni incontrati sono stati prevalentemente fini individuando limi argillosi fino alla profondità di 11m. Sotto a tale profondità sono stati individuati livelli sabbiosi a tratti consistenti. La resistenza dei sedimenti sotto al primo metro di alterazione superficiale è andata progressivamente aumentando indicando una buona consistenza e la probabile esistenza di "paleosuoli".

Per quanto concerne il contesto idrogeologico la prova eseguita ha individuato la presenza di acqua di falda superficiale alla profondità di –3m dal piano di campagna. Altre prove eseguite negli ambiti vicini hanno individuato una profondità di soggiacenza intorno ai 2,5m. Trattasi di un acquifero superficiale indipendente con una ricarica "collinare" dovuta alle Formazioni sabbiose delle sottostanti "Sabbie Gialle".

1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le resistenze trovate dalla prova CPT effettuata dimostrano sopra un primo metro di terreno di alterazione superficiale resistenze discrete che aumentano, in genere, con l'aumentare della profondità. In particolare si passa da 1000KPa a 3900KPa che intorno alla profondità di 12m e 14m raggiungono valori prossimi al rifiuto strumentale incontrando sabbie consistenti.

In particolare ai fini della zonizzazione geotecnica (vedi par. 1.3.1del P.O.C.) sotto ad un primo metro di terreno scadente sia nella profondità compresa da –1 a –5, sia da –5 a –10m si ha una zonizzazione appartenente alla classe "DD". In particolare si ha terreno con caratteristiche discrete (Rp>1500Kpa) per tutta la durata di prova.

Come descritto nel paragrafo del P.O.C. le limitazioni che si possono avere in questa area per edifici di normale impegno possono essere dovute sia ad un eccessivo carico d'esercizio, sia alla presenza di cedimenti assoluti e differenziali di rilievo.

Si riportano nella seguente tabella alcune caratteristiche preliminari nell'intervallo di suolo compreso tra –1 e –10m.

Sigla prova	Intervallo sottosuolo (m)	Note	Cu (KPa)	φ' (°)	D.R. %	Qult (KPa)
CPT1	da -1 a -5	Argille limose	75	-	-	360
	da -5 a -10	Limi Argillosi	100	-	-	500

1.3 PERICOLOSITA' SISMICA

Stima delle Vs

La definizione delle velocità Vs nell'area in oggetto si è basata su una registrazione del rumore sismico ambientale di fondo (microtremori) eseguita in prossimità della prova CPT1. I risultati vengono riportati in allegato (vedi par.2.3).

A seconda della profondità dal piano campagna dell'intervento che verrà effettuato nell'area in esame si è ottenuto:

$V_{S30\ (0.0\div30.0)}$= 303 m/sec

$V_{S30\ (1.0\div31.0)}$= 315 m/sec

$V_{S30\ (2.0\div32.0)}$= 320 m/sec

$V_{S30\ (3.0\div33.0)}$= 325 m/sec

$V_{S30\ (4.0\div34.0)}$= 331 m/sec

Per le velocità sopra elencate per il terreno in oggetto, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, viene associata una categoria di suolo di fondazione di tipo *C* definita:

C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Analisi semplificate: DM 14/01/08

I risultati della registrazione dei microtremori portano a valutare una V_{s30} pari a 303 m/sec (riferita al piano campagna). Tale risultato risulta in accordo con quelli ricavati da altre prove per il POC e per il PSC delle aree limitrofe e porta a definire una categoria del suolo di fondazione di tipo C, ovvero: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

La stima dei parametri dell'azione sismica è stata eseguita con il foglio di calcolo messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Spettri-NTCver.1.0.3) e si sono ottenuti i seguenti valori utilizzabili per le verifiche della risposta sismica.

T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0.058	2.462	0.259
50	0.074	2.439	0.270
72	0.086	2.440	0.276
101	0.099	2.448	0.281
140	0.114	2.436	0.283
201	0.133	2.415	0.286
475	0.182	2.395	0.303
975	0.229	2.433	0.314
2475	0.299	2.500	0.329

In virtù della sub-orizzontalità dell'area in esame non si prevedono effetti di amplificazione topografica.

Analisi semplificate : Allegato A – delibera regionale 112/2007

La stima dei fattori di amplificazione di seguito riportati è stata effettuata in base alla tabella definita PIANURA 1 (vedi par.2.4 elaborato Oz.B.1.6bis_a).

Vs30	**F.A. P.G.A.**	**F.A. SI (0.1s<T0<0.5s)**	**F.A. SI (0.5s<T0<1.0s)**
300 m/sec	1.6	1.8	2.1

L'analisi delle frequenze di risonanza ottenute dalla registrazione dei microtremori permette, seppur in via preliminare, di ragionare su possibili fenomeni di doppia risonanza tra le strutture di costruzione ed il terreno di fondazione in caso di evento sismico. Tali risultati mostrano la presenza di picchi per frequenze superiori a 4 Hz (sconsigliata quindi per edifici ad 1 o 2 piani) e a circa 1 Hz (sconsigliata quindi per edifici a molti piani). Rimane un unico intervallo di frequenze in cui non si registrano picchi di risonanza compreso tra 1 Hz e 4 Hz ed ipotizzabile quindi per edifici di media altezza.

Nell'elaborato di "zonizzazione preliminare" relativa alla distribuzione delle frequenze di risonanza del sottosolo prodotto per il Comune di Ozzano dell'Emilia l'area esaminata è da collocare con "cerchio blu" in "Amplificazioni H/V per frequenze anche elevate: possibili effetti di doppia risonanza con edifici di altezza anche = 2 piani".

1.4 VALUTAZIONE LIQUEFAZIONE

La liquefazione è la perdita improvvisa della resistenza al taglio dei terreni che hanno tendenza all' addensamento e alla riduzione di volume in occasione di un evento sismico.

Tale fenomeno riguarda terremoti di magnitudo > 6 , i sedimenti granulari (incoerenti) non consolidati e saturi, con densità relativa inferiore al 40% e a granulometria uniforme e medio piccola, come ad esempio limi e sabbie fini di origine deltizia, fluviale e marina di età recente e i terreni di riporto.

Nell'area in esame le valutazioni litologiche ottenute dalla prova CPT1 eseguita (vedi Sezione 3) tendono ad escludere il fenomeno della liquefazione fino a profondità di 10/11m. Si ha infatti una litologia di superficie rappresentata essenzialmente da limi ed argille di discreta consistenza.

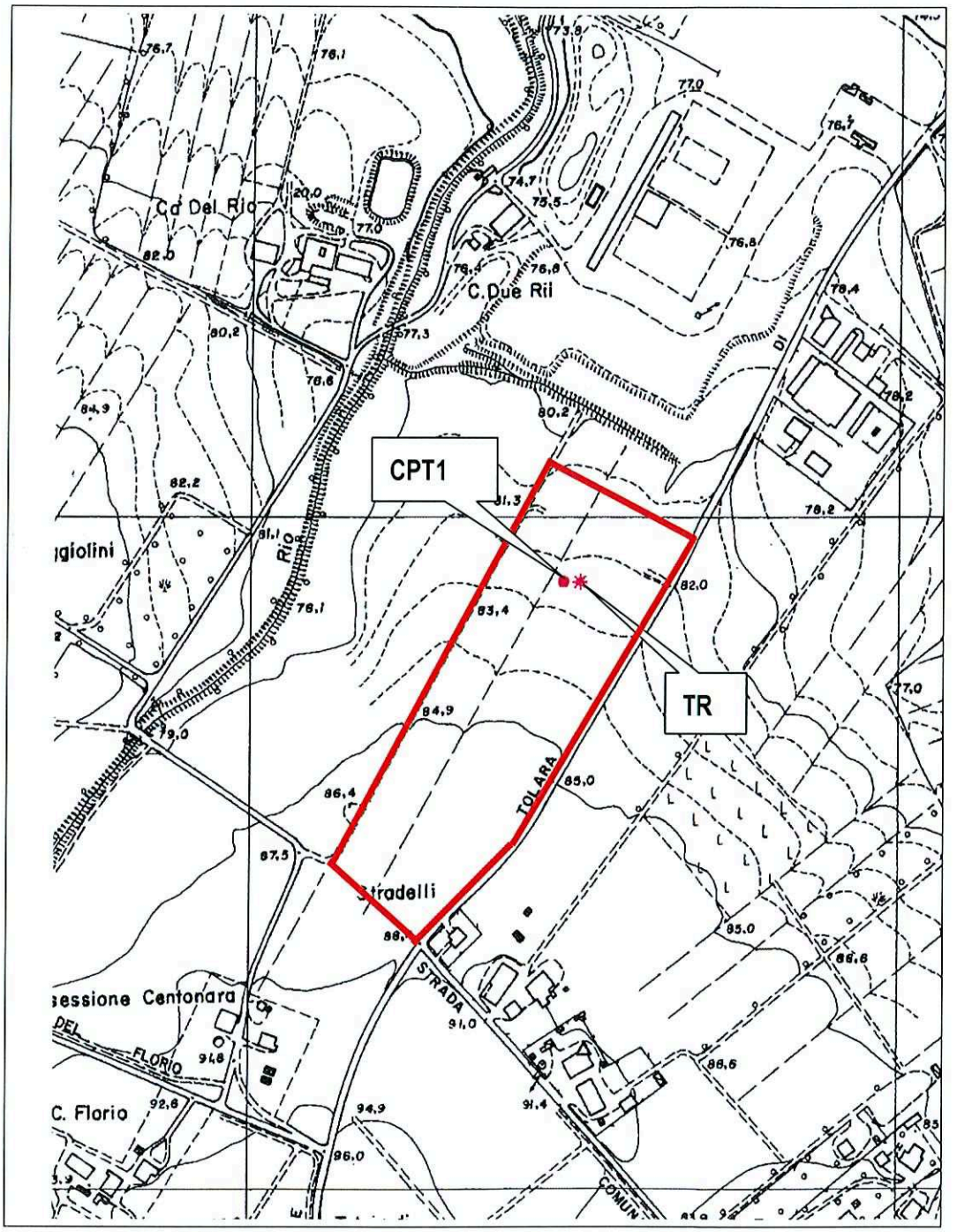
1.5 PRESCRIZIONI E CONCLUSIONI

Viste le analisi effettuate all'interno dell'Ambito (prova "CPT1" e registrazione del rumore sismico ambientale di fondo "TR") e vista la previsione edificatoria con probabili edifici a 1-2 piani si ritiene necessario eseguire:

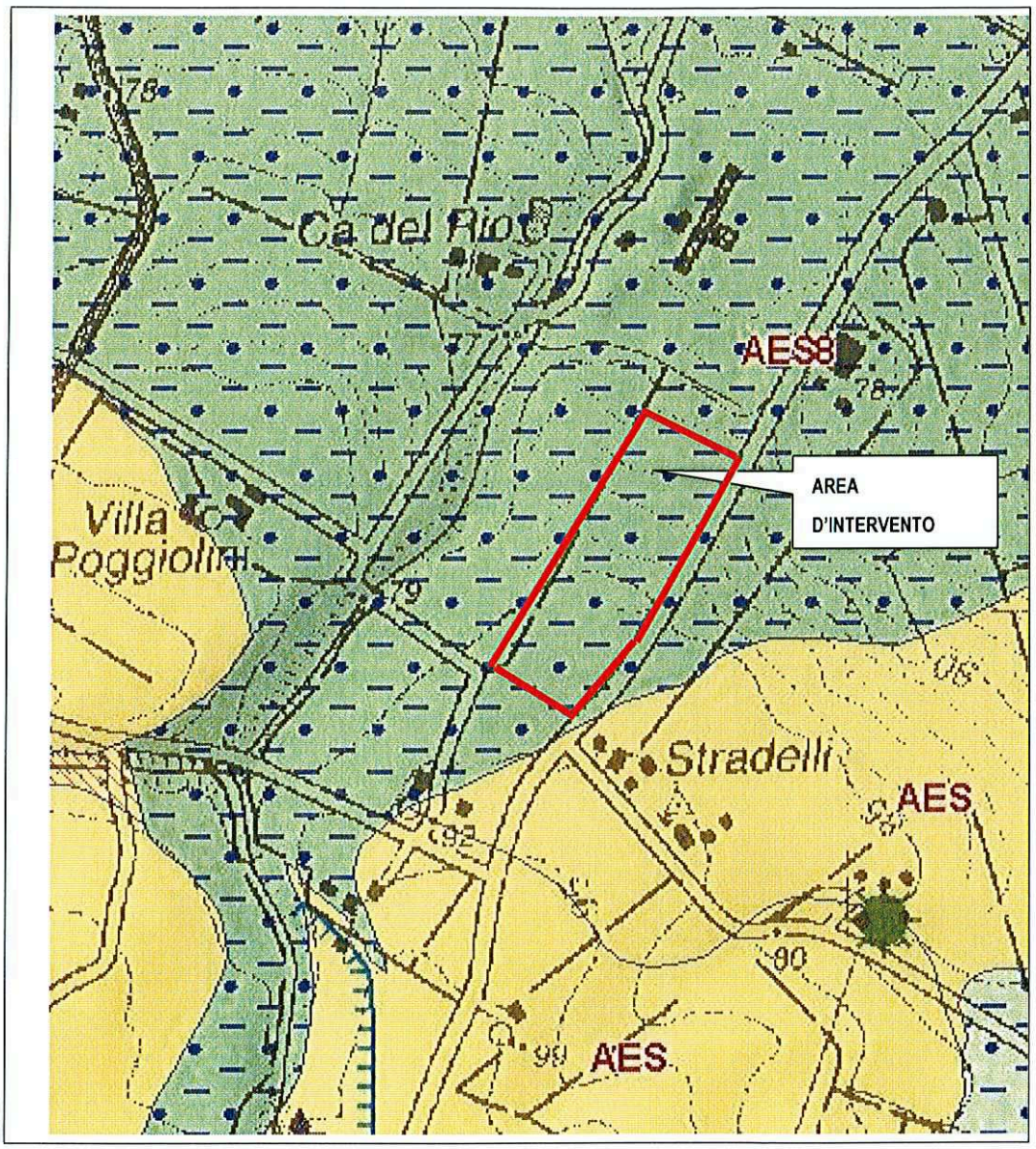
- una modellazione numerica di risposta sismica locale (vista la possibilità di incontrare il problema della risonanza per questo tipo di strutture);
- adeguate indagini geognostiche di completamento riferite alle specifiche costruzioni da realizzare all'interno dell'ambito.

Sezione 2 – Allegati

2.1 Estratto C.T.R. elemento 221141 con ubicazioni indagini – scala 1:5000



2.2 Stralcio carta geologica Emilia Romagna progetto "Carg"



Legenda:

AES8 - SUBSINTEMA DI RAVENNA
Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali.

AES - SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE
Ghiaie, sabbie, limi ed argille di piana intravalliva, di conoide e di piana alluvionale.

2.3 Registrazione rumore sismico ambientale di fondo (REPORT TROMINO)

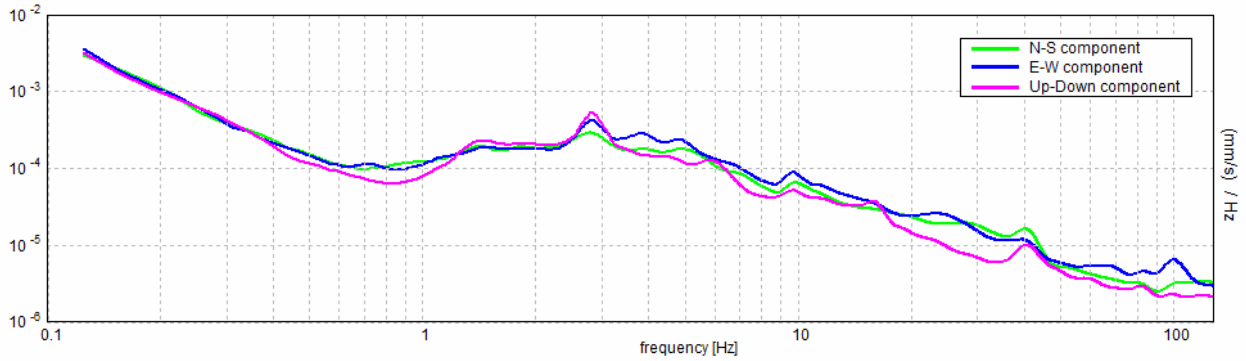


Grafico 1: Spettri delle tre componenti ortogonali rilevate nella registrazione R1.

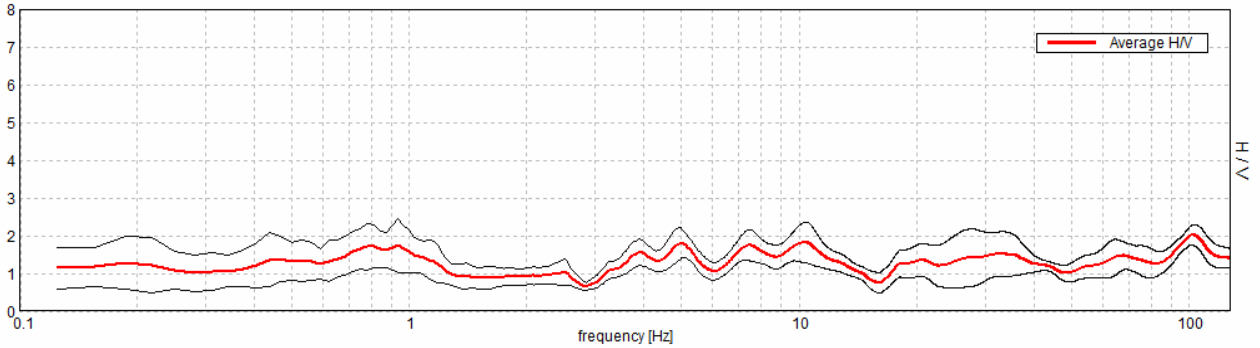


Grafico 2: Diagramma HVSR indicante lo spettro del moto del suolo rilevato nella registrazione R1.

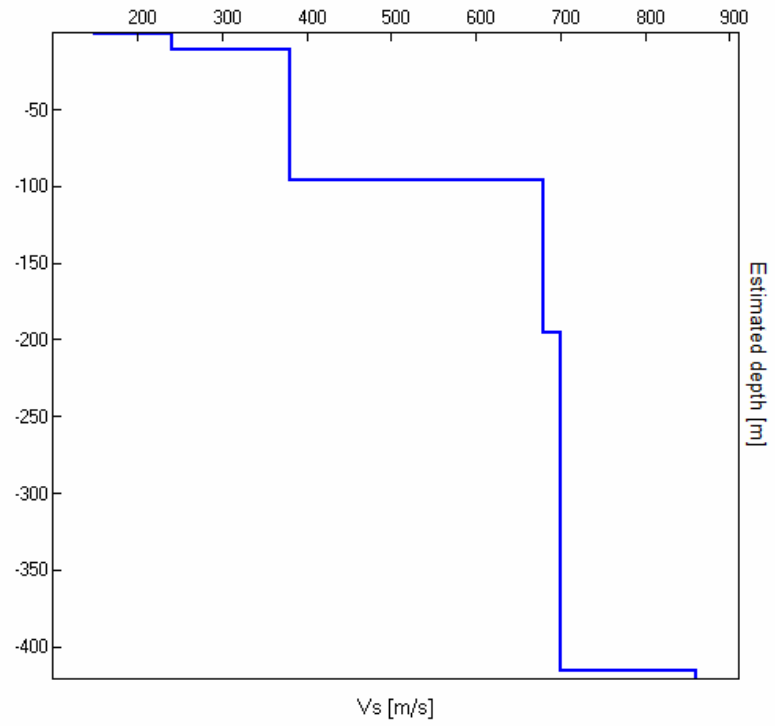
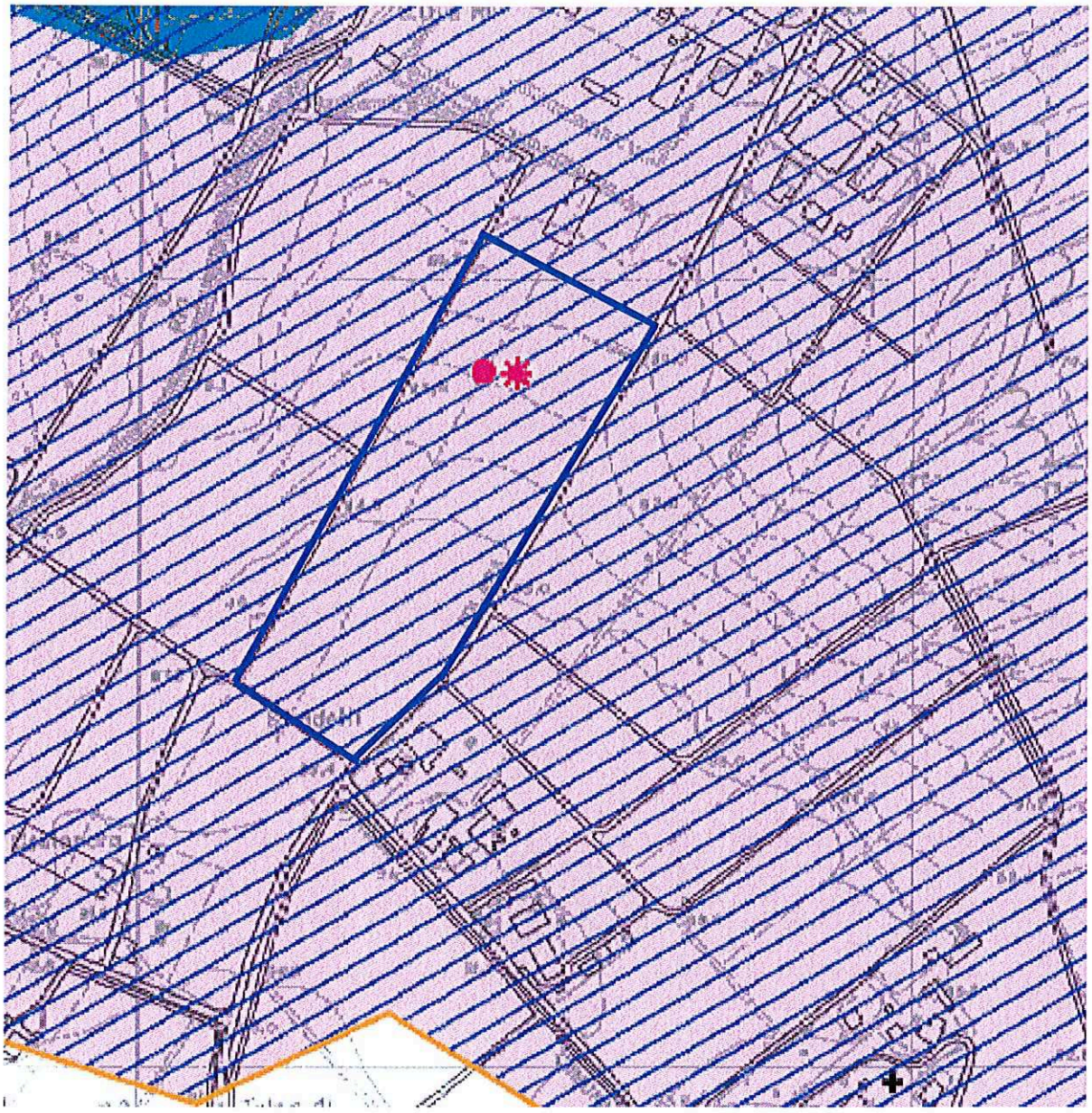


Grafico 3: Andamento della velocità Vs rilevato nella registrazione R1.

2.4 P.O.C. – ELABORATO Oz.B.1.6bis_a



Liquefacibilità sedimenti granulari

Sedimenti granulari attualmente insaturi

Possibilità di liquefazione
(spessore e tessitura da controllare)

Fattori di amplificazione F.A. PIANURA 1

1 200 < Vs30 < 250 - F.A.(PGA) = 1.7
F.A. 0.1<To<0.5 s = 1.9
F.A. 0.5<To<1.0 s = 2.5

2 250 < Vs30 < 300 - F.A.(PGA) = 1.6
F.A. 0.1<To<0.5 s = 1.8
F.A. 0.5<To<1.0 s = 2.4

3 300 < Vs30 < 350 - F.A.(PGA) = 1.6
F.A. 0.1<To<0.5 s = 1.8
F.A. 0.5<To<1.0 s = 2.1

Prove geognostiche (POC 2010)

- CPT
- CPTE/CPTU
- HVSR
- MASW

Sezione 3 – Allegati Prova Penetrometrica Statica

3.1 Prova penetrometrica statica CPT1 dati

PROVA PENETROMETRICA STATICA **CPT 1**
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA 2.01PG05-104

- committente : dott. geologo Mirco Marinelli
- lavoro : POC
- località : Ozzano dell'Emilia
- note : Pareti foro crollate ad estrazione aste:-7.50m
- data : 20/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- pagina : 1

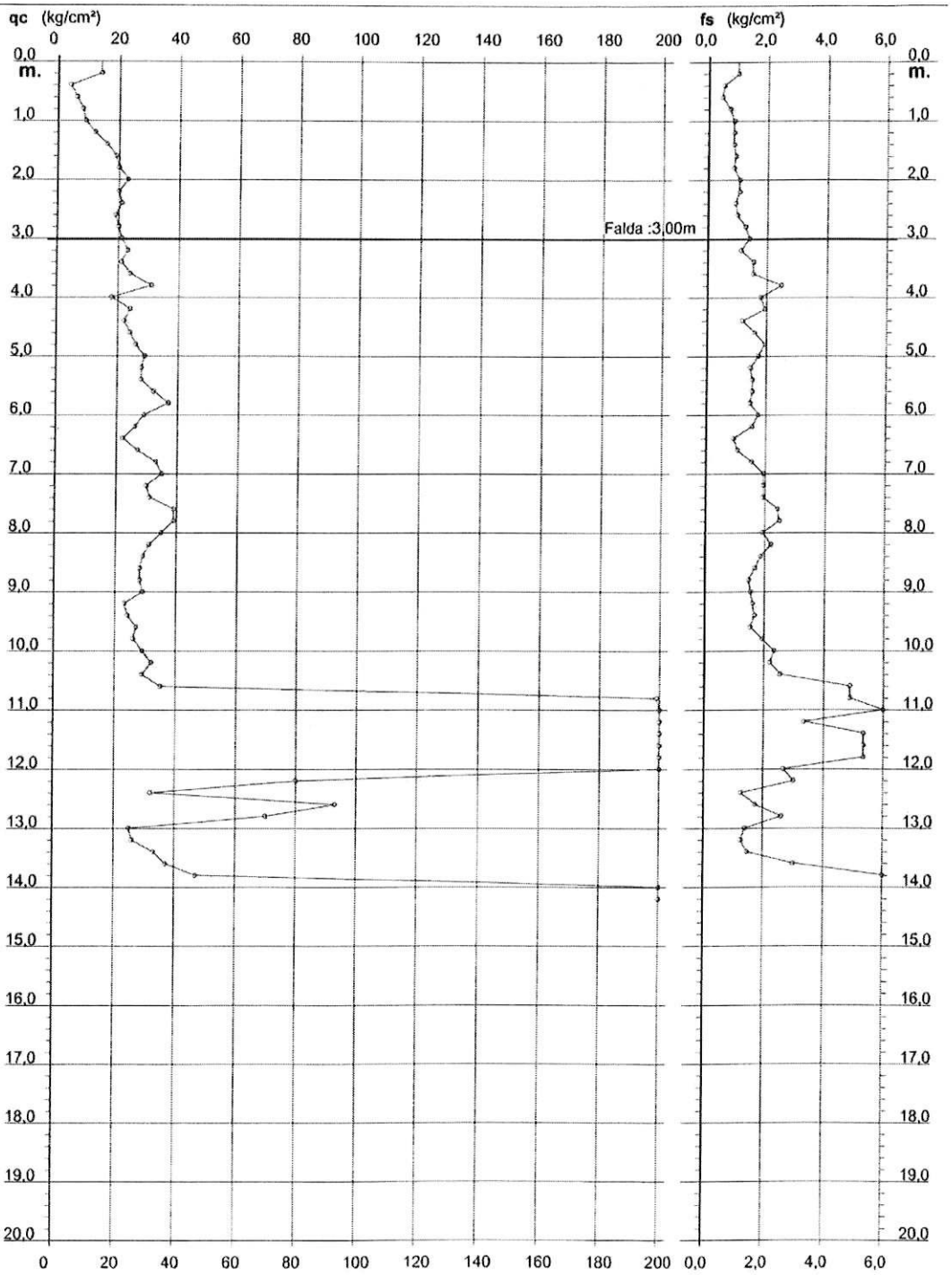
Prof. m	Letture di campagna punta	laterale	qc kg/cm²	fs	qc/fs
0,20	14,0	----	14,0	1,00	14,0
0,40	4,0	19,0	4,0	0,53	7,0
0,60	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0
0,80	8,0	15,0	8,0	0,73	11,0
1,00	9,0	20,0	9,0	0,87	10,0
1,20	12,0	25,0	12,0	0,87	14,0
1,40	16,0	29,0	16,0	0,87	18,0
1,60	19,0	32,0	19,0	0,93	20,0
1,80	20,0	34,0	20,0	0,87	23,0
2,00	23,0	36,0	23,0	1,07	22,0
2,20	20,0	36,0	20,0	1,07	19,0
2,40	21,0	37,0	21,0	0,93	22,0
2,60	19,0	33,0	19,0	1,00	19,0
2,80	20,0	35,0	20,0	1,27	16,0
3,00	21,0	40,0	21,0	1,40	15,0
3,20	23,0	44,0	23,0	1,13	20,0
3,40	21,0	38,0	21,0	1,53	14,0
3,60	24,0	47,0	24,0	1,53	16,0
3,80	31,0	54,0	31,0	2,47	13,0
4,00	18,0	55,0	18,0	1,80	10,0
4,20	24,0	51,0	24,0	1,93	12,0
4,40	22,0	51,0	22,0	1,20	18,0
4,60	24,0	42,0	24,0	1,60	15,0
4,80	26,0	50,0	26,0	1,93	13,0
5,00	29,0	58,0	29,0	1,73	17,0
5,20	28,0	54,0	28,0	1,47	19,0
5,40	28,0	50,0	28,0	1,53	18,0
5,60	32,0	55,0	32,0	1,53	21,0
5,80	37,0	60,0	37,0	1,47	25,0
6,00	29,0	51,0	29,0	1,73	17,0
6,20	26,0	52,0	26,0	1,53	17,0
6,40	22,0	45,0	22,0	0,93	24,0
6,60	27,0	41,0	27,0	1,07	25,0
6,80	33,0	49,0	33,0	1,53	22,0
7,00	35,0	58,0	35,0	1,93	18,0
7,20	30,0	59,0	30,0	1,93	16,0
7,40	31,0	60,0	31,0	1,93	16,0
7,60	39,0	68,0	39,0	2,40	16,0
7,80	39,0	75,0	39,0	2,47	16,0
8,00	35,0	72,0	35,0	1,93	18,0
8,20	31,0	60,0	31,0	2,20	14,0
8,40	29,0	62,0	29,0	1,87	16,0
8,60	28,0	56,0	28,0	1,67	17,0
8,80	28,0	53,0	28,0	1,47	19,0
9,00	29,0	51,0	29,0	1,53	19,0
9,20	23,0	46,0	23,0	1,60	14,0
9,40	24,0	48,0	24,0	1,67	14,0
9,60	27,0	52,0	27,0	1,53	18,0
9,80	26,0	49,0	26,0	1,93	13,0
10,00	29,0	58,0	29,0	2,33	12,0
10,20	32,0	67,0	32,0	2,20	15,0
10,40	29,0	62,0	29,0	2,53	11,0
10,60	35,0	73,0	35,0	4,87	7,0
10,80	199,0	272,0	199,0	4,87	41,0
11,00	370,0	443,0	370,0	8,27	45,0
11,20	236,0	360,0	236,0	3,33	71,0
11,40	245,0	295,0	245,0	5,33	46,0
11,60	230,0	310,0	230,0	5,33	43,0
11,80	200,0	280,0	200,0	5,33	37,0
12,00	320,0	400,0	320,0	2,67	120,0
12,20	80,0	120,0	80,0	3,00	27,0
12,40	32,0	77,0	32,0	1,27	25,0
12,60	93,0	112,0	93,0	1,73	54,0
12,80	70,0	96,0	70,0	2,60	27,0
13,00	25,0	64,0	25,0	1,40	18,0
13,20	26,0	47,0	26,0	1,27	21,0
13,40	33,0	52,0	33,0	1,47	22,0
13,60	37,0	59,0	37,0	3,00	12,0
13,80	47,0	92,0	47,0	16,00	3,0
14,00	210,0	450,0	210,0	-----	----
14,20	502,0	0,0	502,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

3.2 Prova penetrometrica statica CPT1– diagrammi di resistenza

PROVA PENETROMETRICA STATICA **CPT 1**
DIAGRAMMA DI RESISTENZA
2.01PG05-104

- committente : dott. geologo Mirco Marinelloi
- lavoro : POC
- località : Ozzano dell'Emilia
- note : Pareti foro crollate ad estrazione aste:-7.50m
- data : 20/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



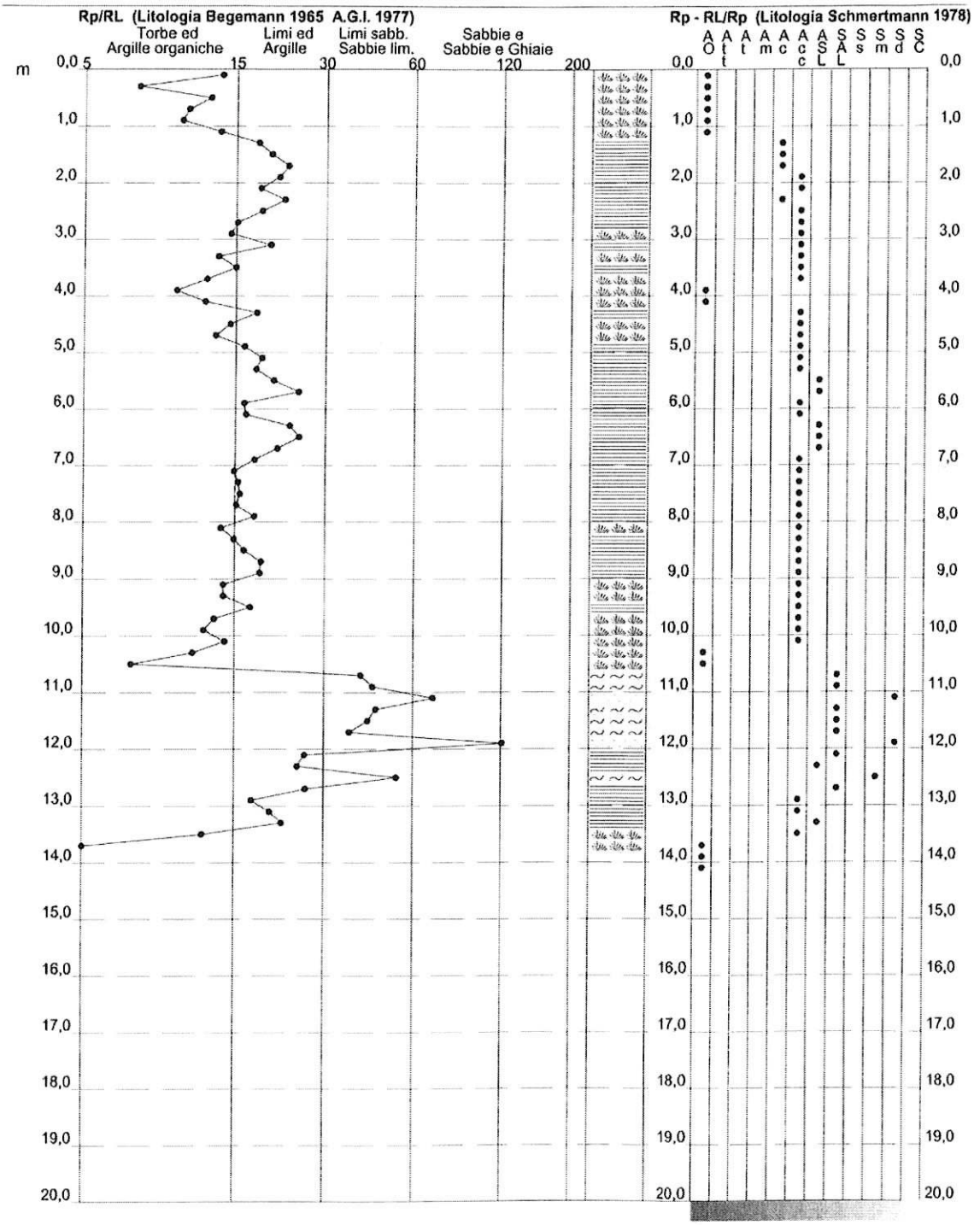
3.3 Prova penetrometrica statica CPT1 – valutazioni litologiche

PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-104

- committente : dott. geologo Mirco Marinelloi
- lavoro : POC
- località : Ozzano dell'Emilia
- note : Pareti foro crollate ad estrazione aste:-7.50m
- data : 20/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



3.4 Prova penetrometrica statica CPT1, dati strumento

PAGANI TG 63 200 KN

Caratteristiche:

- Rif. Norme ASTM D3441-86
- Diametro punta conica meccanica Ø = 35.7 mm
- Angolo di apertura punta α= 60 °
- Area punta Ap= 10 cm^2
- Manicotto laterale di attrito tipo "Begemann" (h 133 mm - sup. lat. Am. 150 cm^2)
- Velocità di avanzamento costante V = 2 cm / sec (± 0,5 cm / sec)
- Costante di trasformazione Ct = 10
- Anello Allargatore
- Cella di carico
- Sistema di misura idraulico
- Sistema di acquisizione automatico
- Passo del penetrometro (intervallo entro cui effettua la lettura) = 20 cm.

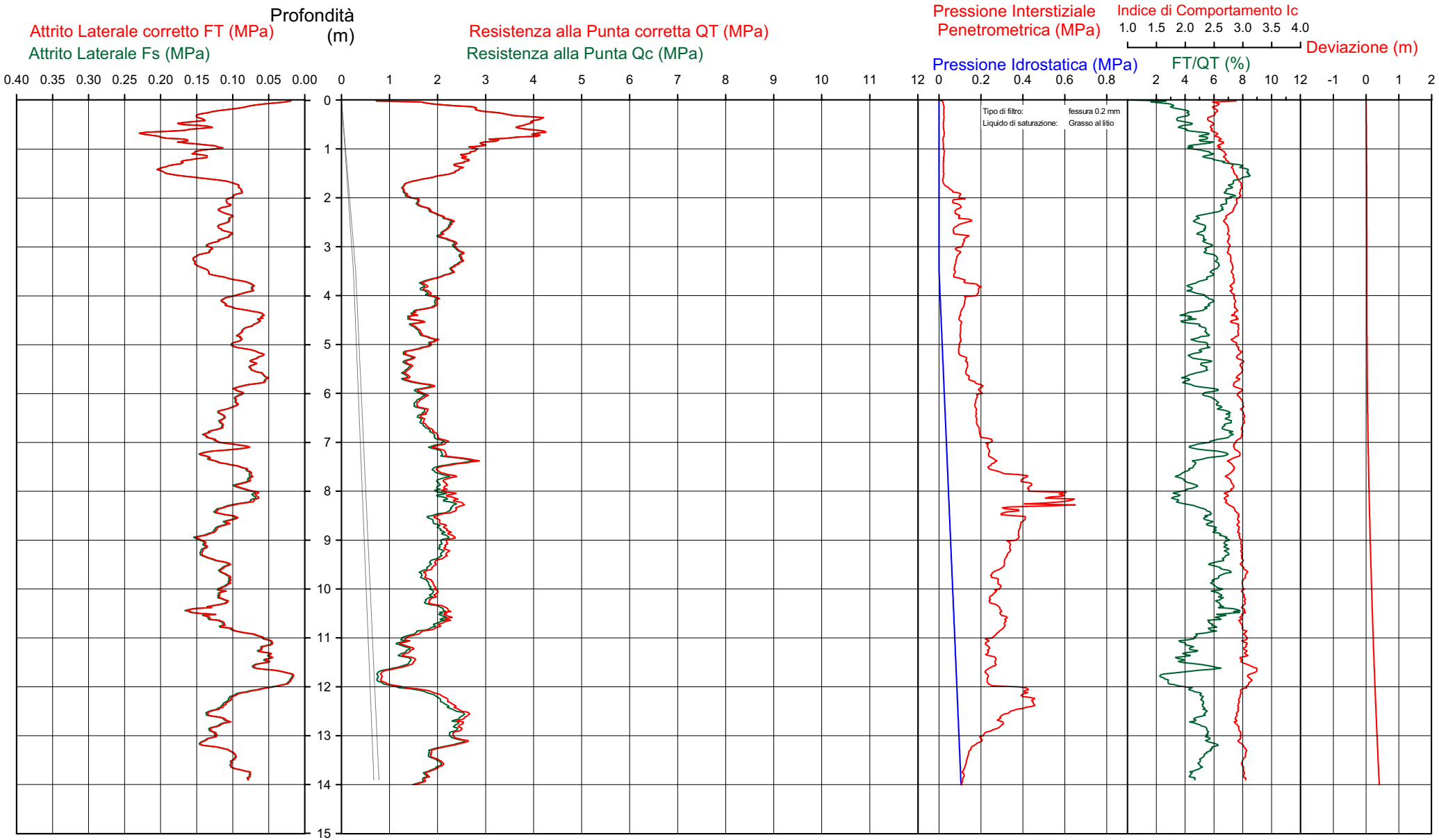
Comune	Ozzano dell'Emilia
Via	Stradelli Guelfi
Localita'	Ponte Rizzoli
Committente	Studio Sangiorgi
Data	20-set-10

Falda **foro chiuso a 3.50m**

Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	9-ago-2010
Ultimo taratura per deriva termica	9-ago-2010

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU 1



S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU **1**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Stradelli Guelfi
Località Ponte Rizzoli
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 3.50 foro chiuso a 3.50m

Vs14
201

QT daN/cmq	Qc1N Idriss & B	FT daN/cmq	FT/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
21.7	36.9	0.66	2.9	2.71	limo argilloso-argilla limosa	0.20			Solido-plastica (Duro)			1.13		123.9	210
36.8	62.6	1.64	4.5	2.80	limo argilloso-argilla limosa	0.90			Semi solida (Molto duro)			1.52		211.7	300
25.0	42.4	1.62	6.7	3.15	argilla-argilla limosa	1.60			Solido-plastica (Duro)			1.23	21.99	138.7	235
13.8	23.4	0.97	7.2	3.37	argilla-argilla limosa	2.00			Plastica			0.83	8.35	75.8	162
17.1	29.1	1.11	6.6	3.26	argilla-argilla limosa	2.30			Plastica			0.97	8.71	95.3	186
21.9	34.4	1.10	5.1	3.04	argilla-argilla limosa	2.90			Solido-plastica (Duro)			1.13	9.23	124.7	217
24.0	33.3	1.40	6.0	3.15	argilla-argilla limosa	3.60		H2O	Solido-plastica (Duro)			1.20	8.10	135.2	230
18.7	24.7	0.93	5.1	3.13	argilla-argilla limosa	4.20			Plastica			1.03	5.51	106.6	197
16.0	20.4	0.75	4.9	3.17	argilla-argilla limosa	4.80			Plastica			0.92	4.34	91.4	178
18.3	22.5	0.92	5.3	3.19	argilla-argilla limosa	5.10			Plastica			1.01	4.73	103.8	194
14.1	17.0	0.64	4.9	3.22	argilla-argilla limosa	5.80			Plastica			0.85	3.40	80.8	165
17.3	19.6	1.05	6.5	3.35	argilla-argilla limosa	6.80			Plastica			0.98	3.87	96.7	188
20.9	22.5	1.20	6.1	3.27	argilla-argilla limosa	7.30			Solido-plastica (Duro)			1.10	4.40	117.6	211
27.0	28.4	1.27	5.0	3.08	argilla-argilla limosa	7.40			Solido-plastica (Duro)			1.29	5.59	154.2	248
21.8	22.8	0.85	4.2	3.03	argilla-argilla limosa	7.70			Solido-plastica (Duro)			1.13	4.38	126.1	217
21.6	22.3	0.82	4.1	3.03	argilla-argilla limosa	8.00			Solido-plastica (Duro)			1.13	4.23	125.2	216
23.8	24.1	0.74	3.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa	8.30			Solido-plastica (Duro)			1.19		138.5	229
21.8	21.3	1.26	6.2	3.30	argilla-argilla limosa	9.40			Solido-plastica (Duro)			1.13	3.91	122.4	217
18.8	17.5	1.11	6.5	3.39	argilla-argilla limosa				Plastica			1.03	3.07	105.1	198

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU **1**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Stradelli Guelfi
Località Ponte Rizzoli
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 3.50 foro chiuso a 3.50m

Vs14
201

QT daN/cmq	Qc1N Idriss & B	FT daN/cmq	FT/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
						10.30									
21.4	19.3	1.30	6.6	3.37	argilla-argilla limosa	10.80			Solido-plastica (Duro)			1.12	3.35	119.3	214
14.5	12.5	0.60	4.8	3.30	argilla-argilla limosa	11.60			Plastica			0.86	2.05	83.0	167
8.8	7.3	0.27	3.8	3.34	argilla-argilla limosa	11.90			Molle-plastica (Soffice)			0.59	1.07	51.1	123
13.7	11.3	0.48	4.0	3.25	argilla-argilla limosa	12.10			Plastica			0.83	1.81	79.1	158
23.7	19.4	1.19	5.6	3.26	argilla-argilla limosa	13.30			Solido-plastica (Duro)			1.19	3.22	134.1	228
19.1	14.9	0.91	5.5	3.33	argilla-argilla limosa				Plastica			1.04	2.39	108.6	199

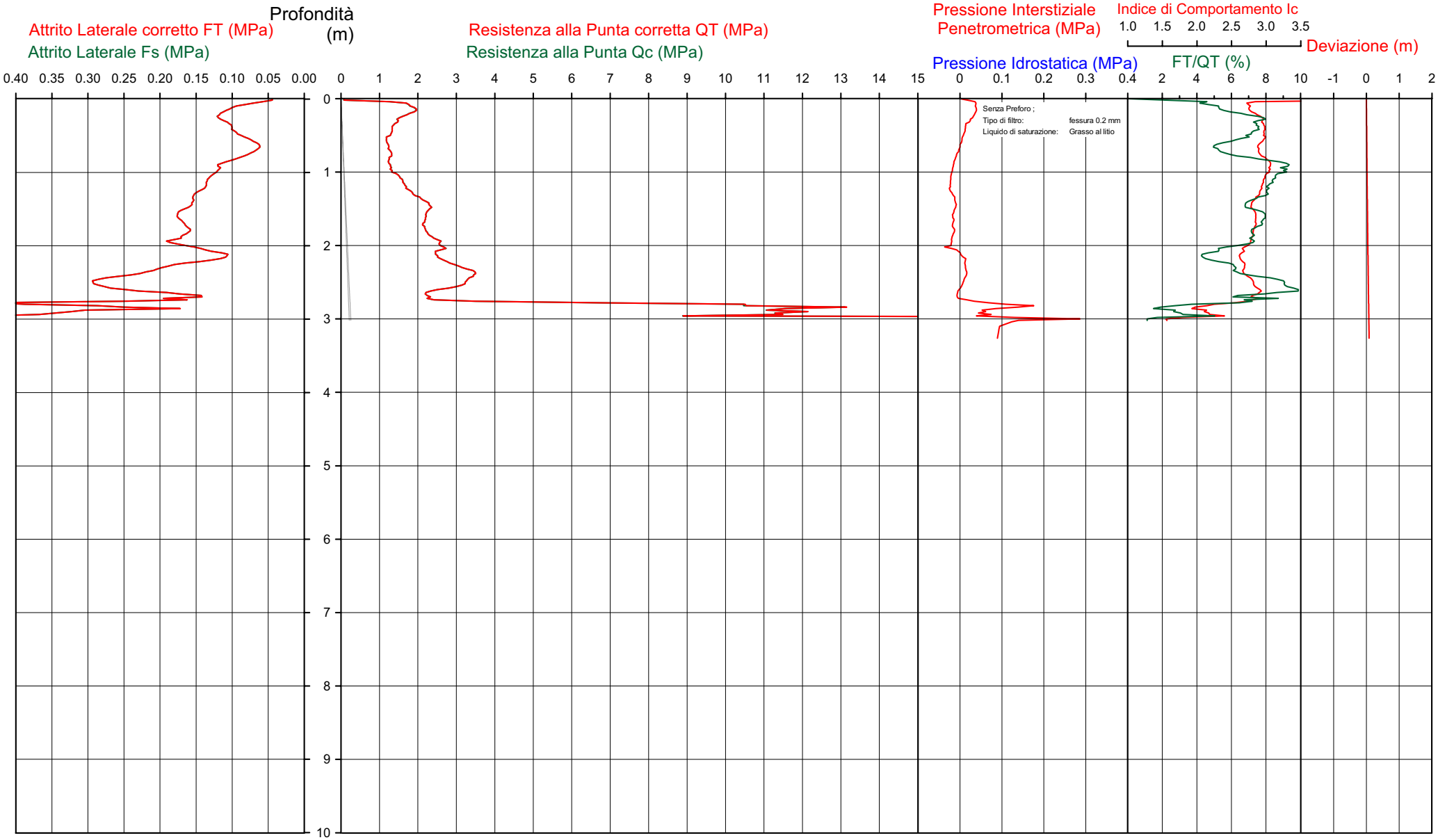
Comune	Ozzano dell'Emilia
Via	dell'Ambiente
Localita'	Ozzano dell'Emilia
Committente	Viel & Sangiorgi
Data	27-May-08

Falda **m asciutto fondo foro**

Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	6-mag-2008
Ultimo taratura per deriva termica	7-gen-2008

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU 2



S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU **2**

Data 27-May-08
Cantiere / Via dell'Ambiente
Località Ozzano dell'Emilia
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. asciutto fondo foro

Vs3
208

QT daN/cmq	Qc1N Idriss & Bo	FT daN/cmq	FT/Qnet %	Ic Robert calcolato co Qc1N idriss	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 199(%	Angolo Attrito Kulhawy & Ma	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Kulhawy & Mayn daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argill m/sec
13.2	22.5	0.70	15.1	3.11	argilla-argilla limosa	0.10			Plastica			0.81	250.48	109.2	159
17.3	29.5	1.12	6.6	2.86	limo argilloso-argilla limosa	0.30			Plastica			0.98		142.8	187
12.9	22.0	0.90	7.0	2.96	argilla-argilla limosa	0.60			Plastica			0.79	31.63	106.0	156
12.7	21.6	0.71	5.7	2.91	limo argilloso-argilla limosa	0.80			Plastica			0.78		103.6	154
13.5	23.0	1.19	8.9	3.03	argilla-argilla limosa	1.10			Plastica			0.82	15.78	110.3	160
17.2	29.2	1.41	8.3	2.93	limo argilloso-argilla limosa	1.30			Plastica			0.97		140.0	187
23.9	40.4	1.59	6.8	2.77	limo argilloso-argilla limosa	2.30			Solido-plastica (Duro)			1.20		194.6	229
33.7	51.8	2.51	7.5	2.73	limo argilloso-argilla limosa	2.50			Semi solida (Molto duro)			1.45		274.7	285
26.0	40.0	2.25	8.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.70			Solido-plastica (Duro)			1.26		210.5	240
50.8	67.5	2.86	6.6	2.65	terreni duri a grana fine	2.80			fortemente sovraconsolidato			1.76		415.1	369
116.9	139.0	2.67	2.3	2.06	sabbia limosa-limo sabbioso	2.90			Addensata	77.9	42.0			960.6	318
193.4	204.6	4.08	2.8	2.02	sabbia densa a sabbia argillos	3.00			fortemente sovraconsolidato	>90	44.3			1591.5	342
390.3	365.0	4.27	1.1	1.56	ghiaia-sabbia				Molto addensata	>90	47.6			3215.7	378

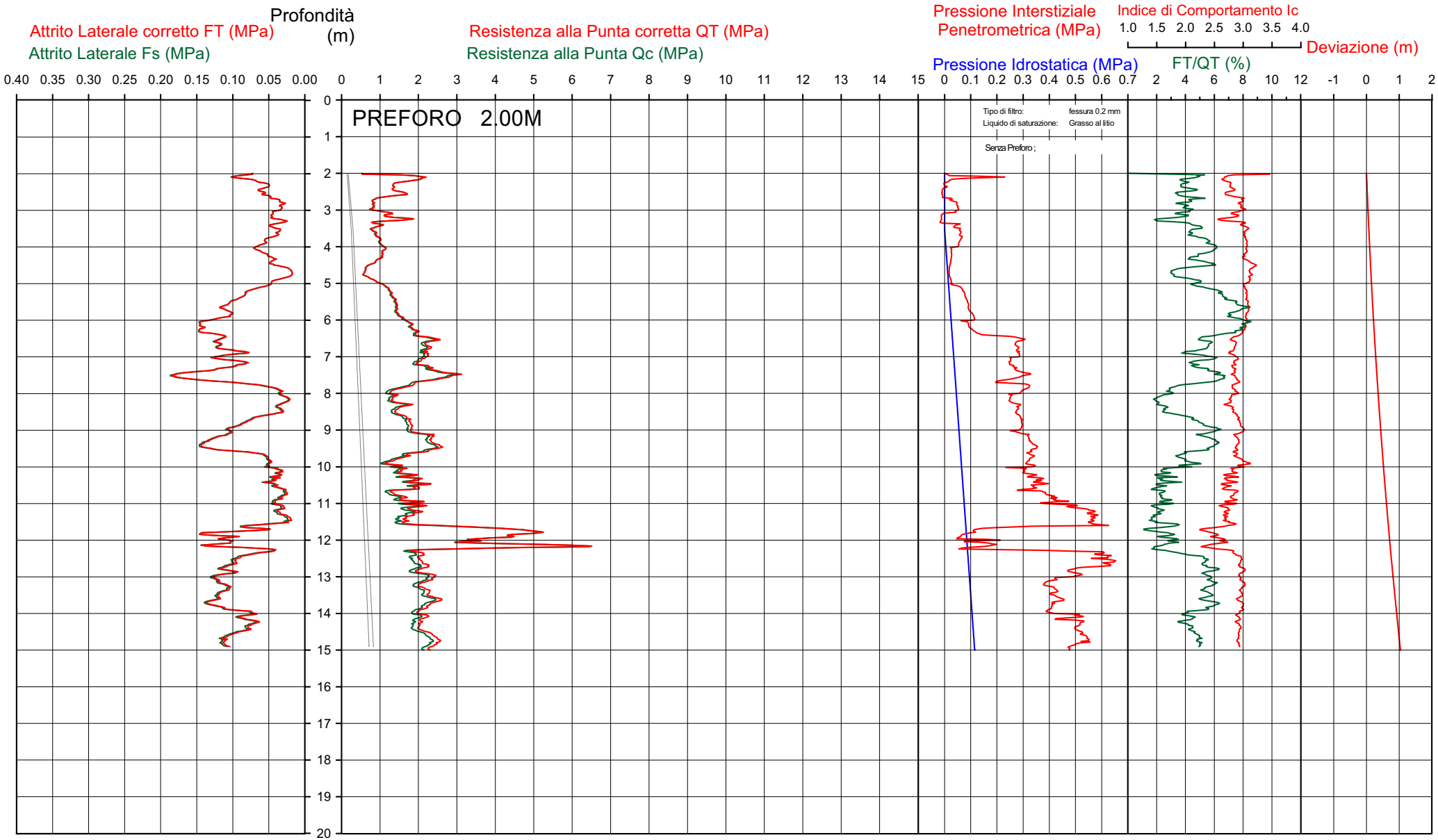
Comune	Ozzano dell'Emilia
Via	Verde
Localita'	Ponte Rizzoli
Committente	Studio Sangiorgi
Data	20-set-10

Falda **3.50 m**

Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	9-ago-2010
Ultimo taratura per deriva termica	9-ago-2010

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU 2b



SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU **2b**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Verde
Località Ponte Rizzoli
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 3.50

Vs 2 - 15
180

QT daN/cmq	Qc1N Idriss & B	FT daN/cmq	FT/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
15.0	25.4	0.63	4.5	3.05	argilla-argilla limosa	2.70			Plastica			0.88	6.90	86.4	169
8.2	13.6	0.33	4.2	3.20	argilla-argilla limosa	3.00			Molle-plastica (Soffice)			0.56	3.02	47.5	118
11.8	17.9	0.45	4.0	3.09	argilla-argilla limosa	3.20			Plastica			0.74	4.05	68.3	148
16.0	22.9	0.35	2.2	2.72	limo argilloso-argilla limosa	3.30			Plastica			0.92		71.9	179
9.2	13.1	0.43	5.0	3.31	argilla-argilla limosa	3.90		H2O	Molle-plastica (Soffice)			0.61	2.73	52.8	126
10.8	14.5	0.59	5.9	3.37	argilla-argilla limosa	4.30			Plastica			0.69	3.01	61.0	140
8.7	11.6	0.45	5.7	3.43	argilla-argilla limosa	4.50			Molle-plastica (Soffice)			0.58	2.29	49.3	122
6.2	8.2	0.22	4.0	3.34	argilla-argilla limosa	4.80			Molle-plastica (Soffice)			0.44	1.50	38.8	98
8.4	10.8	0.38	5.0	3.37	argilla-argilla limosa	5.00			Molle-plastica (Soffice)			0.57	2.07	48.2	119
13.9	16.6	0.94	7.2	3.46	argilla-argilla limosa	6.00			Plastica			0.83	3.31	76.2	162
18.6	21.1	1.41	8.1	3.47	argilla-argilla limosa	6.40			Plastica			1.02	4.21	100.3	196
22.0	24.0	1.08	5.2	3.15	argilla-argilla limosa	7.20			Solido-plastica (Duro)			1.14	4.75	125.6	218
24.9	26.1	1.40	5.9	3.21	argilla-argilla limosa	7.70			Solido-plastica (Duro)			1.23	5.08	140.3	234
15.6	16.1	0.47	3.3	3.02	argilla-argilla limosa	8.00			Plastica			0.91	2.96	90.9	174
14.6	14.7	0.30	2.2	2.87	limo argilloso-argilla limosa	8.50			Plastica			0.87		65.7	168
17.6	17.2	0.81	5.0	3.22	argilla-argilla limosa	9.10			Plastica			0.98	3.10	100.4	189
23.9	22.8	1.26	5.6	3.22	argilla-argilla limosa	9.60			Solido-plastica (Duro)			1.20	4.14	135.2	230
14.9	13.8	0.52	4.0	3.17	argilla-argilla limosa	10.00			Plastica			0.88	2.38	86.4	170
15.8	14.4	0.36	2.6	2.93	limo argilloso-argilla limosa	10.20			Plastica			0.92		79.4	177
18.3	16.5	0.38	2.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	10.70			Plastica			1.01		84.6	193
15.2	13.3	0.30	2.3	2.90	limo argilloso-argilla limosa	10.90			Plastica			0.89		68.4	173
19.2	16.7	0.36	2.1	2.79	limo argilloso-argilla limosa	11.30			Plastica			1.04		82.0	200
17.6	15.1	0.31	1.9	2.78	limo argilloso-argilla limosa	11.60			Plastica			0.99		71.2	190
43.8	38.6	0.83	2.1	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	11.80			Mediamente Addensata	35.5	34.4			185.1	302
39.4	34.1	1.14	3.1	2.75	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.57		237.4	312

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU **2b**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Verde
Località Ponte Rizzoli
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 3.50

Vs 2 - 15
180

QT daN/cmq	Qc1N Idriss & B	FT daN/cmq	FT/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
						12.10									
57.8	50.8	1.22	2.2	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	12.20			Mediamente Addensata	44.7	35.9			254.9	343
21.8	17.7	1.00	5.1	3.23	argilla-argilla limosa	13.50			Solido-plastica (Duro)			1.13	2.91	124.6	217
24.7	19.5	1.24	5.6	3.26	argilla-argilla limosa	13.70			Solido-plastica (Duro)			1.22	3.17	139.9	235
21.1	16.2	0.87	4.7	3.20	argilla-argilla limosa	14.50			Solido-plastica (Duro)			1.11	2.58	121.1	212
24.4	18.5	1.08	4.9	3.20	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.21	2.93	139.8	233

Comune	Ozzano dell'Emilia
Via	Tolara di Sotto
Localita'	Quaderna
Committente	Studio Sangiorgi
Data	20-set-10

Falda	0.50 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	9-ago-2010
Ultimo taratura per deriva termica	9-ago-2010

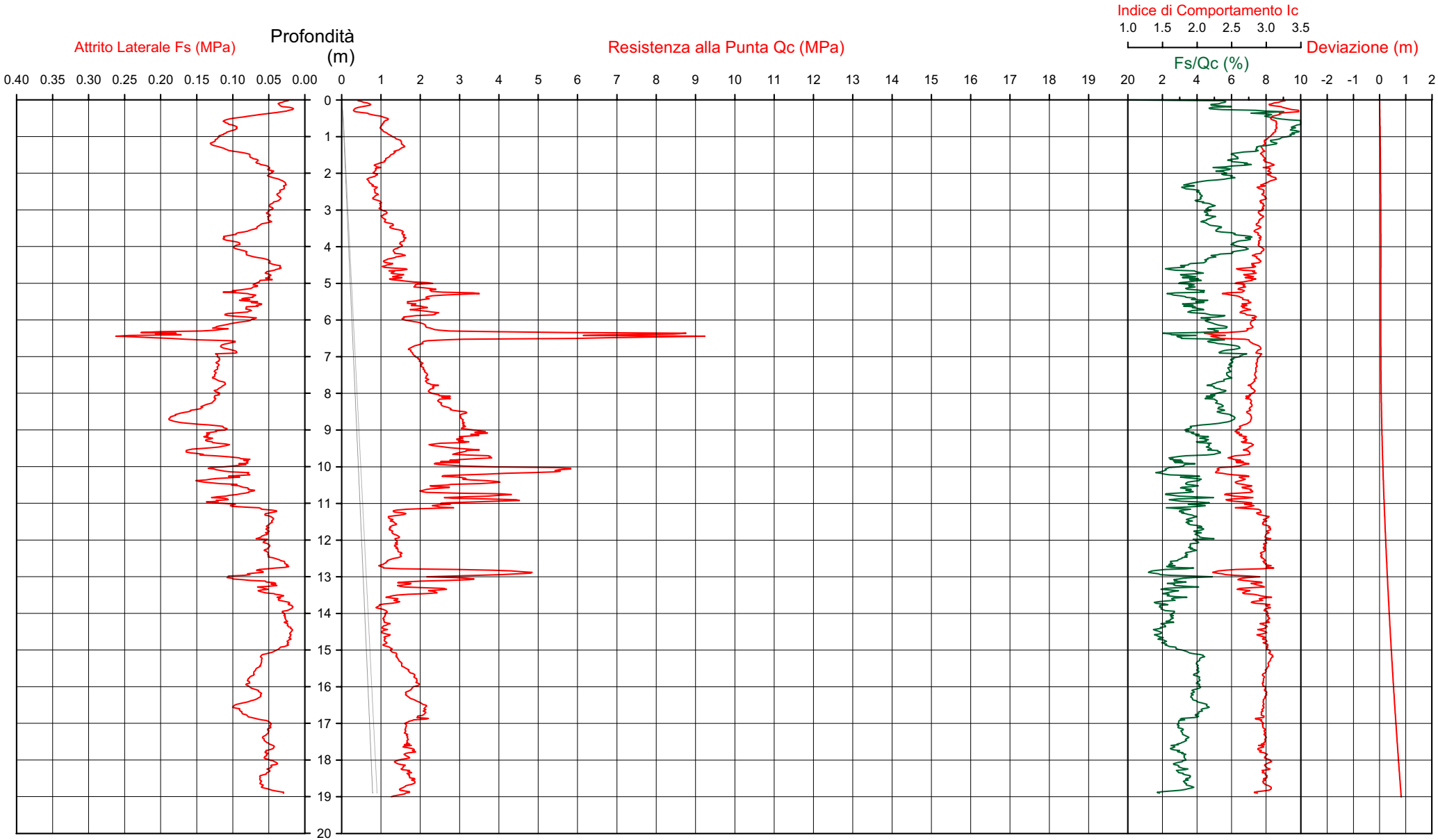
SGT Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTE 3



S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTE **3**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Tolara di Sotto
Località Quaderna
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 0.50

Vs19
176

Qc daN/cmq	Qc1N Idriss & B	Fs daN/cmq	Fs/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
5.2	8.9	0.32	6.3	3.57	argilla-argilla limosa	0.40			Molle-plastica (Soffice)			0.38	28.21	36.7	86
10.8	18.4	1.02	9.6	3.63	argilla-argilla limosa	1.00		H2O	Plastica			0.69	20.77	55.9	140
13.6	23.1	1.00	7.4	3.39	argilla-argilla limosa	1.70			Plastica			0.82	17.41	74.5	160
8.6	14.6	0.41	5.0	3.28	argilla-argilla limosa	3.00			Molle-plastica (Soffice)			0.58	7.13	49.1	120
11.4	19.5	0.54	5.0	3.19	argilla-argilla limosa	3.50			Plastica			0.72	7.29	65.4	144
14.9	25.3	0.94	6.6	3.29	argilla-argilla limosa	4.20			Plastica			0.88	8.27	83.0	171
12.7	21.6	0.57	4.8	3.13	argilla-argilla limosa	4.50			Plastica			0.78	6.25	72.8	154
13.5	23.0	0.45	3.6	2.95	argilla-argilla limosa	4.90			Plastica			0.82	6.20	78.5	160
18.8	31.2	0.67	3.8	2.89	limo argilloso-argilla limosa	5.10			Plastica			1.03		109.0	198
24.9	38.9	0.83	3.5	2.78	limo argilloso-argilla limosa	5.40			Solido-plastica (Duro)			1.23		144.8	234
18.7	29.7	0.73	4.1	2.95	argilla-argilla limosa	5.60			Plastica			1.02	7.52	107.9	197
21.0	32.3	0.88	4.4	2.97	argilla-argilla limosa	5.90			Solido-plastica (Duro)			1.11	8.18	121.2	212
17.4	26.7	0.82	5.0	3.10	argilla-argilla limosa	6.10			Plastica			0.98	6.41	99.4	187
22.8	33.5	1.20	5.6	3.10	argilla-argilla limosa	6.30			Solido-plastica (Duro)			1.16	8.28	129.3	223
69.8	87.7	2.12	3.3	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	6.50			Mediamente Addensata	62.7	41.9			407.2	397
19.5	27.8	1.14	6.3	3.23	argilla-argilla limosa	7.10			Plastica			1.06	6.41	109.4	201
21.6	28.9	1.21	6.0	3.19	argilla-argilla limosa	8.00			Solido-plastica (Duro)			1.13	6.44	121.8	216
26.3	33.0	1.35	5.4	3.09	argilla-argilla limosa	8.50			Solido-plastica (Duro)			1.27	7.25	149.3	244
30.8	37.2	1.69	5.8	3.10	argilla-argilla limosa	8.90			Semi solida (Molto duro)			1.38	8.13	173.8	269
32.3	38.0	1.27	4.2	2.89	limo argilloso-argilla limosa	9.30			Semi solida (Molto duro)			1.42		186.7	277
26.5	31.0	1.20	4.9	3.04	argilla-argilla limosa	9.50			Solido-plastica (Duro)			1.27	6.42	151.9	245
31.7	36.4	1.53	5.1	3.03	argilla-argilla limosa	9.70			Semi solida (Molto duro)			1.41	7.60	181.0	274
35.7	40.4	0.93	2.7	2.63	limo argilloso-argilla limosa	9.80			Semi solida (Molto duro)			1.50		190.3	296
28.2	31.9	0.88	3.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa	10.00			Solido-plastica (Duro)			1.32		164.2	255

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTE **3**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Tolara di Sotto
Località Quaderna
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 0.50

Vs19
176

Qc daN/cmq	Qc1N Idriss & B	Fs daN/cmq	Fs/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
51.7	56.6	1.08	2.2	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	10.20			Mediamente Addensata	48.2	37.9			225.7	302
28.7	31.8	0.94	3.6	2.84	limo argilloso-argilla limosa	10.30			Solido-plastica (Duro)			1.33		166.9	258
34.0	37.2	1.27	4.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	10.50			Semi solida (Molto duro)			1.46		196.7	286
22.6	24.8	0.80	3.9	2.97	argilla-argilla limosa	10.70			Solido-plastica (Duro)			1.16	4.77	131.1	221
32.6	34.9	1.08	3.7	2.84	limo argilloso-argilla limosa	11.10			Semi solida (Molto duro)			1.43		189.5	276
14.1	14.5	0.51	4.4	3.20	argilla-argilla limosa	12.50			Plastica			0.84	2.49	81.0	164
11.1	10.9	0.29	3.3	3.15	argilla-argilla limosa	12.70			Plastica			0.71	1.74	64.9	142
15.1	14.7	0.41	3.5	3.09	argilla-argilla limosa	12.80			Plastica			0.89	2.48	87.7	172
44.8	43.8	0.63	1.5	2.32	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90			Mediamente Addensata	39.7	35.7			161.5	259
32.2	31.2	0.92	3.3	2.80	limo argilloso-argilla limosa	13.10			Semi solida (Molto duro)			1.42		187.8	277
16.7	15.9	0.50	3.5	3.05	argilla-argilla limosa	13.30			Plastica			0.95	2.69	97.5	184
22.4	21.2	0.52	2.6	2.82	limo argilloso-argilla limosa	13.50			Solido-plastica (Duro)			1.15		115.0	219
13.3	12.4	0.32	3.0	3.05	argilla-argilla limosa	13.70			Plastica			0.81	1.99	77.9	159
11.0	9.8	0.24	2.8	3.11	argilla-argilla limosa	15.00			Plastica			0.70	1.46	60.5	141
14.5	12.4	0.58	4.9	3.32	argilla-argilla limosa	15.50			Plastica			0.86	1.93	83.0	168
19.0	15.7	0.76	4.7	3.23	argilla-argilla limosa	16.90			Plastica			1.04	2.48	108.7	198
16.6	12.6	0.51	3.8	3.18	argilla-argilla limosa				Plastica			0.95	1.87	96.1	182

Comune	Ozzano dell'Emilia
Via	Piemonte
Localita'	Quaderna
Committente	Studio Sangiorgi
Data	20-set-10

Falda	2.20 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	9-ago-2010
Ultimo taratura per deriva termica	9-ago-2010

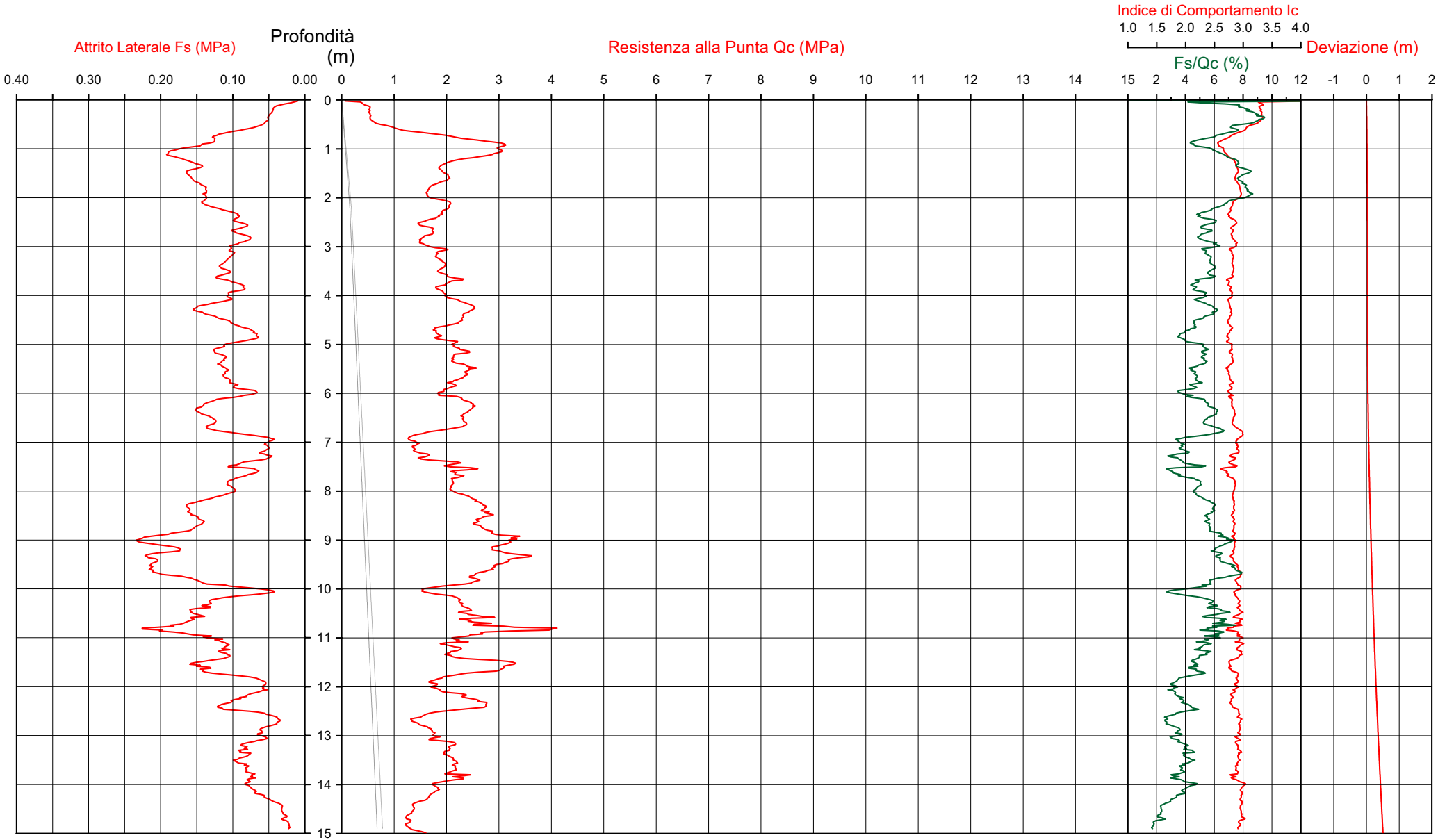
SGT Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTE 4



S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTE **4**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Piemonte
Località Quaderna
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 2.20

Vs15
199

Qc daN/cmq	Qc1N Idriss & B	Fs daN/cmq	Fs/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
3.3	5.6	0.21	7.7	3.83	terreni organici-torbe	0.10	-/-		Fluido-plastica (Molto Soffice)			0.25	62.75	24.7	67
5.4	9.1	0.47	8.7	3.76	argilla-argilla limosa	0.40	-/-		Molle-plastica (Soffice)			0.39	23.32	41.8	90
8.1	13.8	0.63	8.0	3.60	argilla-argilla limosa	0.60			Molle-plastica (Soffice)			0.55	17.94	43.8	114
18.4	31.3	1.15	6.5	3.23	argilla-argilla limosa	0.80			Plastica			1.02	29.31	102.8	192
29.7	50.5	1.58	5.4	2.97	argilla-argilla limosa	1.10			Solido-plastica (Duro)			1.36	34.88	168.8	263
23.5	39.9	1.70	7.4	3.25	argilla-argilla limosa	1.30			Solido-plastica (Duro)			1.19	21.78	128.8	226
19.0	32.3	1.52	8.1	3.37	argilla-argilla limosa	1.80			Plastica			1.04	13.57	102.3	199
16.4	27.9	1.37	8.5	3.44	argilla-argilla limosa	2.00			Plastica			0.94	9.52	87.4	182
19.0	32.2	1.14	6.1	3.18	argilla-argilla limosa	2.50		H2O	Plastica			1.04	9.51	106.4	198
16.0	27.2	0.88	5.7	3.17	argilla-argilla limosa	3.00			Plastica			0.93	7.20	90.8	179
19.4	30.1	1.04	5.6	3.14	argilla-argilla limosa	4.00			Plastica			1.05	7.65	109.7	201
23.1	33.0	1.24	5.5	3.10	argilla-argilla limosa	4.60			Solido-plastica (Duro)			1.17	8.10	131.1	225
18.3	25.8	0.73	4.2	3.00	argilla-argilla limosa	4.90			Plastica			1.01	5.96	105.7	194
22.5	29.8	1.11	5.2	3.09	argilla-argilla limosa	5.80			Solido-plastica (Duro)			1.15	6.81	128.2	221
20.1	25.8	0.83	4.4	3.03	argilla-argilla limosa	6.00			Solido-plastica (Duro)			1.07	5.63	115.7	206
23.4	28.9	1.29	5.8	3.17	argilla-argilla limosa	6.70			Solido-plastica (Duro)			1.18	6.27	132.1	226
16.0	19.2	0.70	4.7	3.15	argilla-argilla limosa	7.50			Plastica			0.92	3.84	92.0	177
21.8	24.8	0.90	4.5	3.04	argilla-argilla limosa	8.00			Solido-plastica (Duro)			1.13	4.99	125.4	217
26.5	28.8	1.50	6.0	3.19	argilla-argilla limosa	8.90			Solido-plastica (Duro)			1.27	5.73	149.2	245
31.7	33.1	2.07	6.9	3.25	argilla-argilla limosa	9.50			Semi solida (Molto duro)			1.41	6.45	175.4	274
26.4	26.9	1.83	7.4	3.35	argilla-argilla limosa	9.90			Solido-plastica (Duro)			1.27	5.08	144.7	244
17.1	17.2	0.69	4.4	3.14	argilla-argilla limosa				Plastica			0.97	3.09	98.8	186

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTE **4**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Piemonte
Località Quaderna
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. 2.20

Vs15
199

Qc daN/cmq	Qc1N Idriss & B	Fs daN/cmq	Fs/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
						10.10									
23.7	23.3	1.40	6.4	3.29	argilla-argilla limosa	10.70			Solido-plastica (Duro)			1.19	4.26	132.4	228
32.1	31.1	1.95	6.6	3.24	argilla-argilla limosa	10.90			Semi solida (Molto duro)			1.42	5.72	178.8	276
24.5	23.0	1.23	5.6	3.21	argilla-argilla limosa	11.80			Solido-plastica (Duro)			1.22	4.09	138.9	230
18.0	16.3	0.58	3.7	3.07	argilla-argilla limosa	12.10			Plastica			1.00	2.77	104.5	192
24.7	22.2	0.97	4.3	3.07	argilla-argilla limosa	12.50			Solido-plastica (Duro)			1.22	3.84	142.2	234
16.2	14.0	0.52	3.7	3.12	argilla-argilla limosa	13.10			Plastica			0.93	2.29	93.9	179
21.2	18.0	0.82	4.4	3.14	argilla-argilla limosa	13.90			Solido-plastica (Duro)			1.11	2.98	122.2	213
17.7	14.5	0.69	4.5	3.22	argilla-argilla limosa	14.30			Plastica			0.99	2.32	101.8	190
13.2	10.5	0.30	2.8	3.08	argilla-argilla limosa				Plastica			0.81	1.58	70.8	158

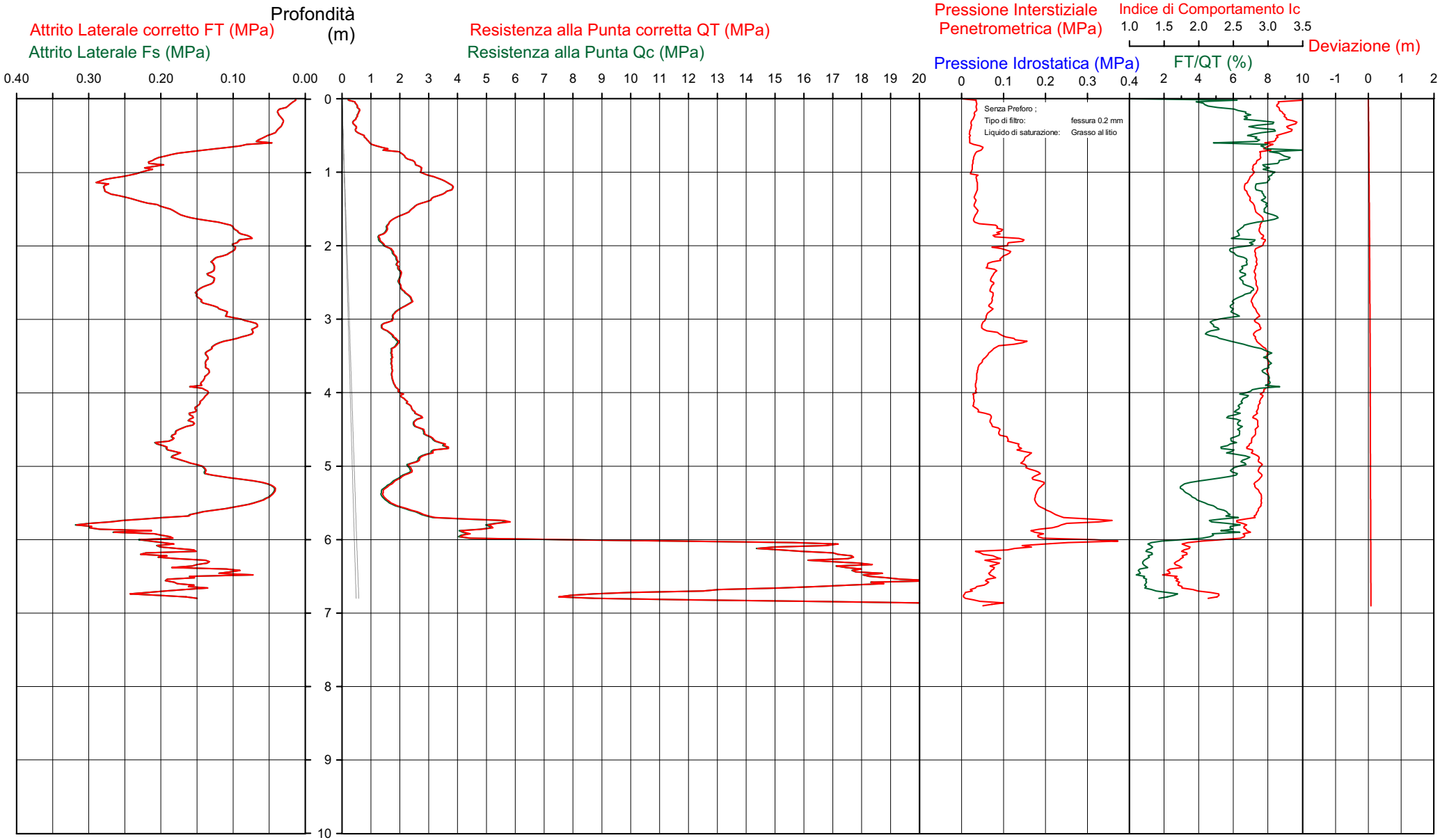
Comune	Ozzano dell'Emilia
Via	Marconi
Localita'	Ozzano dell'Emilia
Committente	Studio Sangiorgi
Data	20-set-10

Falda **asciutto in fondo foro**

Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	9-ago-2010
Ultimo taratura per deriva termica	9-ago-2010

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU 5



SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU **5**

Data 20 settembre 2010
Cantiere / Via Marconi
Località Ozzano dell'Emilia
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. asciutto in fondo foro

Vs6
194

QT daN/cmq	Qc1N Idriss & B	FT daN/cmq	FT/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
4.9	8.3	0.30	6.2	3.58	argilla-argilla limosa	0.40			Fluido-plastica (Molto Soffice)			0.36	26.29	34.1	84
7.3	12.4	0.51	7.3	3.56	argilla-argilla limosa	0.60			Molle-plastica (Soffice)			0.51	16.09	40.1	107
17.2	29.2	1.46	8.5	3.43	argilla-argilla limosa	0.80			Plastica			0.97	27.32	91.6	182
27.9	47.4	2.28	8.2	3.29	argilla-argilla limosa	1.10			Solido-plastica (Duro)			1.31	32.72	149.5	252
37.0	62.9	2.78	7.6	3.16	terreni duri a grana fine	1.30			fortemente sovraconsolidato			1.52	34.38	201.8	302
28.4	48.3	2.21	7.9	3.25	argilla-argilla limosa	1.50			Solido-plastica (Duro)			1.32	22.58	154.1	255
18.2	31.0	1.36	7.5	3.32	argilla-argilla limosa	1.80			Plastica			1.01	12.22	99.8	192
13.8	23.5	0.89	6.6	3.31	argilla-argilla limosa	2.00			Plastica			0.83	7.97	77.0	163
19.3	32.3	1.24	6.5	3.22	argilla-argilla limosa	2.60			Plastica			1.05	9.25	107.8	201
23.3	35.7	1.46	6.4	3.18	argilla-argilla limosa	2.80			Solido-plastica (Duro)			1.18	9.52	130.2	226
19.0	28.8	1.10	6.0	3.19	argilla-argilla limosa	3.00			Plastica			1.04	7.18	107.1	199
15.4	22.9	0.72	4.9	3.13	argilla-argilla limosa	3.20			Plastica			0.90	5.38	87.9	174
18.0	24.1	1.31	7.6	3.39	argilla-argilla limosa	4.00			Plastica			1.00	5.42	98.0	192
25.2	29.8	1.57	6.5	3.24	argilla-argilla limosa	4.60			Solido-plastica (Duro)			1.24	6.41	140.8	236
33.8	37.5	1.92	5.8	3.10	argilla-argilla limosa	4.80			Semi solida (Molto duro)			1.45	7.91	190.9	286
24.3	26.3	1.44	6.1	3.23	argilla-argilla limosa	5.20			Solido-plastica (Duro)			1.21	5.28	136.8	231
15.5	16.1	0.50	3.5	3.04	argilla-argilla limosa	5.50			Plastica			0.90	3.06	90.2	175
24.8	24.9	1.31	5.4	3.17	argilla-argilla limosa	5.70			Solido-plastica (Duro)			1.23	4.80	141.1	232
49.8	48.8	2.48	5.2	2.95	argilla-argilla limosa	6.00			Semi solida (Molto duro)			1.74	9.38	283.9	364
165.6	162.1	1.75	1.1	1.74	sabbia-sabbia limosa	6.40			Addensata	83.0	42.6			546.1	220
181.1	176.4	1.09	0.6	1.49	ghiaia-sabbia	6.50			Addensata	85.7	42.9			558.3	225
170.7	165.0	1.71	1.0	1.72	sabbia-sabbia limosa	6.70			Addensata	83.5	42.4			557.9	225
85.8	79.5	1.96	2.3	2.34	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	59.4	38.6			395.7	367

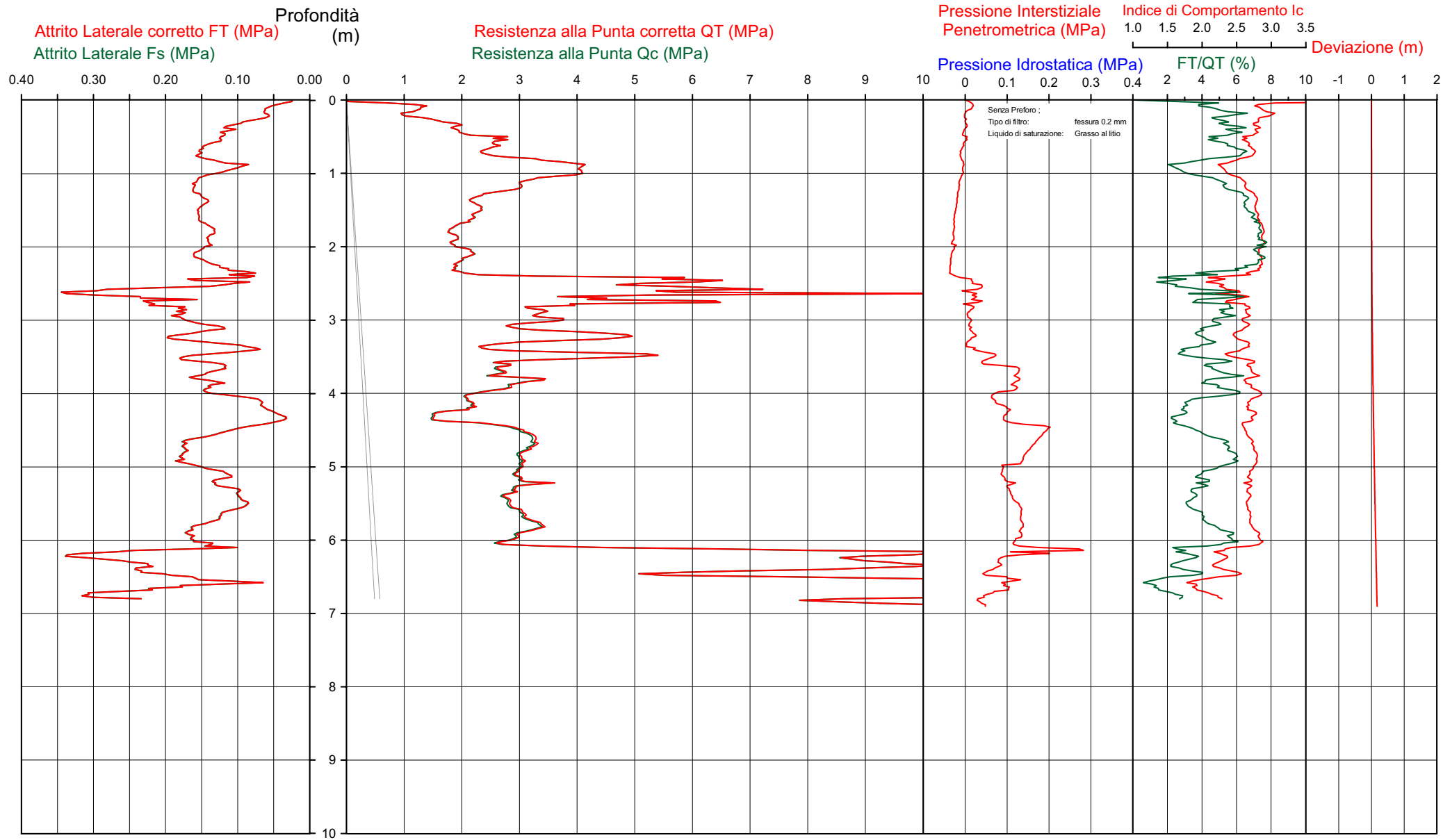
Comune	Ozzano dell'Emilia
Via	della Quercia
Localita'	San Pietro
Committente	Studio Sangiorgi
Data	20/09/2010

Falda **asciutto in fondo foro**

Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	9-ago-2010
Ultimo taratura per deriva termica	9-ago-2010

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU 6



SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU **6**

Data 20/09/2010
Cantiere / Via della Quercia
Località San Pietro
Comune Ozzano dell'Emilia
Profondità falda idrica m. asciutto in fondo foro

Vs6
248

QT daN/cmq	Qc1N Idriss & B	FT daN/cmq	FT/Qnet %	Ic SGT 2004	Litologia SGT 2004 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cmq	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
9.2	15.6	0.43	28.4	3.83	terreni organici-torbe	0.10			Molle-plastica (Soffice)			0.61	173.96	9.9	126
14.8	25.1	0.81	5.5	3.18	argilla-argilla limosa	0.40			Plastica			0.87	64.27	83.8	166
24.9	42.3	1.37	5.6	3.05	argilla-argilla limosa	0.80			Solido-plastica (Duro)			1.23	45.88	140.8	235
39.6	67.2	1.12	2.9	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00			Mediamente Addensata	53.9	45.0			220.1	278
32.4	55.0	1.55	4.9	2.89	limo argilloso-argilla limosa	1.20			Semi solida (Molto duro)			1.42		185.1	277
22.7	38.7	1.51	6.8	3.20	argilla-argilla limosa	1.70			Solido-plastica (Duro)			1.16	17.33	126.2	222
18.5	31.4	1.38	7.6	3.33	argilla-argilla limosa	2.00			Plastica			1.02	10.99	100.8	196
20.3	34.5	1.45	7.3	3.28	argilla-argilla limosa	2.30			Solido-plastica (Duro)			1.08	10.37	111.3	207
22.8	37.3	0.93	4.4	2.91	limo argilloso-argilla limosa	2.40			Solido-plastica (Duro)			1.16		131.2	223
58.3	80.5	1.65	2.8	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	2.60			Mediamente Addensata	59.8	41.9			320.6	304
59.2	79.1	2.90	5.4	2.86	terreni duri a grana fine	2.70			fortemente sovraconsolidato			1.87		336.6	406
49.8	67.9	2.10	4.4	2.76	limo argilloso-argilla limosa	2.80			Semi solida (Molto duro)			1.74		286.8	364
34.0	47.8	1.78	5.4	2.98	argilla-argilla limosa	3.00			Semi solida (Molto duro)			1.46	12.91	193.0	286
37.2	49.8	1.57	4.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	3.30			Semi solida (Molto duro)			1.53		214.4	300
24.5	33.3	0.90	3.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	3.40			Solido-plastica (Duro)			1.22		142.3	233
45.2	56.9	1.34	3.0	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	3.50			Mediamente Addensata	48.4	38.8			264.1	338
31.5	40.6	1.54	5.0	2.99	argilla-argilla limosa	3.60			Semi solida (Molto duro)			1.40	9.74	180.1	273
27.8	35.4	1.38	5.1	3.03	argilla-argilla limosa	3.80			Solido-plastica (Duro)			1.31	8.21	158.7	253
30.5	37.8	1.32	4.5	2.93	limo argilloso-argilla limosa	3.90			Semi solida (Molto duro)			1.38		175.7	268
23.2	28.6	1.14	5.0	3.08	argilla-argilla limosa	4.10			Solido-plastica (Duro)			1.18	6.29	132.4	224
18.7	22.5	0.51	2.8	2.83	limo argilloso-argilla limosa	4.40			Plastica			1.03		101.8	196
30.7	32.0	1.35	4.5	2.98	argilla-argilla limosa	6.10			Semi solida (Molto duro)			1.38	6.35	176.4	268
91.6	87.8	2.61	2.9	2.43	sabbia limosa-limo sabbioso	6.40			Mediamente Addensata	62.7	39.4			515.0	430
61.8	57.8	2.05	3.5	2.65	limo argilloso-argilla limosa	6.50			Solida (Durissimo)			1.90		360.0	417
125.5	119.5	1.67	1.3	1.93	sabbia-sabbia limosa	6.70			Mediamente Addensata	72.9	40.8			435.0	216
112.0	105.2	2.93	2.7	2.34	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	68.7	40.1			580.8	422

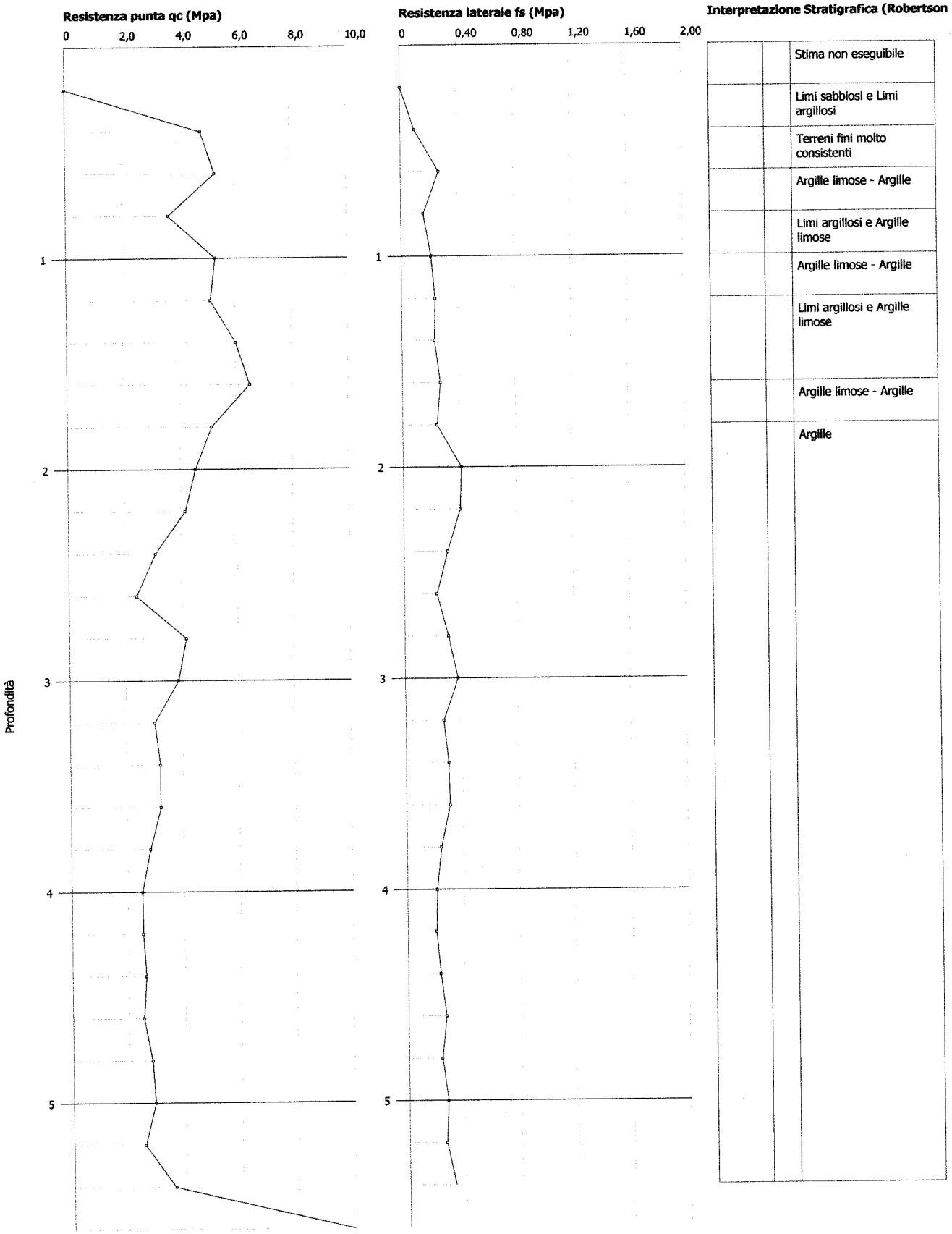
GEOSTRU SOFTWARE
WWW.GEOSTRU.COM
GEOSTRU@GEOSTRU.COM

Probe CPT - Cone Penetration CPT 7
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Studio Samuel Sangiorgi
Cantiere : Prova POC1 Ozzano
Località : Ozzano dell'Emilia

Data :21/09/2010

Scala 1:26



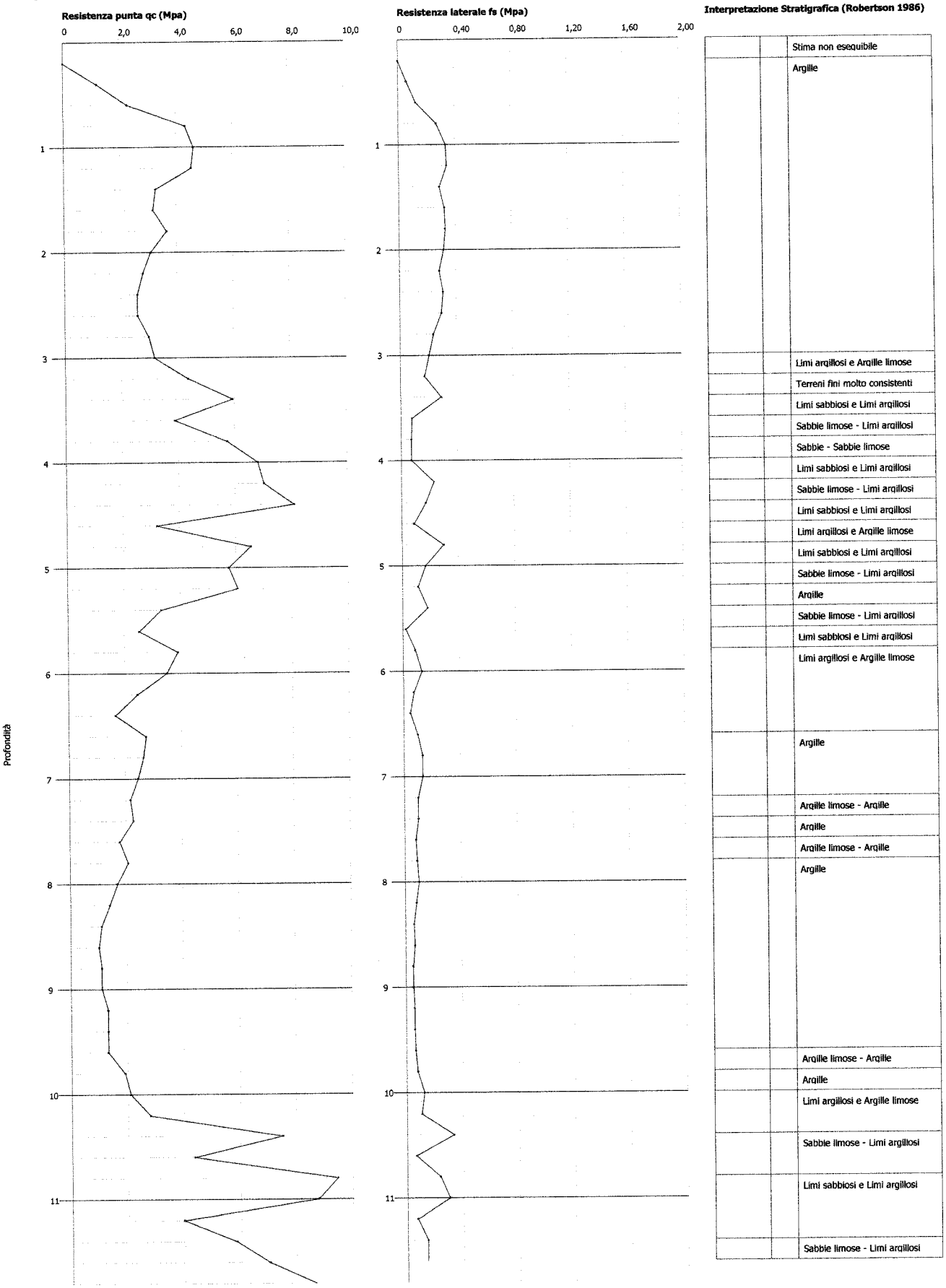
GEOSTRU SOFTWARE
WWW.GEOSTRU.COM
GEOSTRU@GEOSTRU.COM

Probe CPT - Cone Penetration CPT 8
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Studio Samuel Sangiorgi
Cantiere : Prova POC1 Ozzano
Località : Ozzano dell'Emilia

Data :21/09/2010

Scala 1:52



Interpretazione Stratigrafica (Robertson 1986)

		Stima non esequibile
		Argille
		Limi argillosi e Argille limose
		Terreni fini molto consistenti
		Limi sabbiosi e Limi argillosi
		Sabbie limose - Limi argillosi
		Sabbie - Sabbie limose
		Limi sabbiosi e Limi argillosi
		Sabbie limose - Limi argillosi
		Limi sabbiosi e Limi argillosi
		Limi argillosi e Argille limose
		Limi sabbiosi e Limi argillosi
		Sabbie limose - Limi argillosi
		Argille
		Sabbie limose - Limi argillosi
		Limi sabbiosi e Limi argillosi
		Limi argillosi e Argille limose
		Argille
		Argille limose - Argille
		Argille
		Argille limose - Argille
		Argille
		Argille limose - Argille
		Argille
		Limi argillosi e Argille limose
		Sabbie limose - Limi argillosi
		Limi sabbiosi e Limi argillosi
		Sabbie limose - Limi argillosi

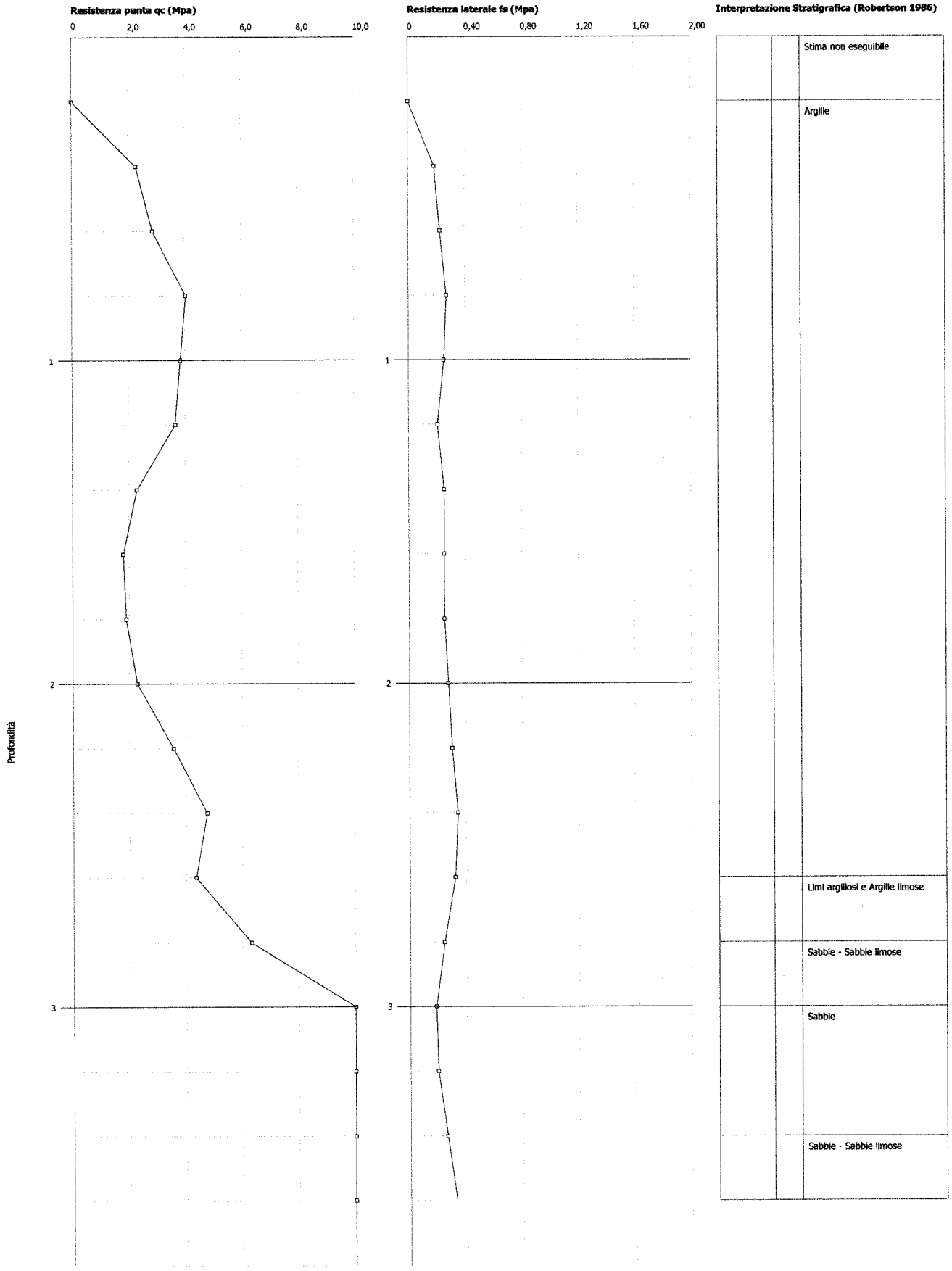
GEOSTRU SOFTWARE
WWW.GEOSTRU.COM
GEOSTRU@GEOSTRU.COM

Probe CPT - Cone Penetration CPT 9
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Studio Samuel Sangiorgi
Cantiere : Prova POC1 Ozzano
Località : Ozzano dell'Emilia

Data :21/09/2010

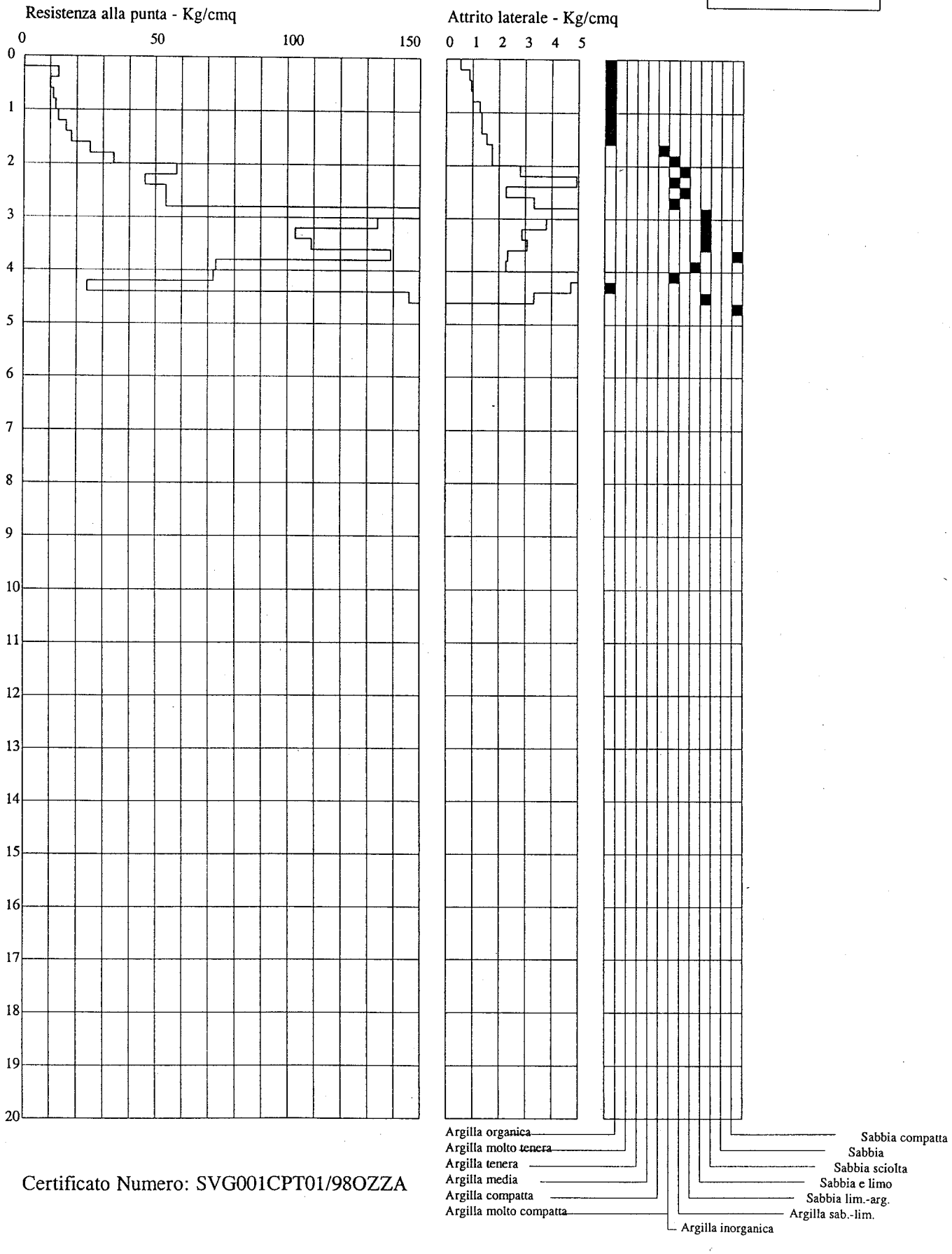
Scala 1:17



Ditta esecutrice: Viel & Galassi
Comune: Ozzano
Cantiere: Loc. Sucina di Sopra

Committente: Di Giansante
Via: Emilia
Data esecuzione: 02/01/98

Prova N. 1 ■

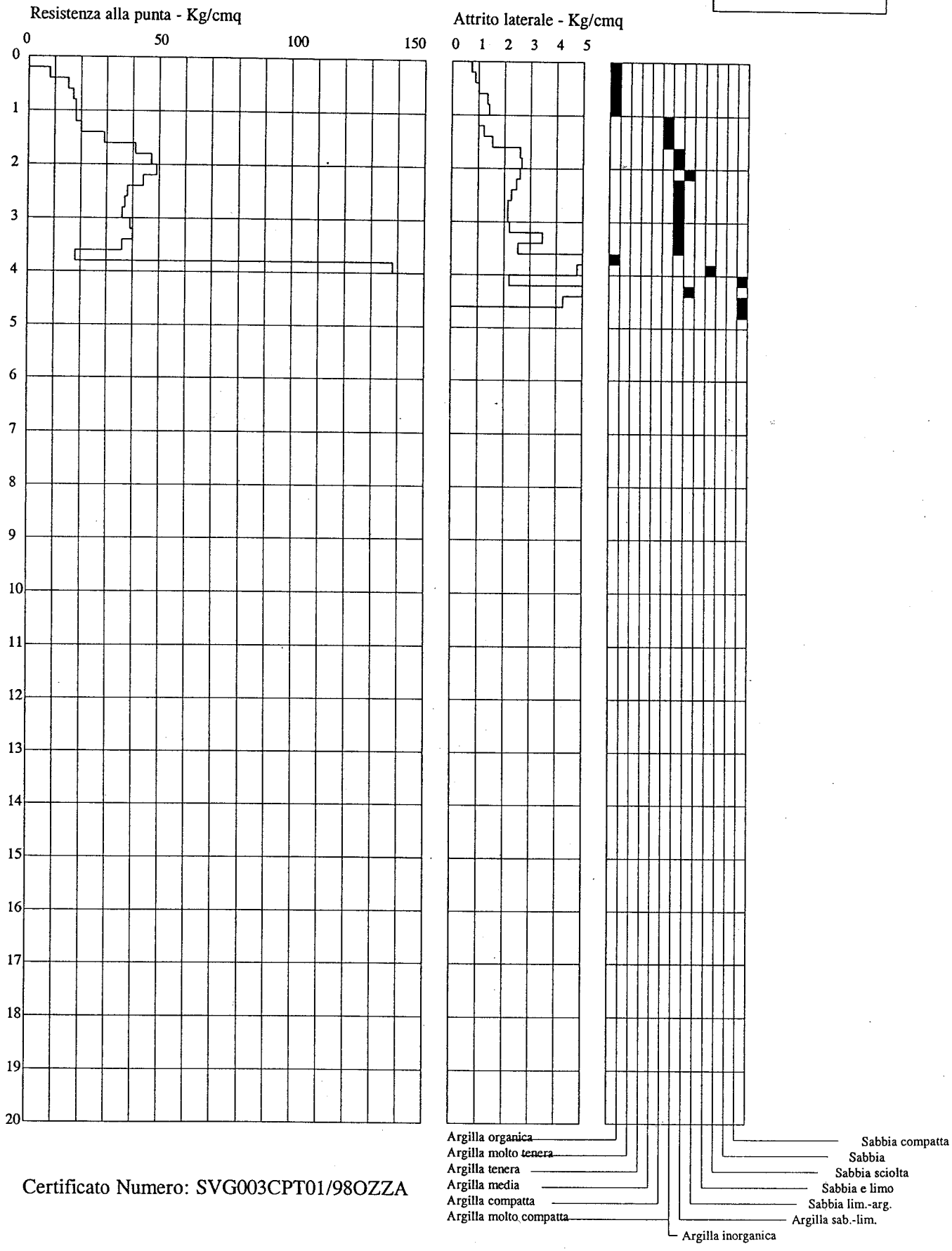


Certificato Numero: SVG001CPT01/98OZZA

Ditta esecutrice: Viel & Galassi
Comune: Ozzano E.
Cantiere: Loc. Sucina di Sopra

Committente: Di Giansante
Via: Emilia
Data esecuzione: 02/01/98

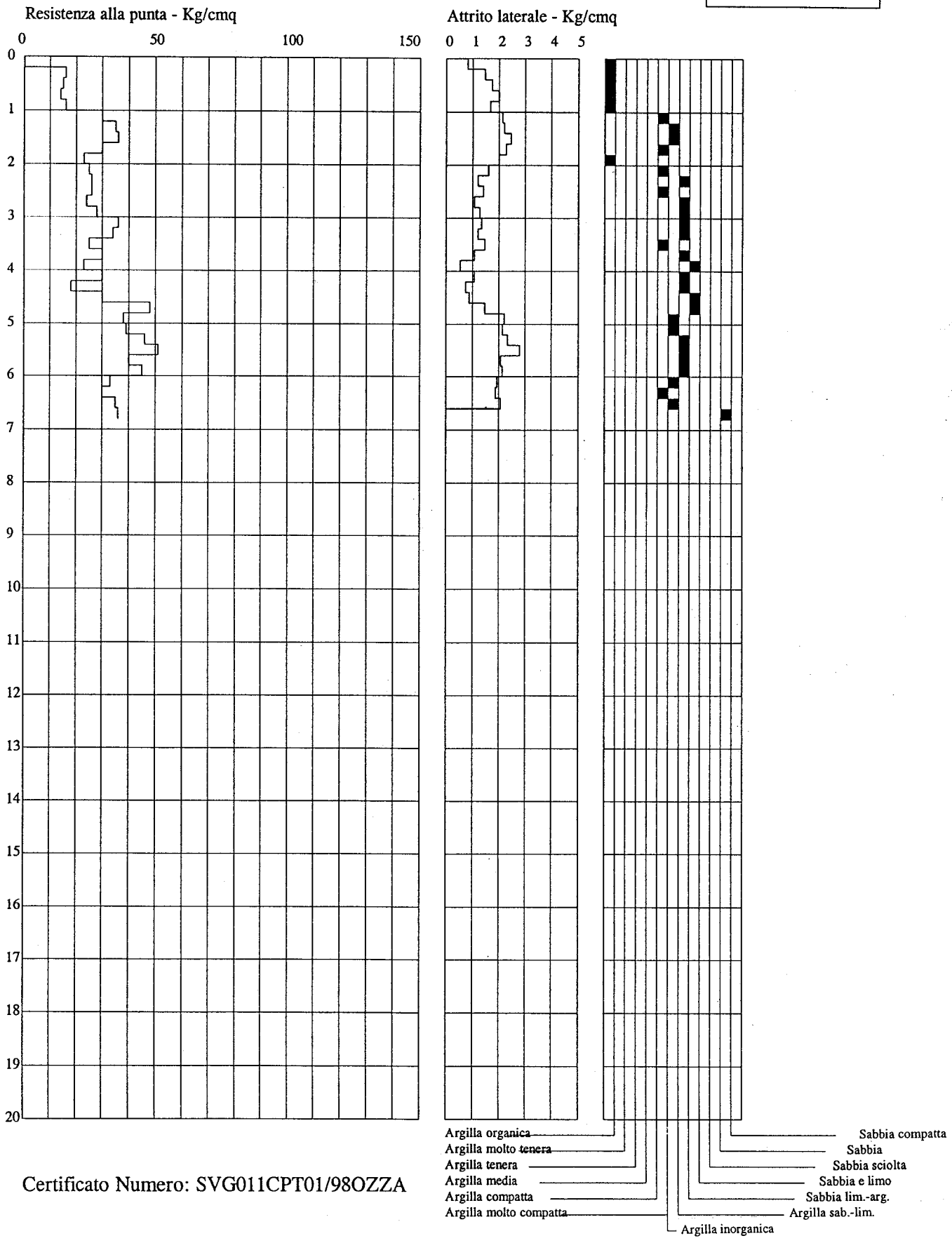
Prova N. 2 ■



Certificato Numero: SVG003CPT01/98OZZA

Ditta esecutrice: Viel & Galassi	Committente: Dalla Valle
Comune: Ozzano E.	Via: Castelli Guelfi
Cantiere: Osteria Nuova	Data esecuzione: 10/01/98

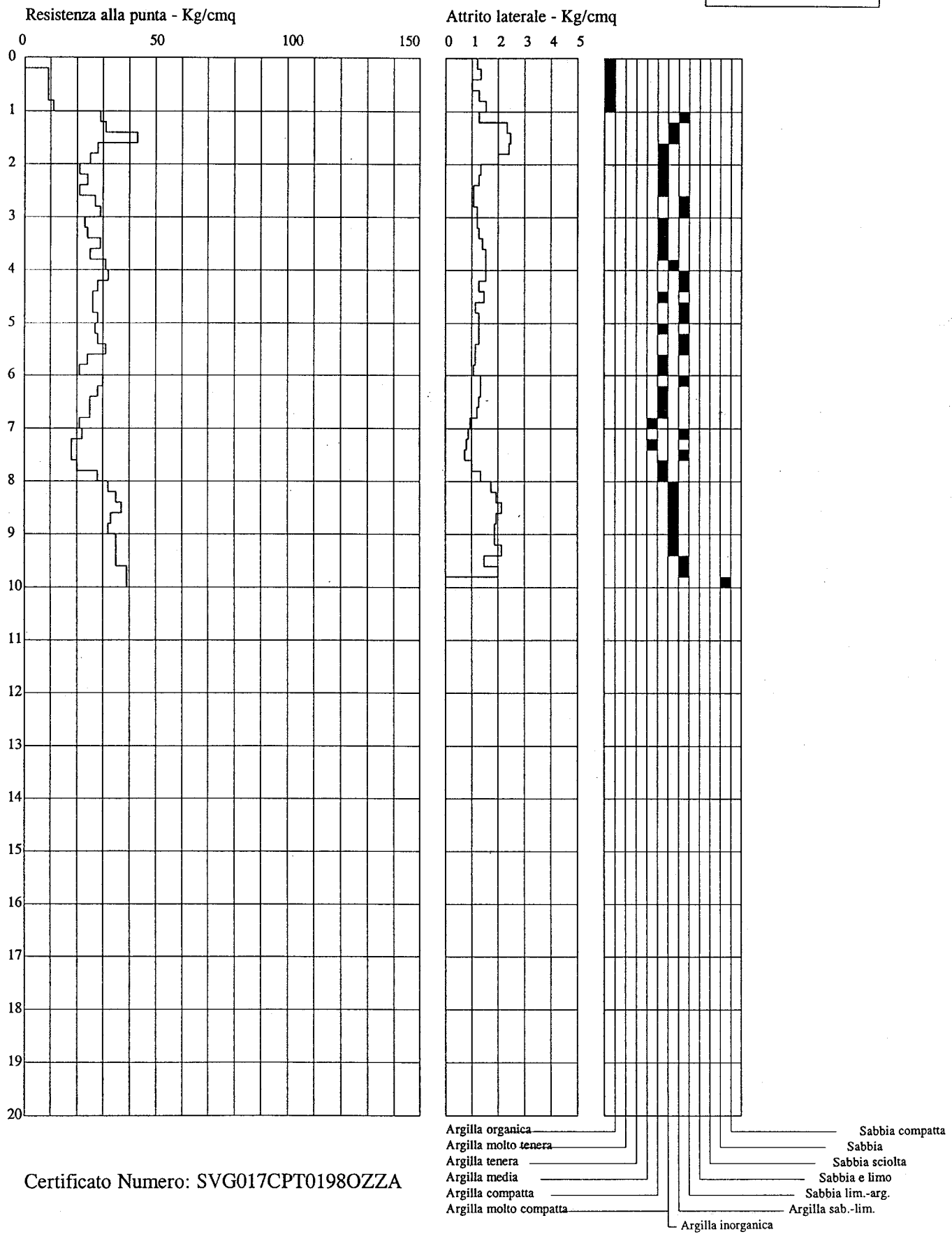
Prova N. 10 ■



Certificato Numero: SVG011CPT01/98OZZA

Ditta esecutrice: Viel & Galassi	Committente: Collegio di Spagna
Comune: Ozzano	Via: Castelli Guelfi
Cantiere: C. Miranda	Data esecuzione: 11/01/98

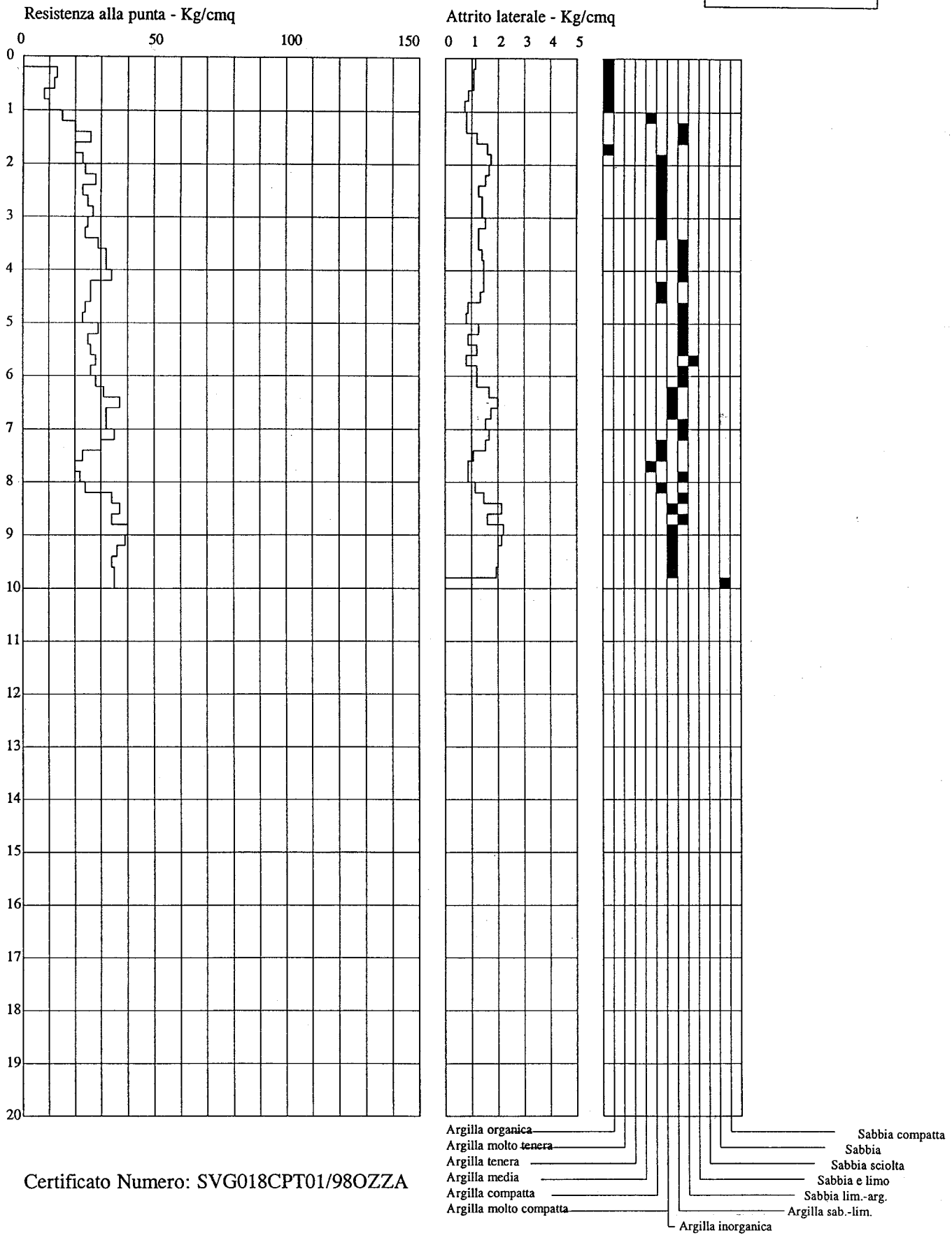
Prova N. 16 ■



Certificato Numero: SVG017CPT0198OZZA

Ditta esecutrice: Viel & Galassi	Committente: Collegio di Spagna
Comune: Ozzano	Via: Castelli Guelfi
Cantiere: C. Miranda	Data esecuzione: 11/01/98

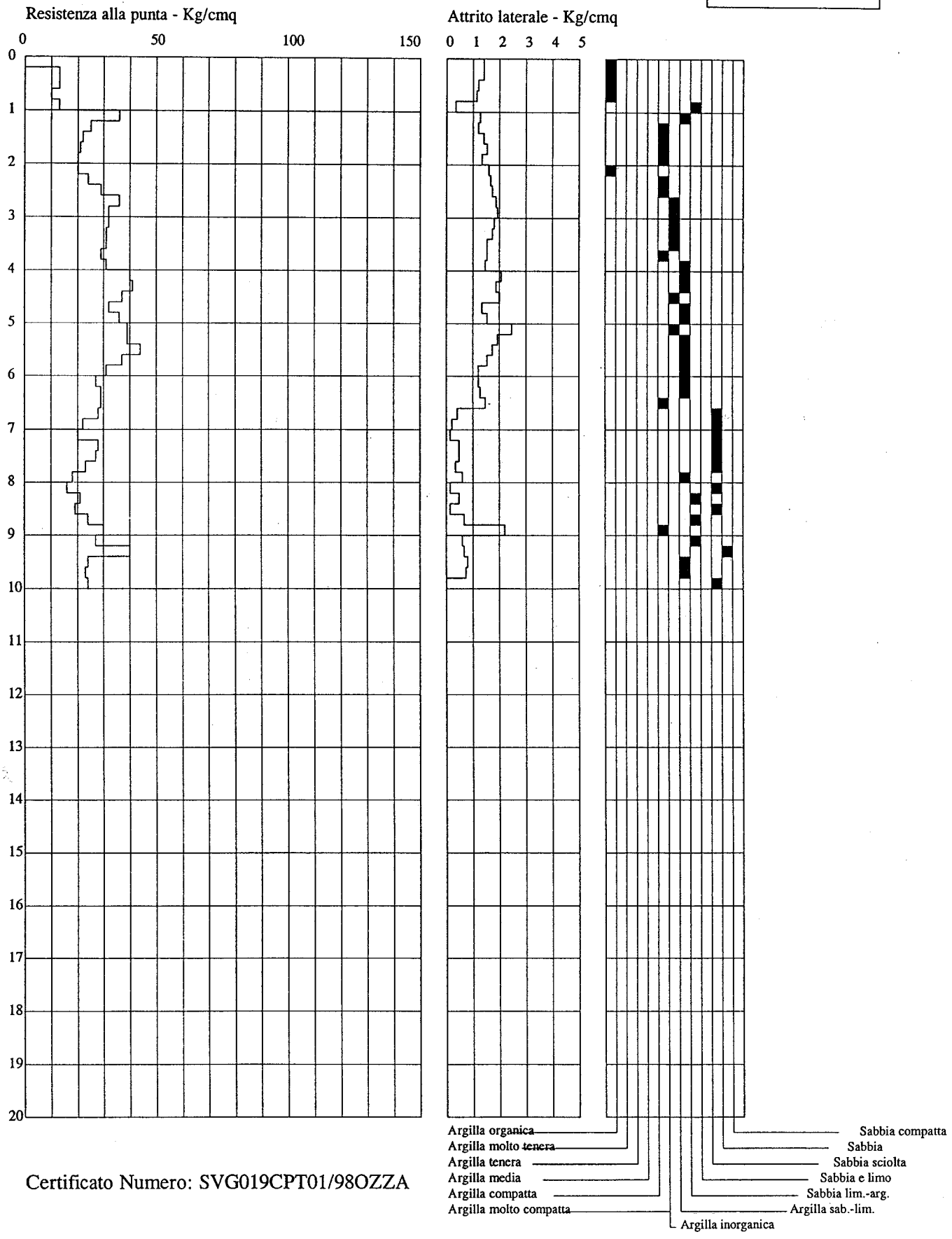
Prova N. 17 ■



Certificato Numero: SVG018CPT01/98OZZA

Ditta esecutrice: Viel & Galassi	Committente: Collegio di Spagna
Comune: Ozzano	Via: Castelli Guelfi
Cantiere: C. Miranda	Data esecuzione: 11/01/98

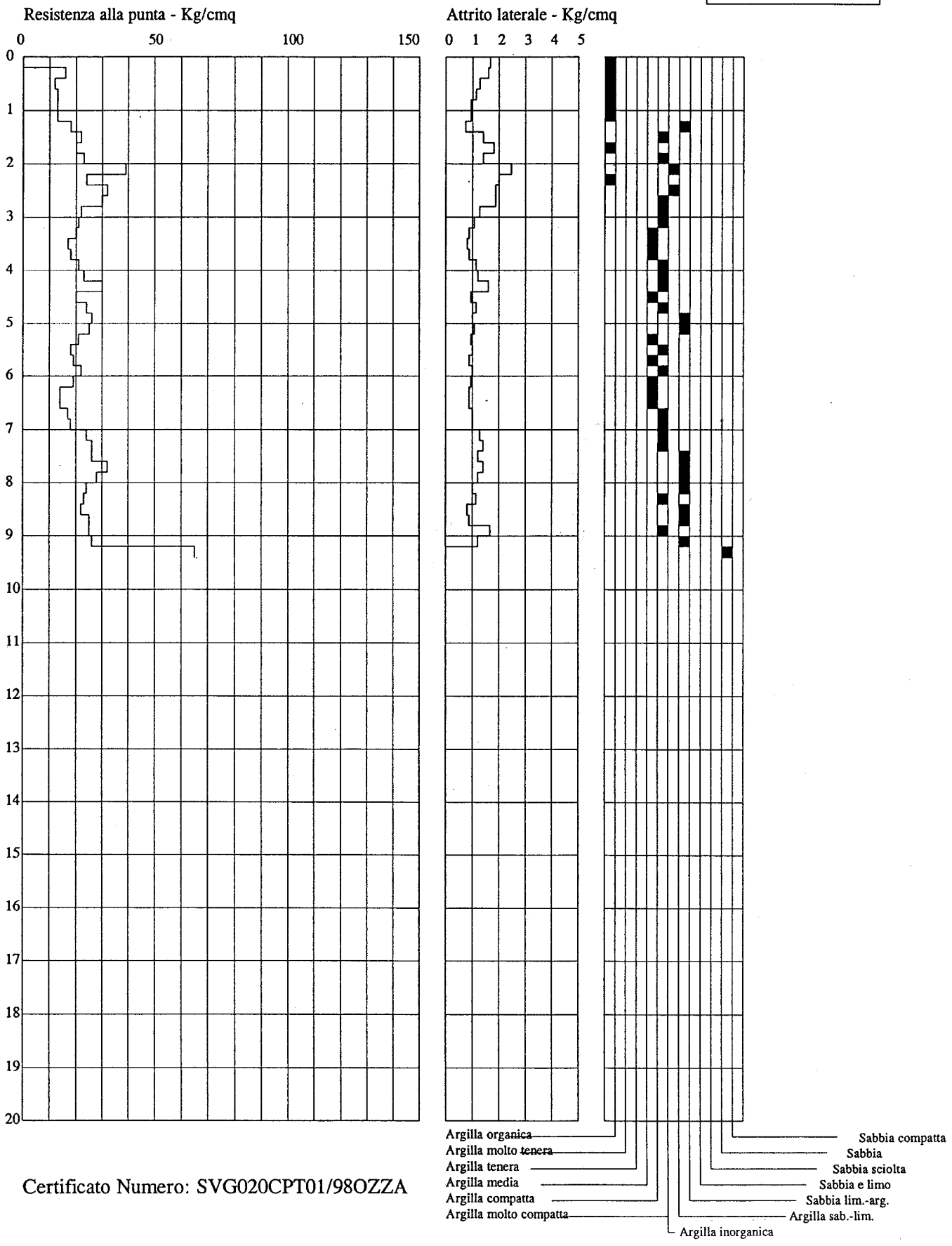
Prova N. 18 ■



Certificato Numero: SVG019CPT01/98OZZA

Ditta esecutrice: Viel & Galassi	Committente: Col. di Spagna
Comune: Ozzano	Via: Castelli Guelfi
Cantiere: C. Miranda	Data esecuzione: 11/01/98

Prova N. 19 ■

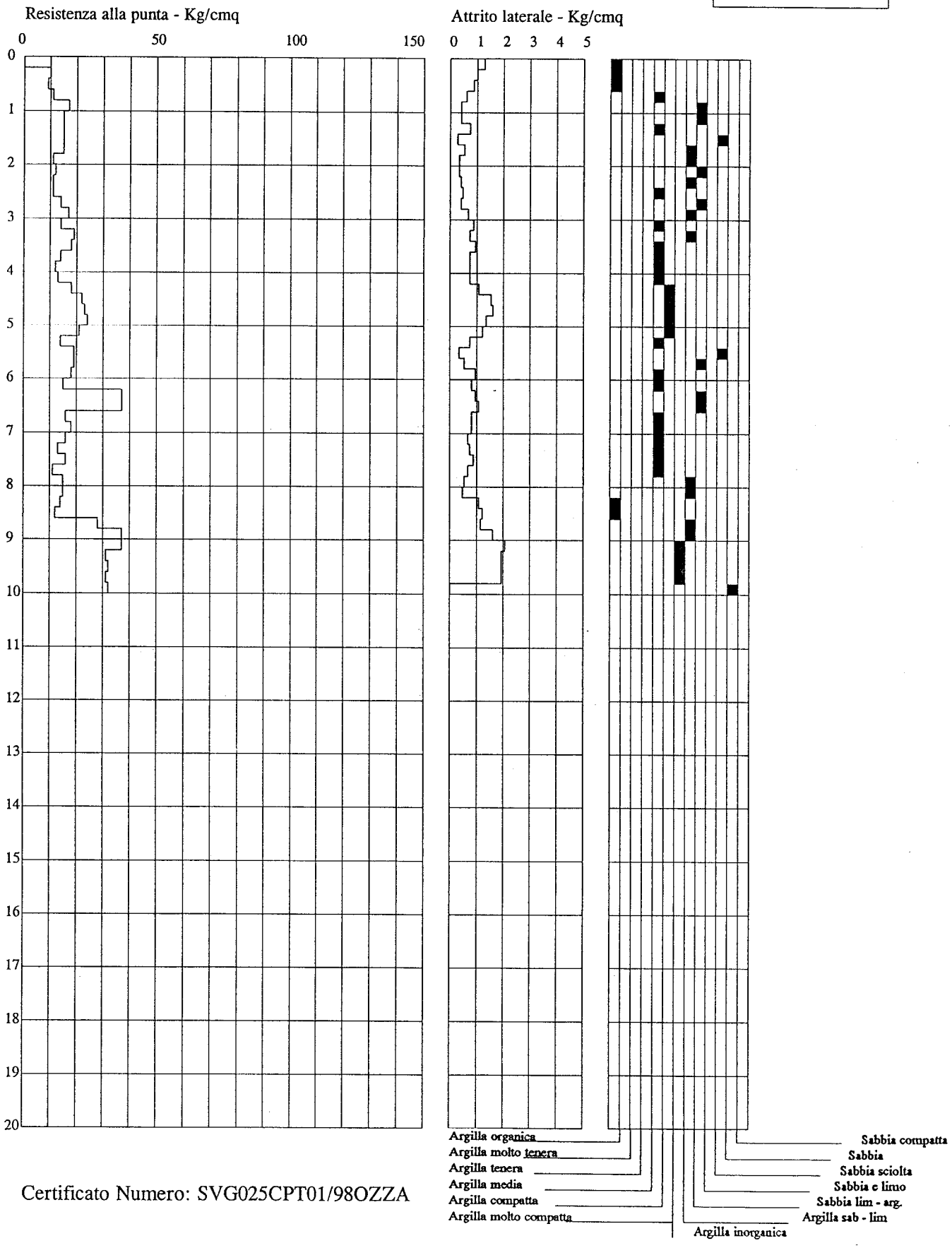


Certificato Numero: SVG020CPT01/98OZZA

Ditta esecutrice: Viel & Galassi
Comune: Ozzano
Cantiere: Casolara

Committente: G. Baroni
Via: Colunga
Data esecuzione: 14/01/98

Prova N. 24 ■



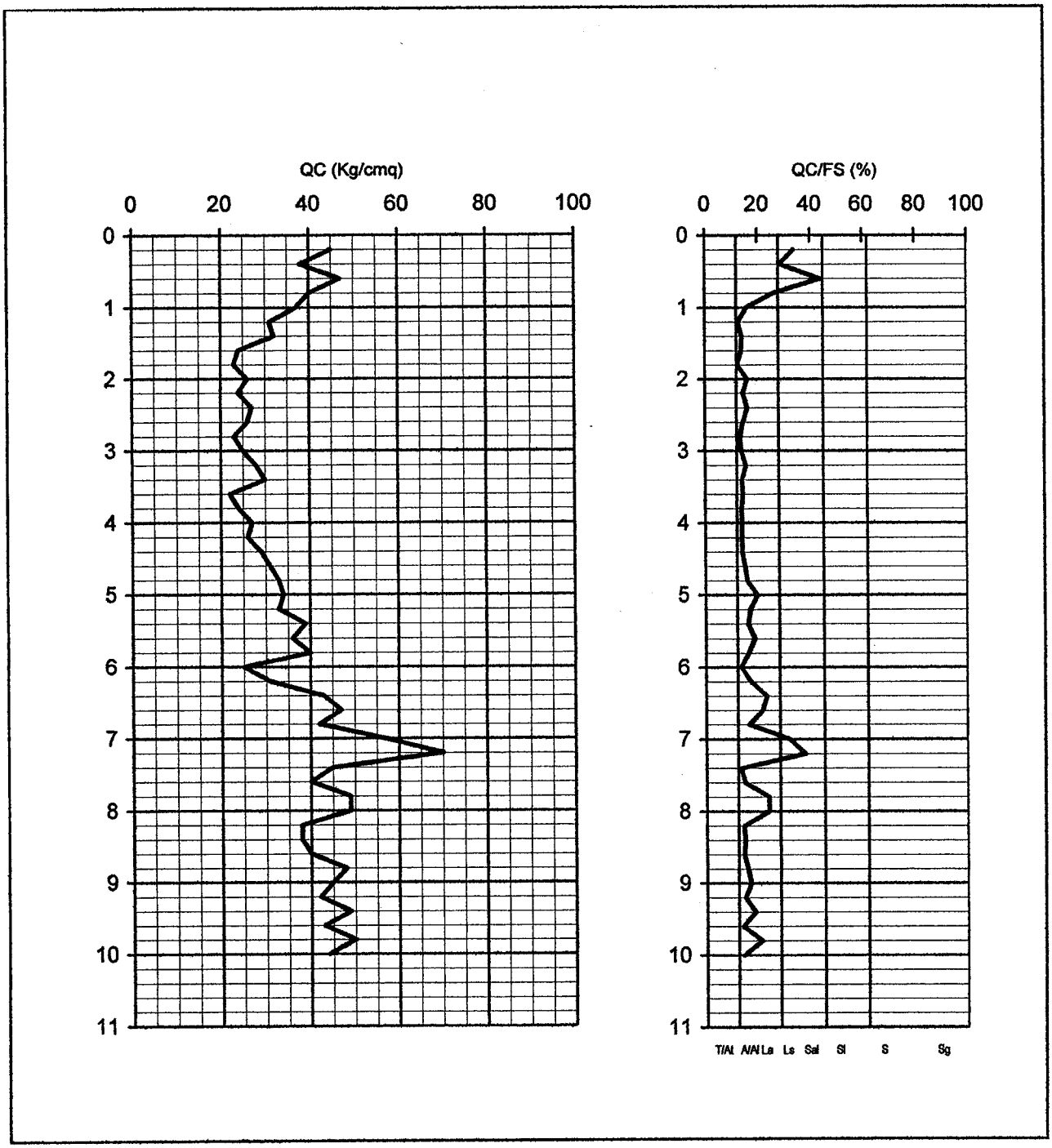
Certificato Numero: SVG025CPT01/98OZZA

Certificato n°. 30/2003

Prova: 1

Cantiere: Comparto D3.9

Committente: Comune di Ozzano dell'Emilia



LITOLOGIA:

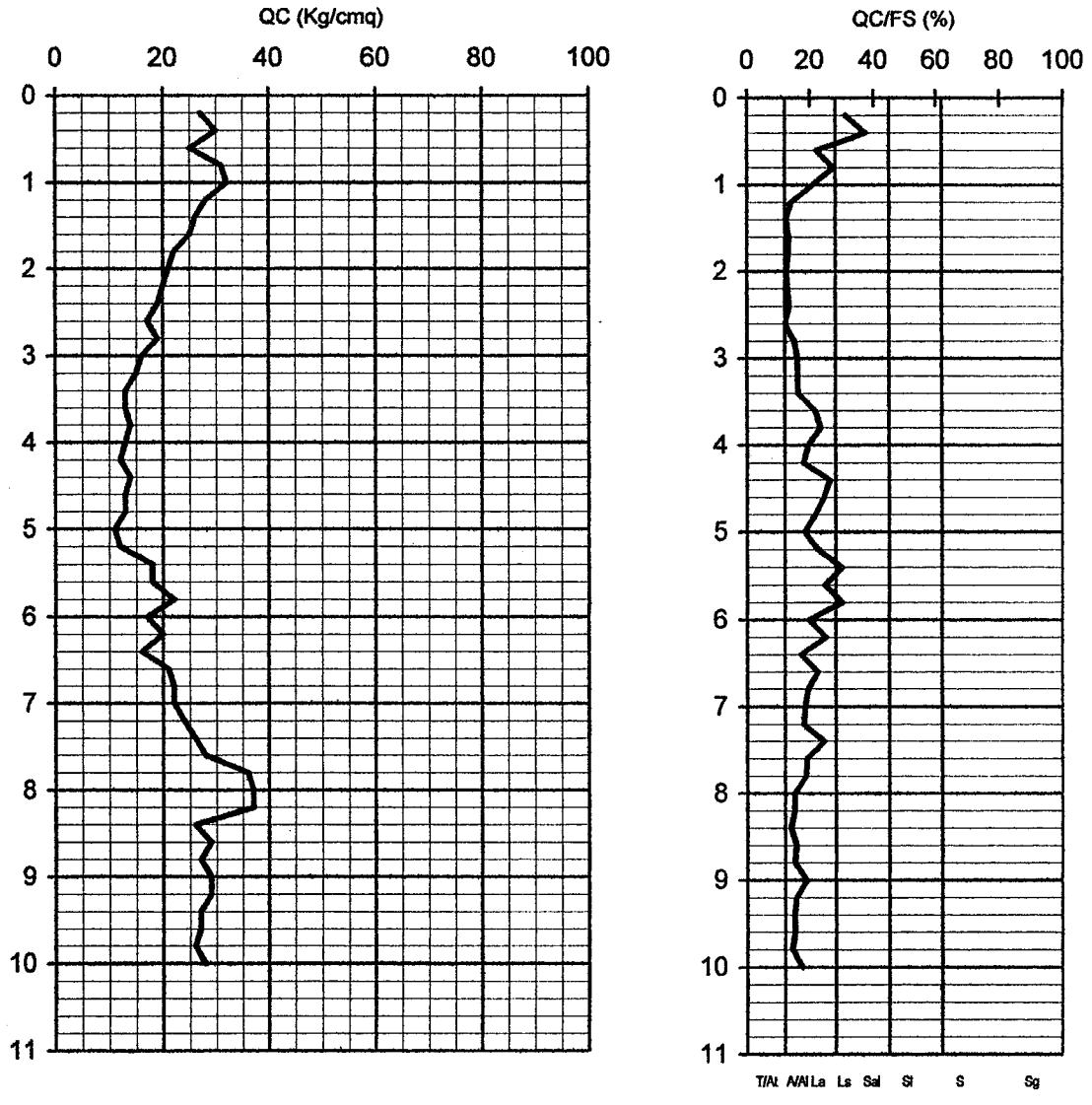
T = TORBE
At = ARGILLE TORBOSE
A = ARGILLE
Al = ARGILLE LIMOSE
La = LIMI ARGILLOSI
Ls = LIMI SABBIOSI
Sal = SABBIE ARGILLOSE-LIMOSE
Sl = SABBIE LIMOSE
S = SABBIE
Sg = SABBIE E GHIAIE

Certificato n°. 31/2003

Prova: 2

Cantiere: Comparto D3.9

Committente: Comune di Ozzano dell'Emilia



LITOLOGIA:

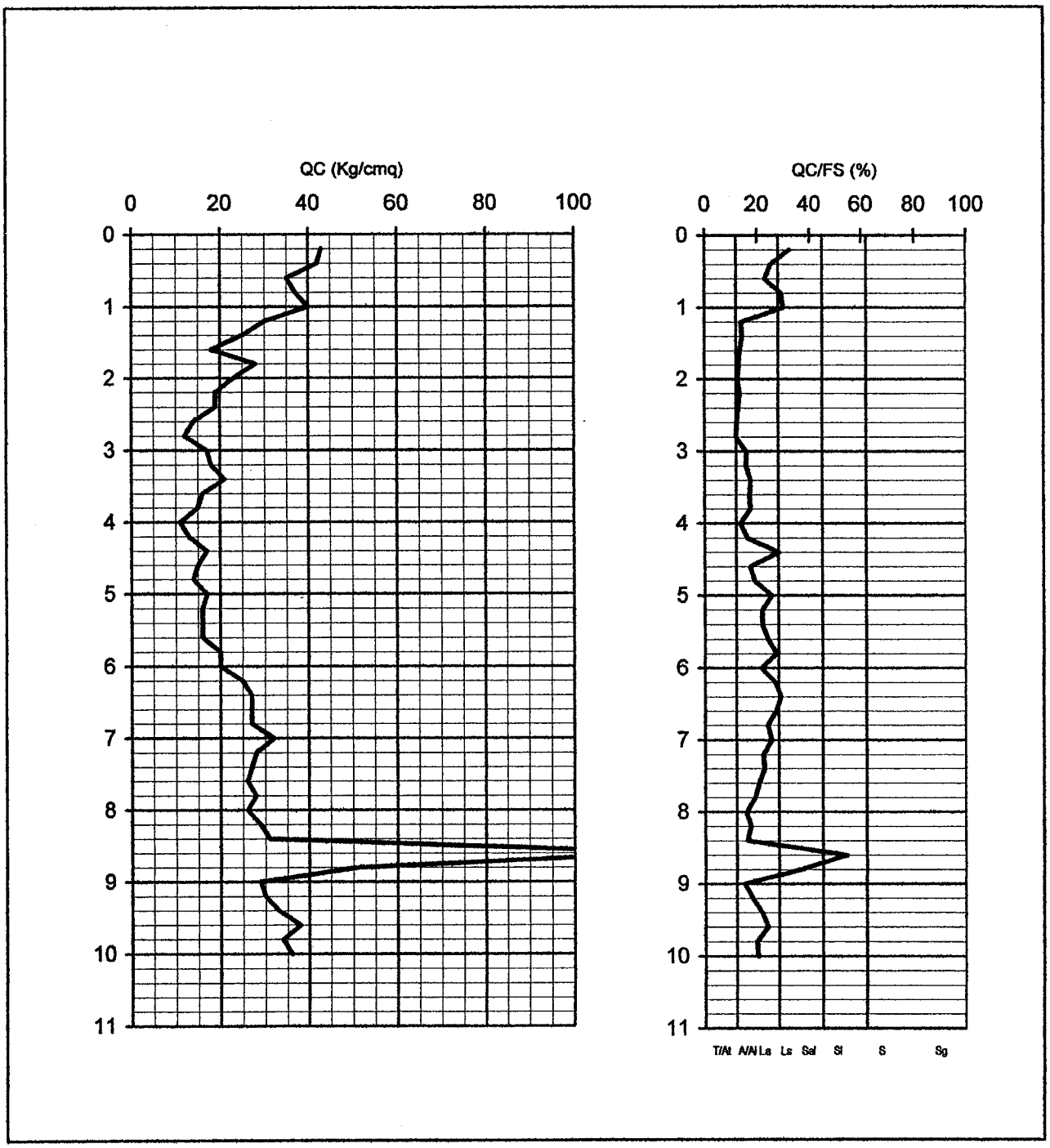
T = TORBE
At = ARGILLE TORBOSE
A = ARGILLE
Al = ARGILLE LIMOSE
La = LIMI ARGILLOSI
Ls = LIMI SABBIOSI
Sal = SABBIE ARGILLOSE-LIMOSE
Sl = SABBIE LIMOSE
S = SABBIE
Sg = SABBIE E GHIAIE

Certificato n°. 32/2003

Prova: 3

Cantiere: Comparto D3.9

Committente: Comune di Ozzano dell'Emilia



LITOLOGIA:

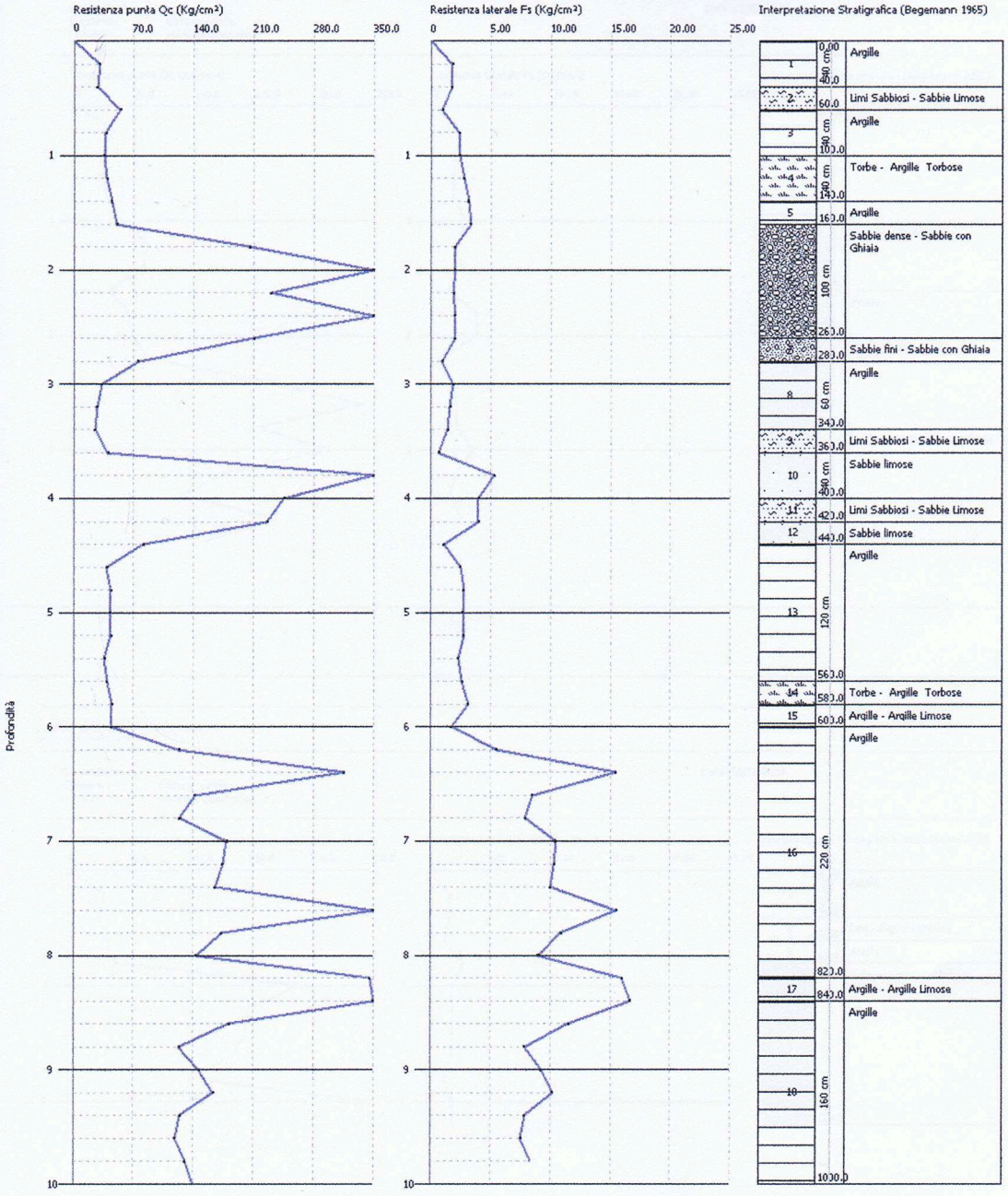
T = TORBE
At = ARGILLE TORBOSE
A = ARGILLE
Al = ARGILLE LIMOSE
La = LIMI ARGILLOSI
Ls = LIMI SABBIOSI
Sal = SABBIE ARGILLOSE-LIMOSE
Sl = SABBIE LIMOSE
S = SABBIE
Sg = SABBIE E GHIAIE

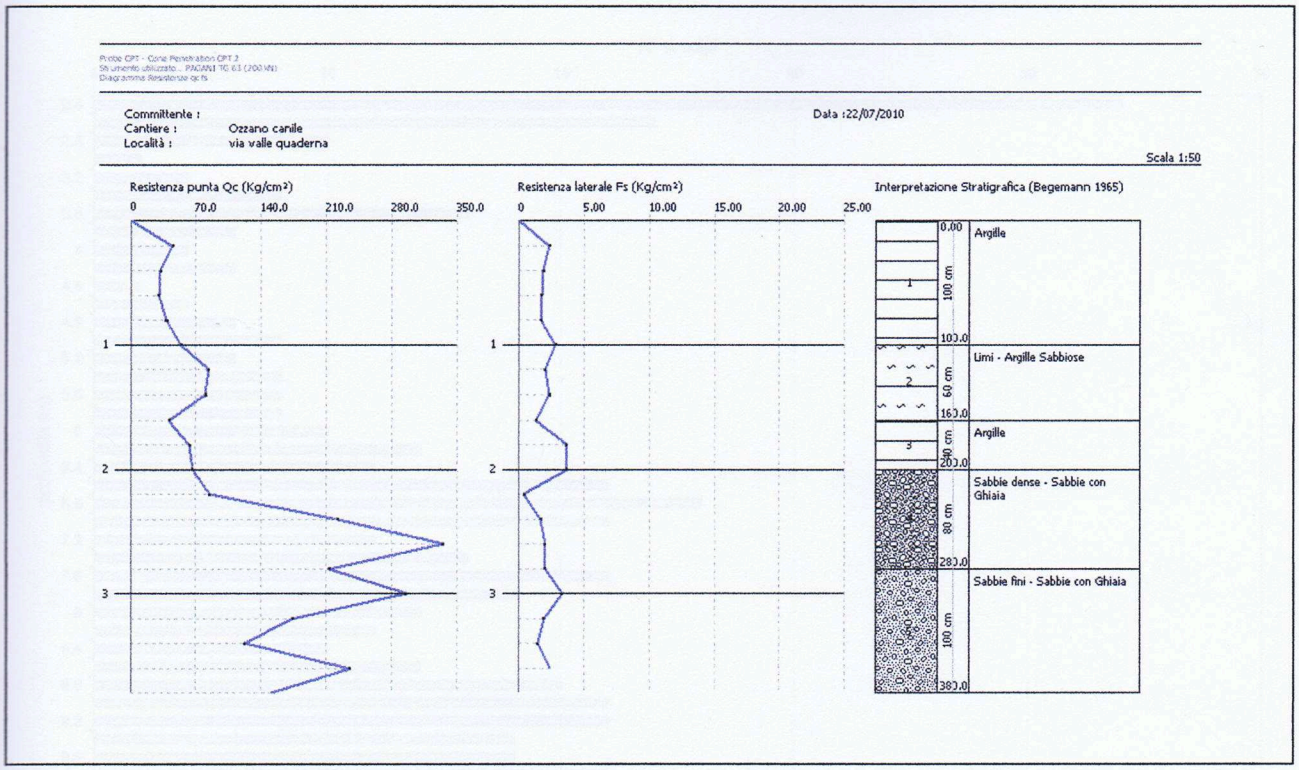
Prove CPT - Cone Penetration CPT 1
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenza qc fs

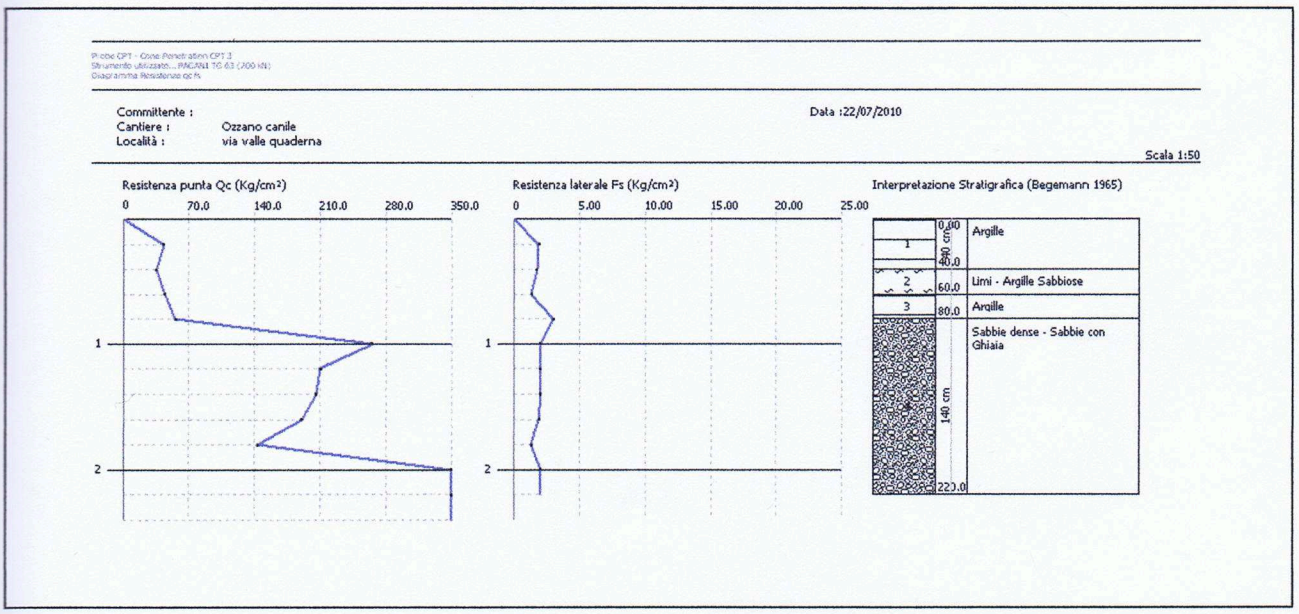
Committente :
Cantiere : Ozzano canile
Località : via valle quaderna

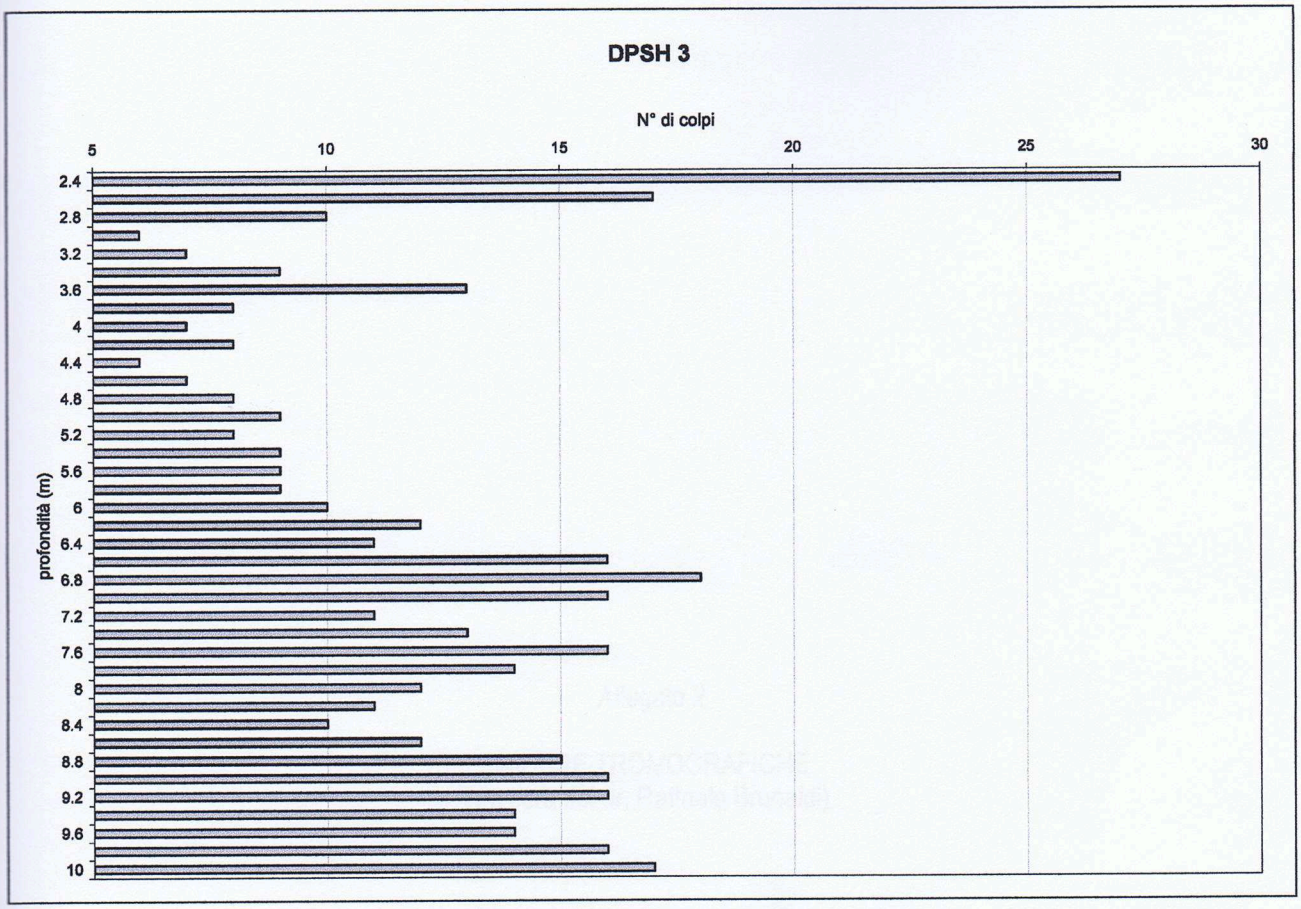
Data :22/07/2010

Scala 1:50



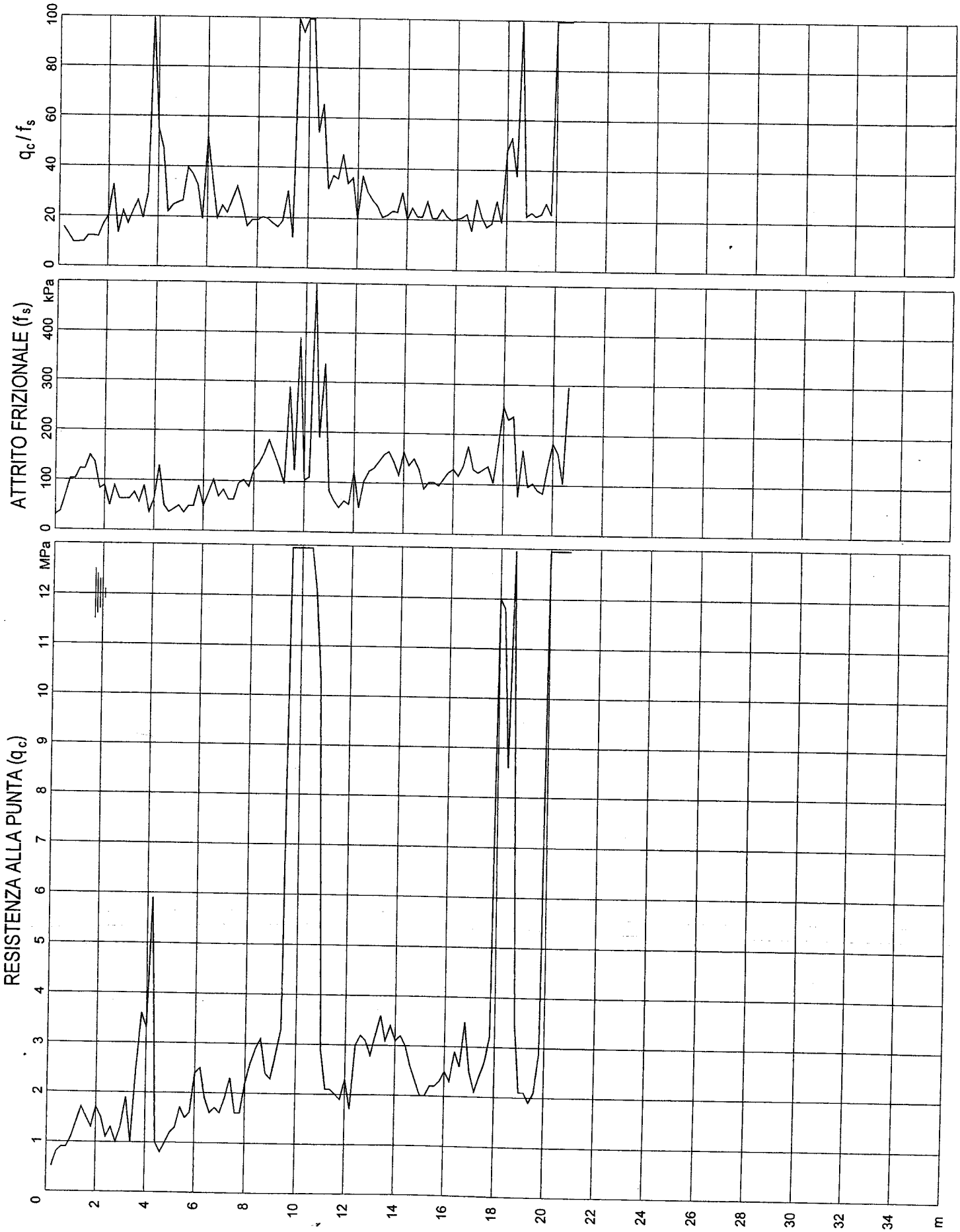

Prove CPT - Cone Penetration CPT 2
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs
Committente :
Cantiere : Ozzano canile
Località : via valle quaderna
Data :22/07/2010
Scala 1:50
Resistenza punta Qc (Kg/cm²)
0 70.0 140.0 210.0 280.0 350.0
Resistenza laterale Fs (Kg/cm²)
0 5.00 10.00 15.00 20.00 25.00
Interpretazione Stratigrafica (Begemann 1965)
1
2
3
0.00
100 cm
100.0
Argille
160.0
Limi - Argille Sabbiose
200.0
Argille
280.0
Sabbie dense - Sabbie con Ghiaia
380.0
Sabbie fini - Sabbie con Ghiaia


Prove CPT - Cone Penetration CPT 3
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs
Committente :
Cantiere : Ozzano canile
Località : via valle quaderna
Data :22/07/2010
Scala 1:50
Resistenza punta Qc (Kg/cm²)
0 70.0 140.0 210.0 280.0 350.0
Resistenza laterale Fs (Kg/cm²)
0 5.00 10.00 15.00 20.00 25.00
Interpretazione Stratigrafica (Begemann 1965)
1
2
0.00
40.0
Argille
60.0
Limi - Argille Sabbiose
80.0
Argille
140 cm
220.0
Sabbie dense - Sabbie con Ghiaia


DPSH 3
N° di colpi
5
10
15
20
25
30
profondità (m)
2.4
2.8
3.2
3.6
4
4.4
4.8
5.2
5.6
6
6.4
6.8
7.2
7.6
8
8.4
8.8
9.2
9.6
10

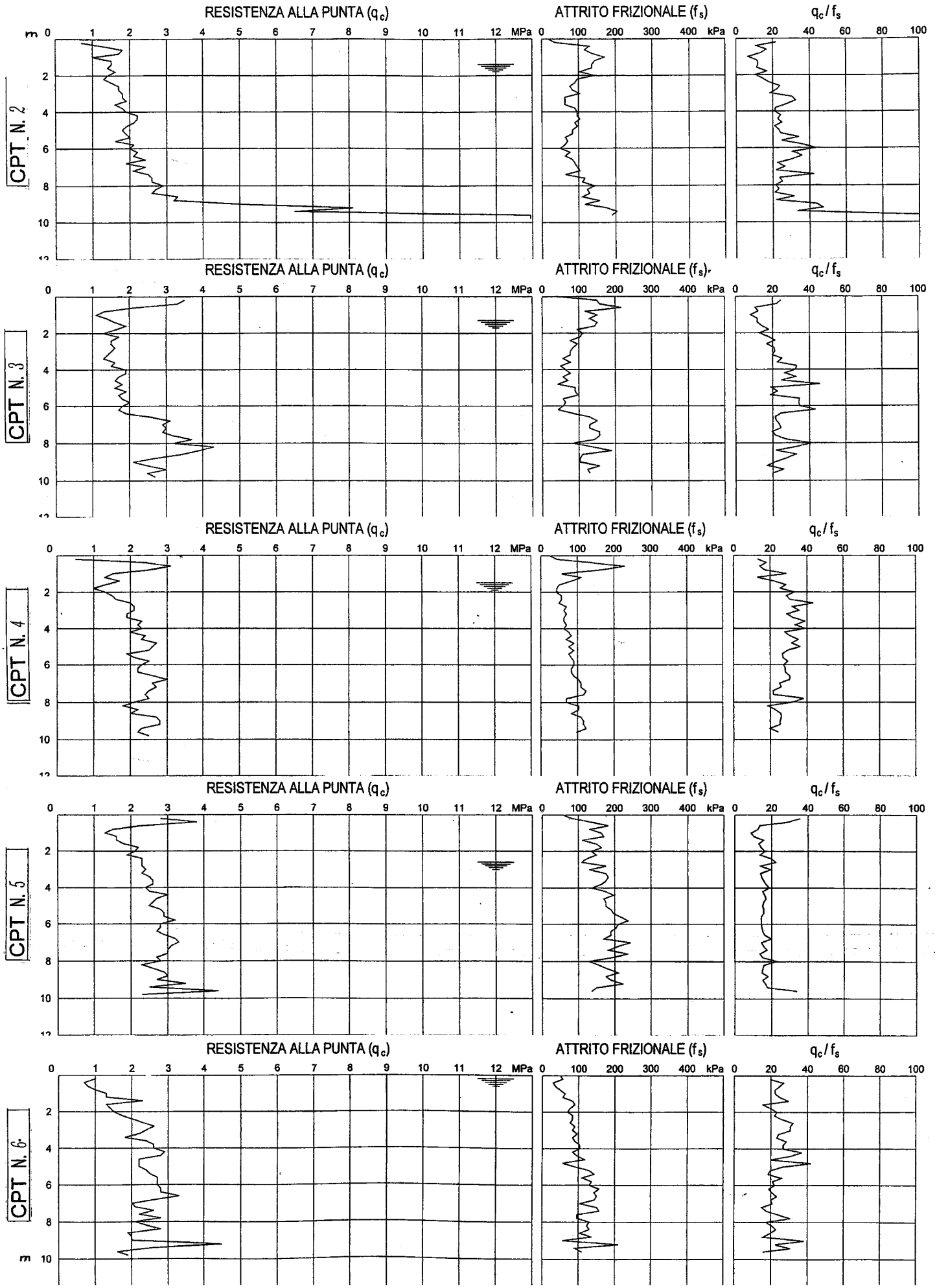
geoLOG

CPT N. 1	ESECUTORE GeoProbe	DATA 17.07.06
COMMITTENTE Imm. Baldazzi		LOCALITA' Ozzano Emilia
CANTIERE Comparto C1.19		D.L. Dr. Vivan — TAV. 2

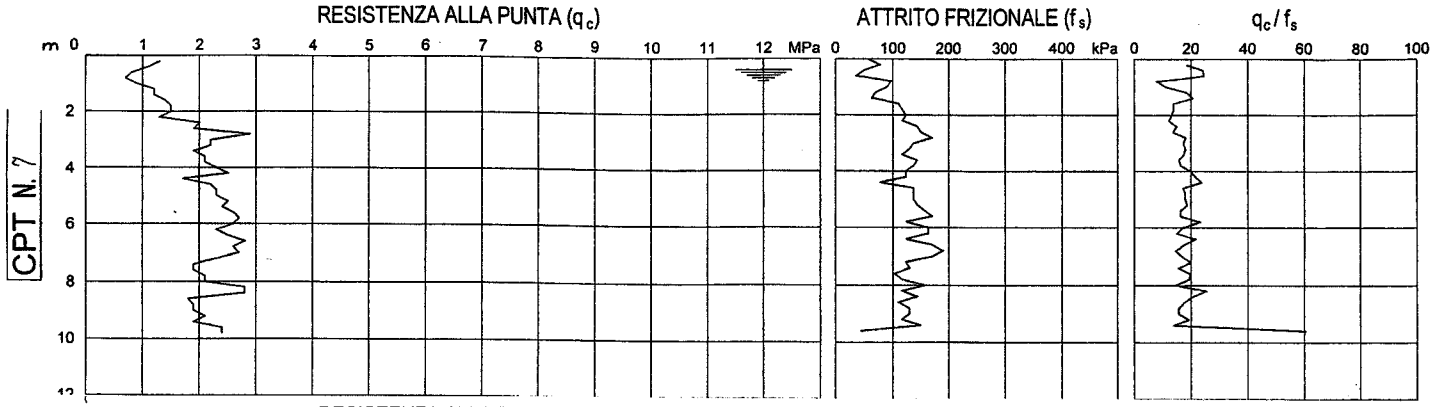


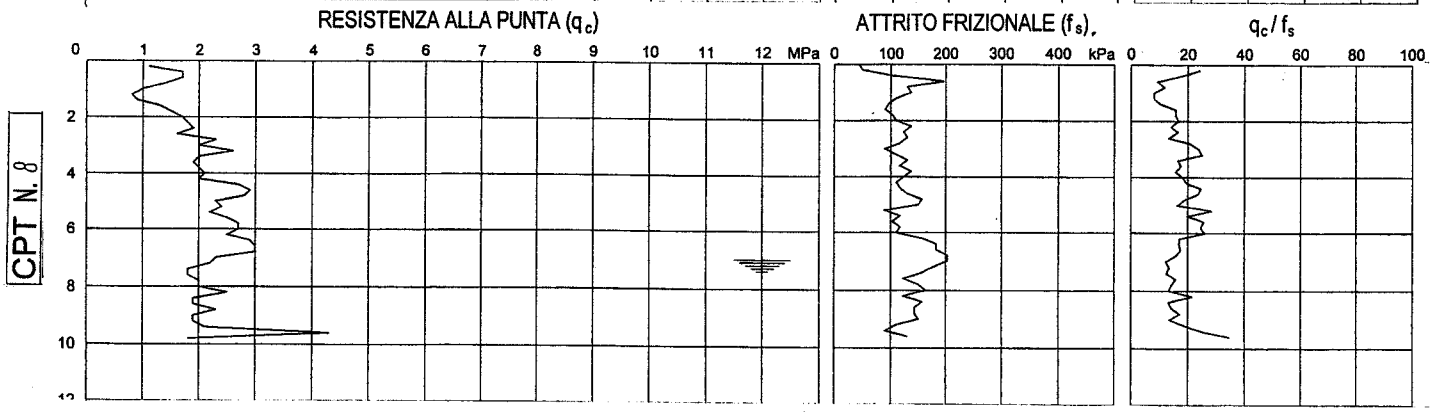
geoLOG

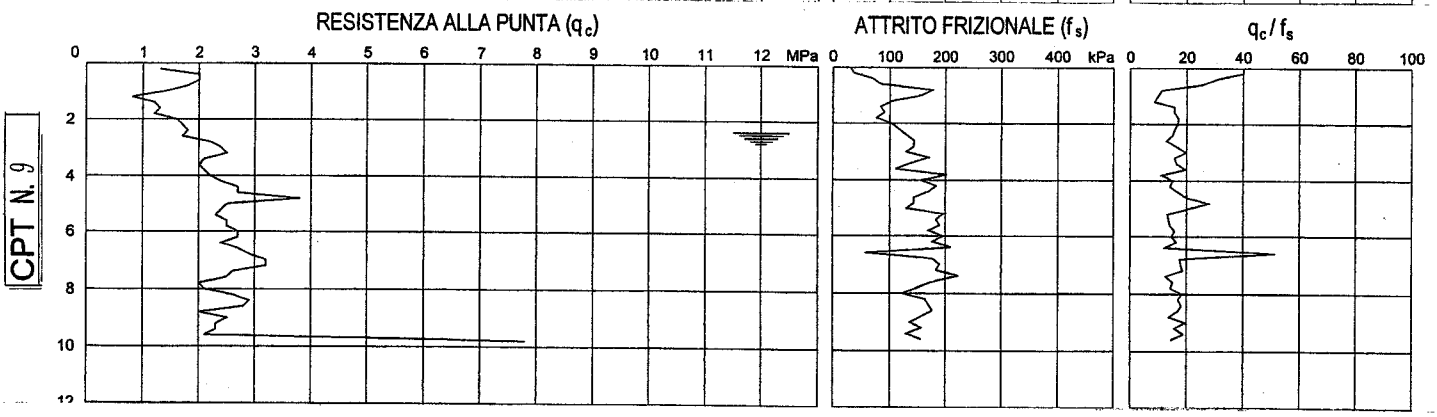
ESECUTORE *CeoProbe*		DATA *17.07.06*
COMMITTENTE *Imm. Baldazzi*	LOCALITA' *Ozzano Emilia*	
CANTIERE *Comparto C1.19*	D.L. *Dr. Vivan*	TAV. *2a*

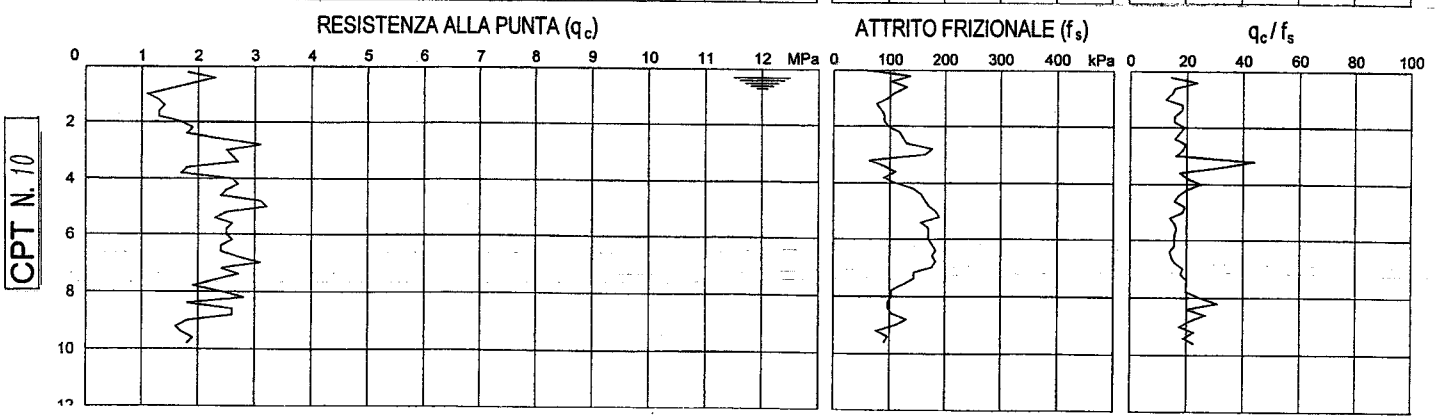


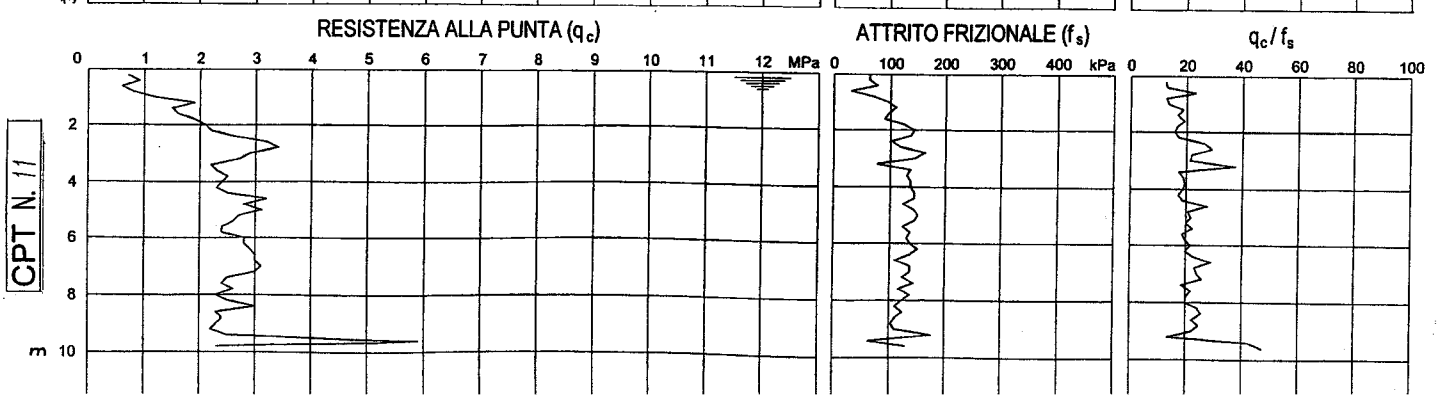
geoLOG	ESECUTORE *CeoProbe*	DATA *17.07.06*
	COMMITTENTE *Imm. Baldazzi*	LOCALITA' *Ozzano Emilia*
	CANTIERE *Comparto C1.19*	D.L. *Dr. Vivan* — TAV. *3*



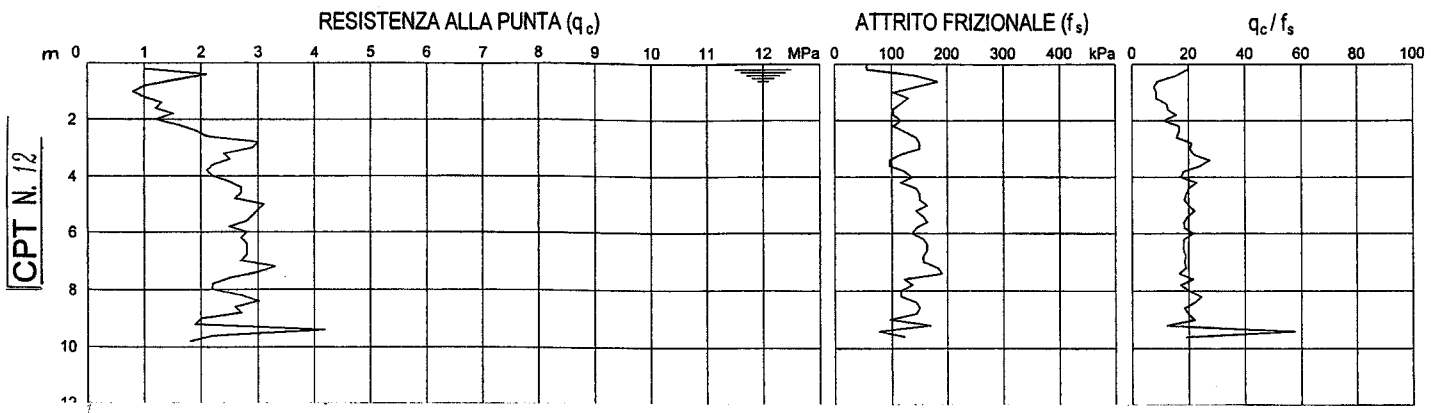


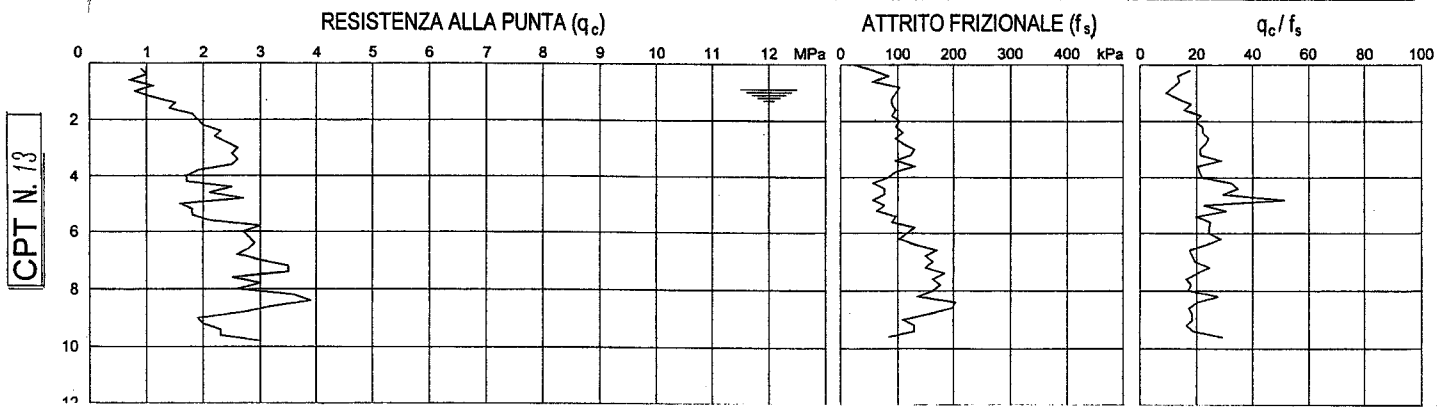


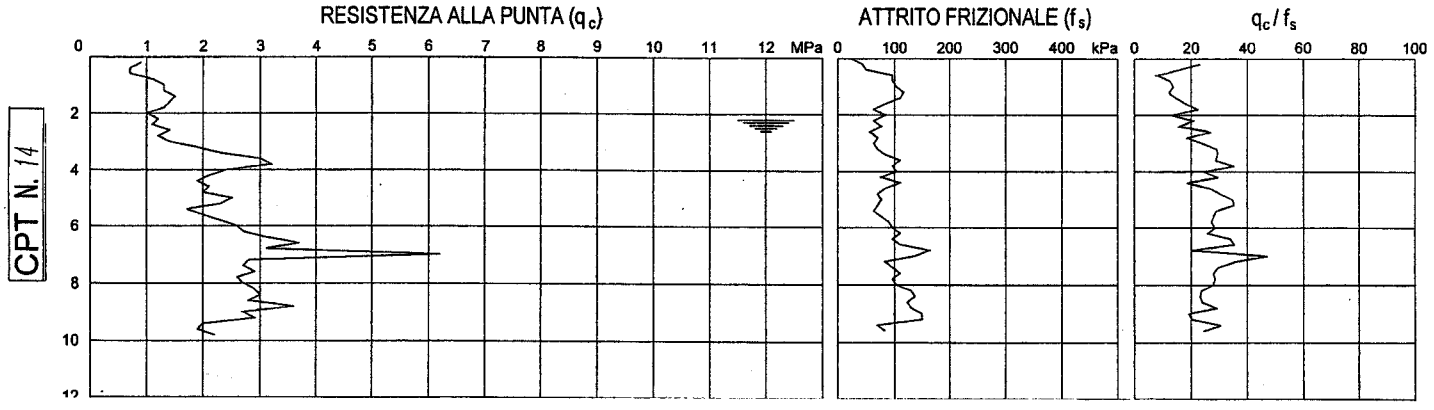


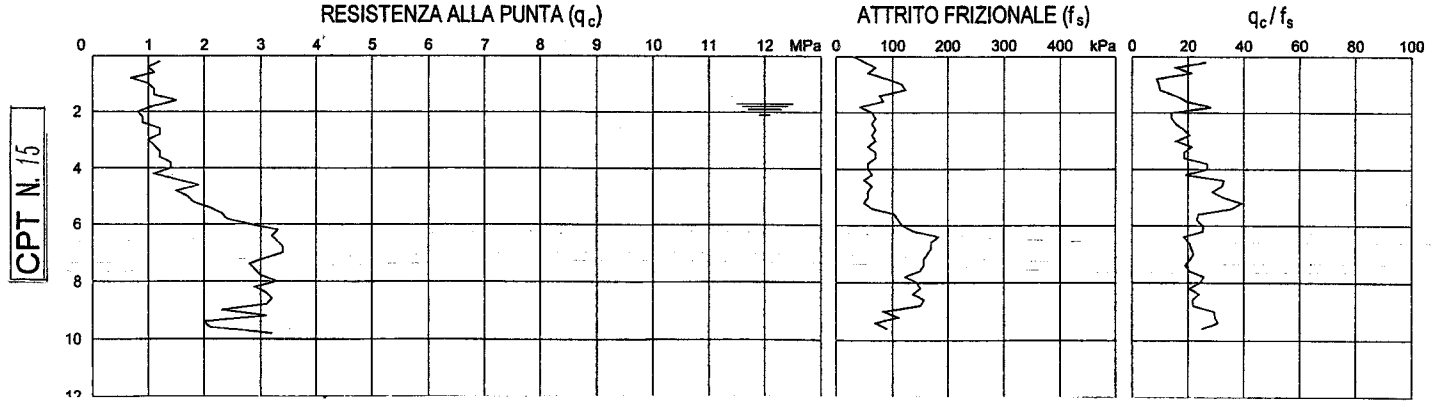


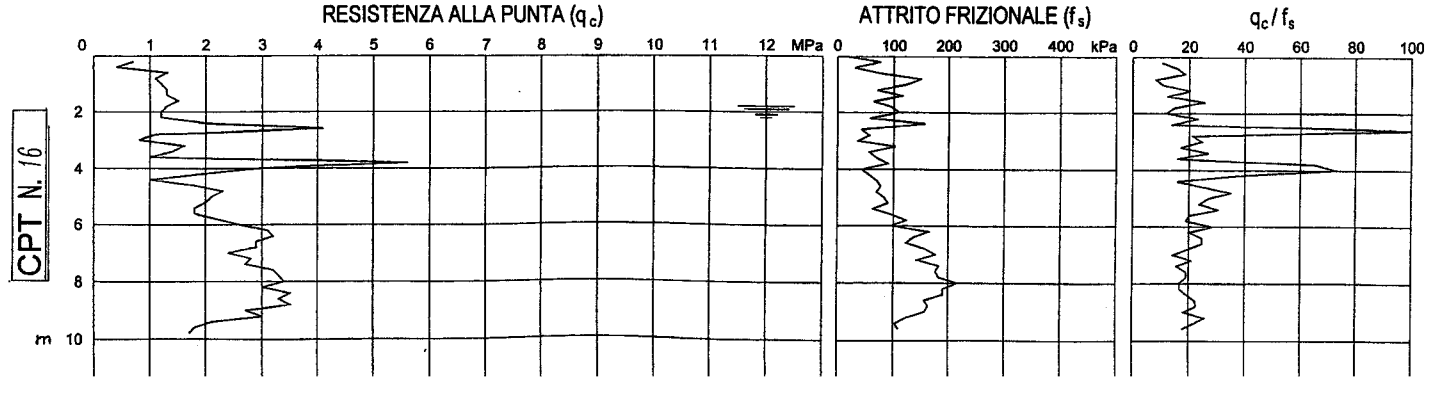
geoLOG	ESECUTORE *GeoProbe*	DATA *17.07.06*
	COMMITTENTE *Imm. Baldazzi*	LOCALITA' *Ozzano Emilia*
	CANTIERE *Comparto C1.19*	D.L. *Dr. Vivan* — TAV. *4*





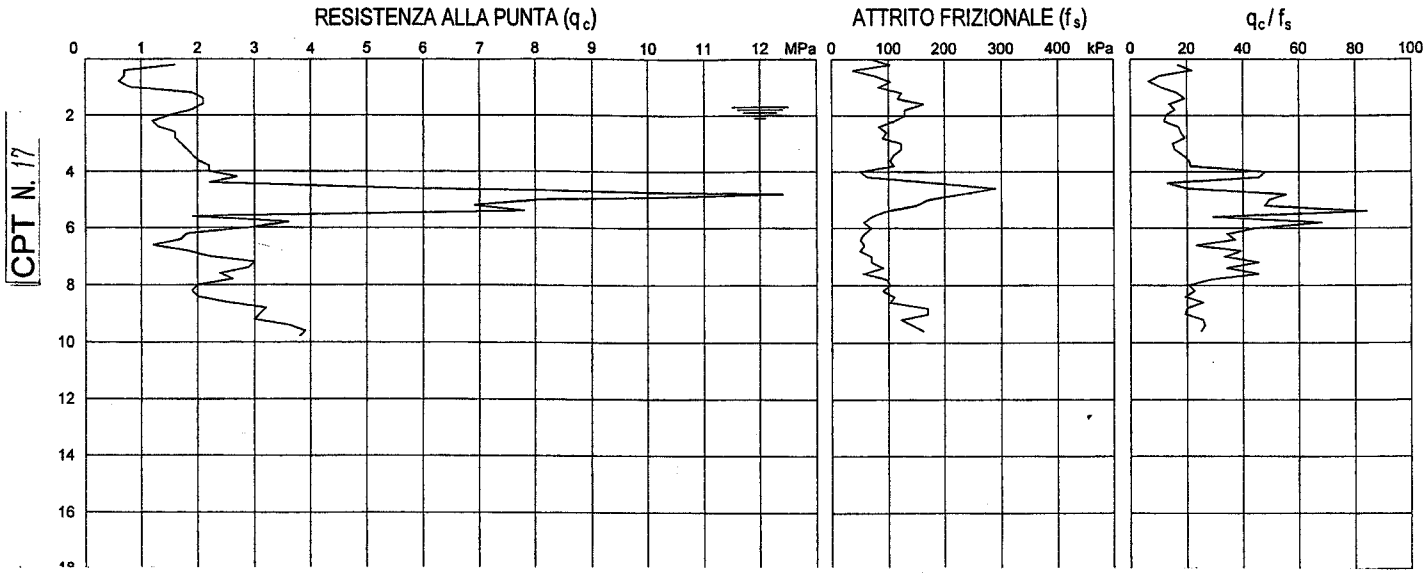




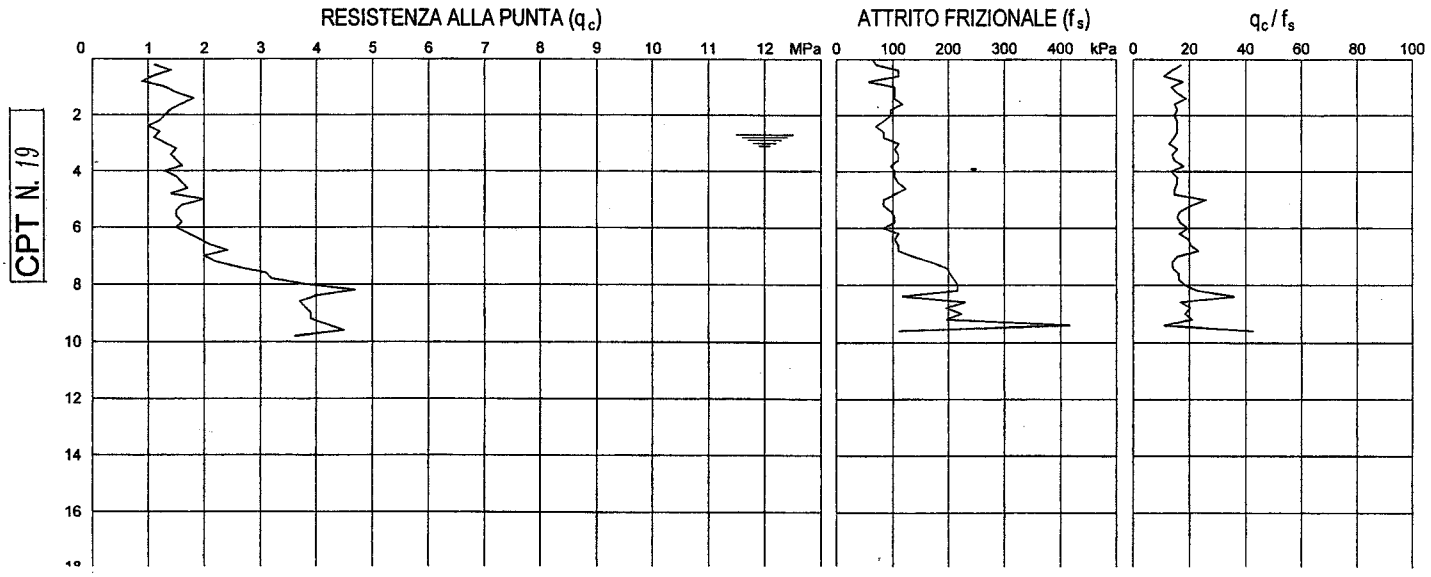


geoLOG	ESECUTORE *GeoProbe*	DATA *17.07.06*
	COMMITTENTE *Imm. Baldazzi*	LOCALITA' *Ozzano Emilia*
	CANTIERE *Comparto C1.19*	D.L. *Dr. Vivan* — TAV. *5*

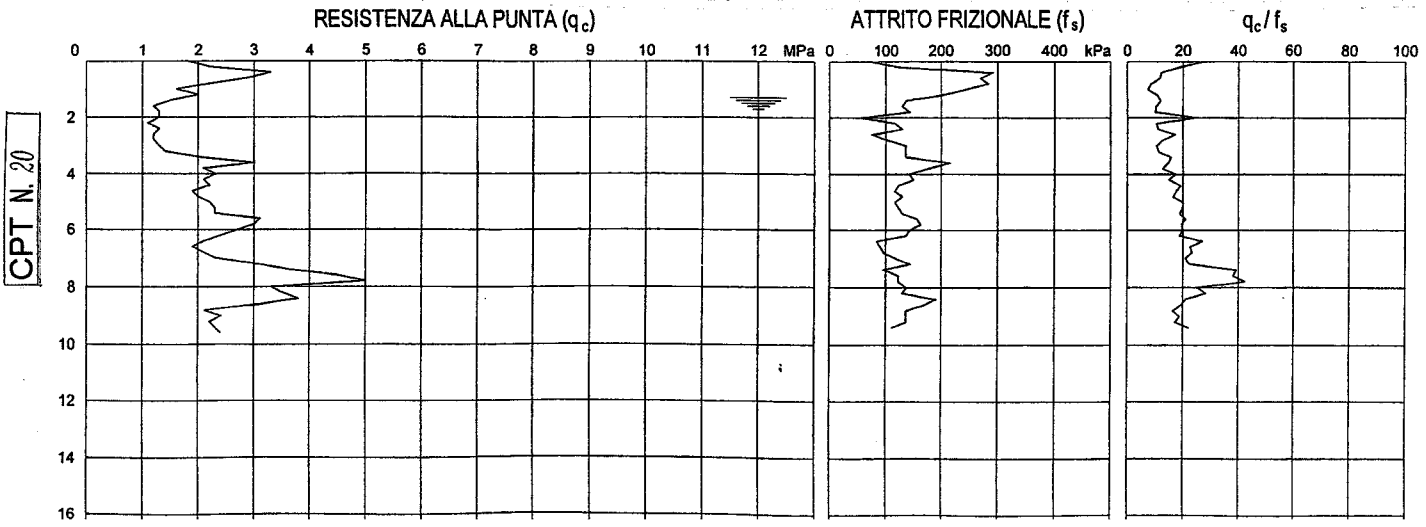
CPT N. *17*



CPT N. *19*

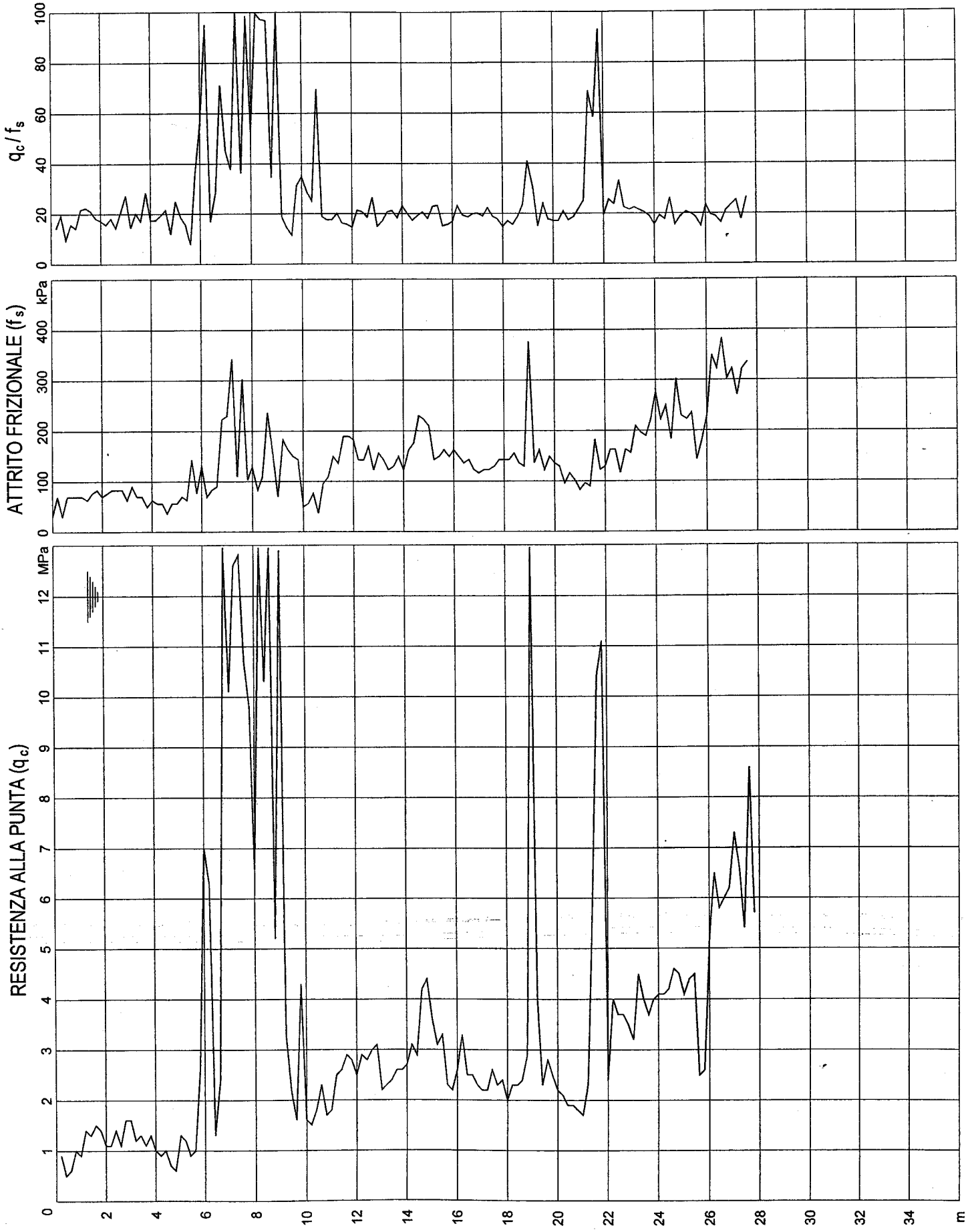


CPT N. *20*



geoLOG

CPT N. *18*	ESECUTORE *GeoProbe*		DATA *17.07.06*
COMMITTENTE *Imm. Baldazzi*		LOCALITA' *Ozzano Emilia*	
CANTIERE *Comparto C1.19*		D.L. *Dr. Vivan*	TAV. 5a



C C I A 125249 Albo Naz.Costr.2010810

edil pali

40127 BOLOGNA
VIALE DELLA REPUBBLICA, 25
TEL. 51.63.52 - 51.51.89

Part. IVA: 00517560371

PROVA PENETROMETRICA N.° 3

COMMITTENTE : I.N.B.S.

LOCALITA' :

CANTIERE : Ozzano Emilia - Via Cà Fornacetta

221LC052c

DATA : Maggio 1989

SEZIONE GEOTECNICA

IL GEOLOGO

Classificazione dei terreni secondo la teoria di Begemann

Profondità (m)

rlt Resistenza laterale totale (kg)
1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000 13000 14000

ral Resistenza di attrito locale (kg/cmq)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

rp Resistenza alla punta (kg/cmq)
10 20 30 40 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275

FORO FRANATO

n.a.l.

f.p.

Torbe
Argille molli
Argille
Argille limose
Limi argillosi
Limi sabbiosi
Sabbie limose
Sabbie fini
Sabbie grosse
Ghiaie e sabbie

Studio di Geologia Tecnica

C C I A 125249 Albo Naz.Costr.2010810

edil pali

40127 BOLOGNA
VIALE DELLA REPUBBLICA, 25
TEL. 51.63.52 - 51.51.89

Part. IVA: 00517560371

PROVA PENETROMETRICA N.° 4

221 LC 052

COMMITTENTE : I.N.B.S.
LOCALITA' :
CANTIERE : Ozzano Emilia - Via Cà Fornacetta
DATA : Maggio 1989

SEZIONE GEOTECNICA

IL GEOLOGO

Classificazione dei terreni secondo la teoria di Begemann

Profondità (m)

rlt Resistenza laterale totale (kg) 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000 13000 14000

ral Resistenza di attrito locale (kg/cmq) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

rp Resistenza alla punta (kg/cmq) 10 20 30 40 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275

FORO FRANATO

FALDA

Torbe
Argille molli
Argille
Argille limose
Limi argillosi
Limi sabbiosi
Sabbie limose
Sabbie fini
Sabbie grosse
Ghiaia e sabbia

Studio di Geologia Tecnica

CCIA 125249 Albo Naz Costr. 2010810

edil pali

40127 BOLOGNA
VIALE DELLA REPUBBLICA, 25
TEL. 51.63.52 - 51.51.89

Part. IVA: 00517560371

PROVA PENETROMETRICA N.° 2

COMMITTENTE : I.N.B.S.

LOCALITA' :

CANTIERE : Ozzano Emilia - Via Cà Fornacetta

DATA : Maggio 1989

221LC052

SEZIONE GEOTECNICA

IL GEOLOGO

Classificazione dei terreni secondo la teoria di Begemann

Profondità (m)

rlt Resistenza laterale totale (kg): 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000 13000 14000

ral Resistenza di attrito locale (kg/cmq): 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

rp Resistenza alla punta (kg/cmq): 10 20 30 40 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275

FORO FRANATO

F.S.L.

FS

Torbe
Argille molli
Argille
Argille limose
Limi argillosi
Limi sabbiosi
Sabbie limose
Sabbie fini
Sabbie grosse
Ghiaie e sabbie

Studio di Geologia Tecnica

CCIA 125249 Albo Naz.Costr.2010810

edil pali

40127 BOLOGNA
VIALE DELLA REPUBBLICA, 25
TEL. 51.63.52 - 51.51.89

Part. IVA: 00517560371

COMMITTENTE : I.N.B.S.
LOCALITA' :
CANTIERE : Ozzano Emilia - Via Cà Fornacetta

221 LC0526

DATA : Maggio 1989

PROVA PENETROMETRICA N.° 1

SEZIONE GEOTECNICA

IL GEOLOGO

Classificazione dei terreni secondo la teoria di Begemann

Torba Argille molli | Argille | Argille limose | Limi argillosi | Limi sabbiosi | Sabbie limose | Sabbie fini | Sabbie grosse | Ghiaie e sabbie

Profondità (m)

rlt Resistenza laterale totale (kg) 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000 13000 14000

ral Resistenza di attrito locale (kg/cmq) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

rp Resistenza alla punta (kg/cmq) 10 20 30 40 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275

H2O

ral

P.P.

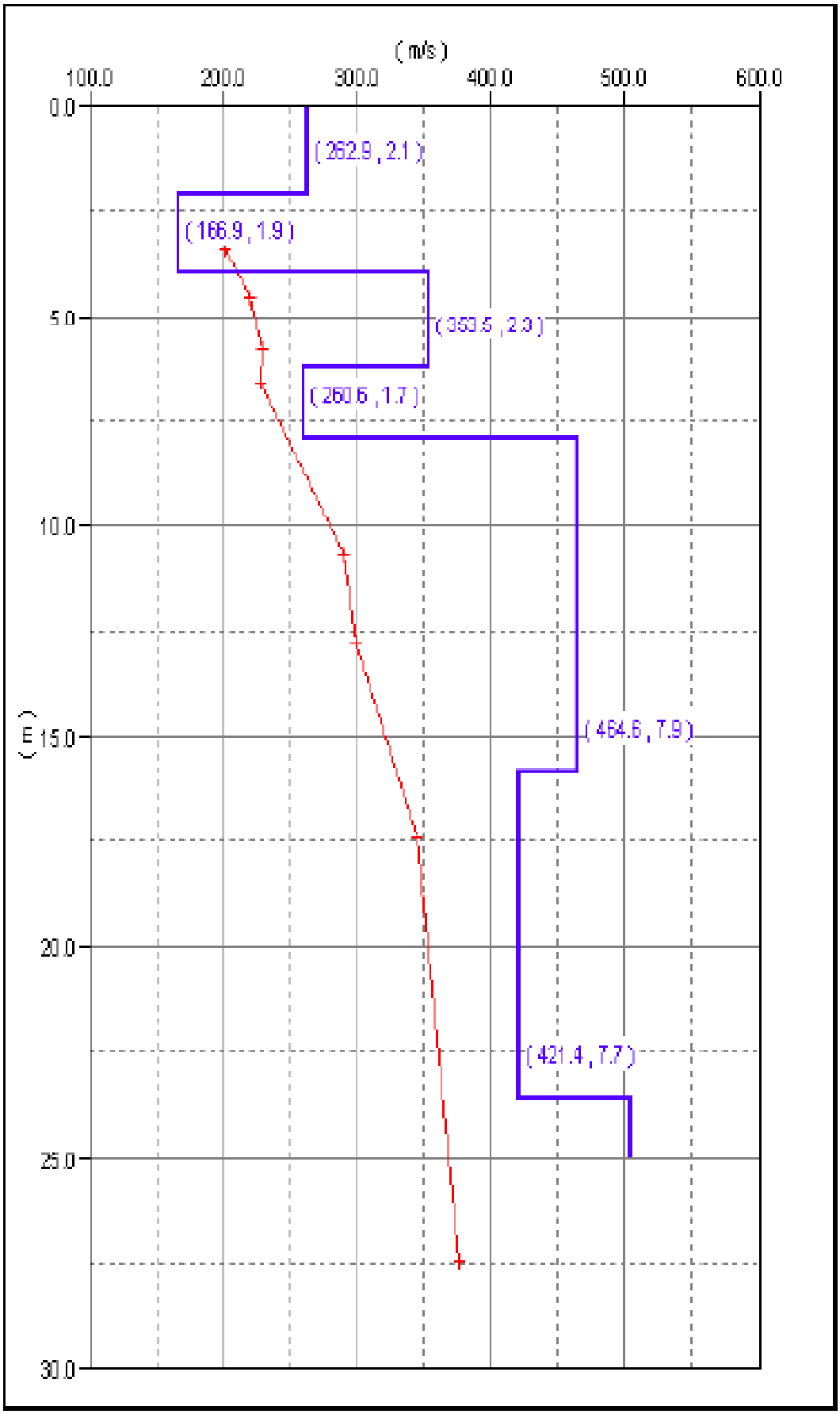
PP 4
PP 3
PP 2
PP 1

S 3
S 4
S 1
S 2

Studio di Geologia Tecnica

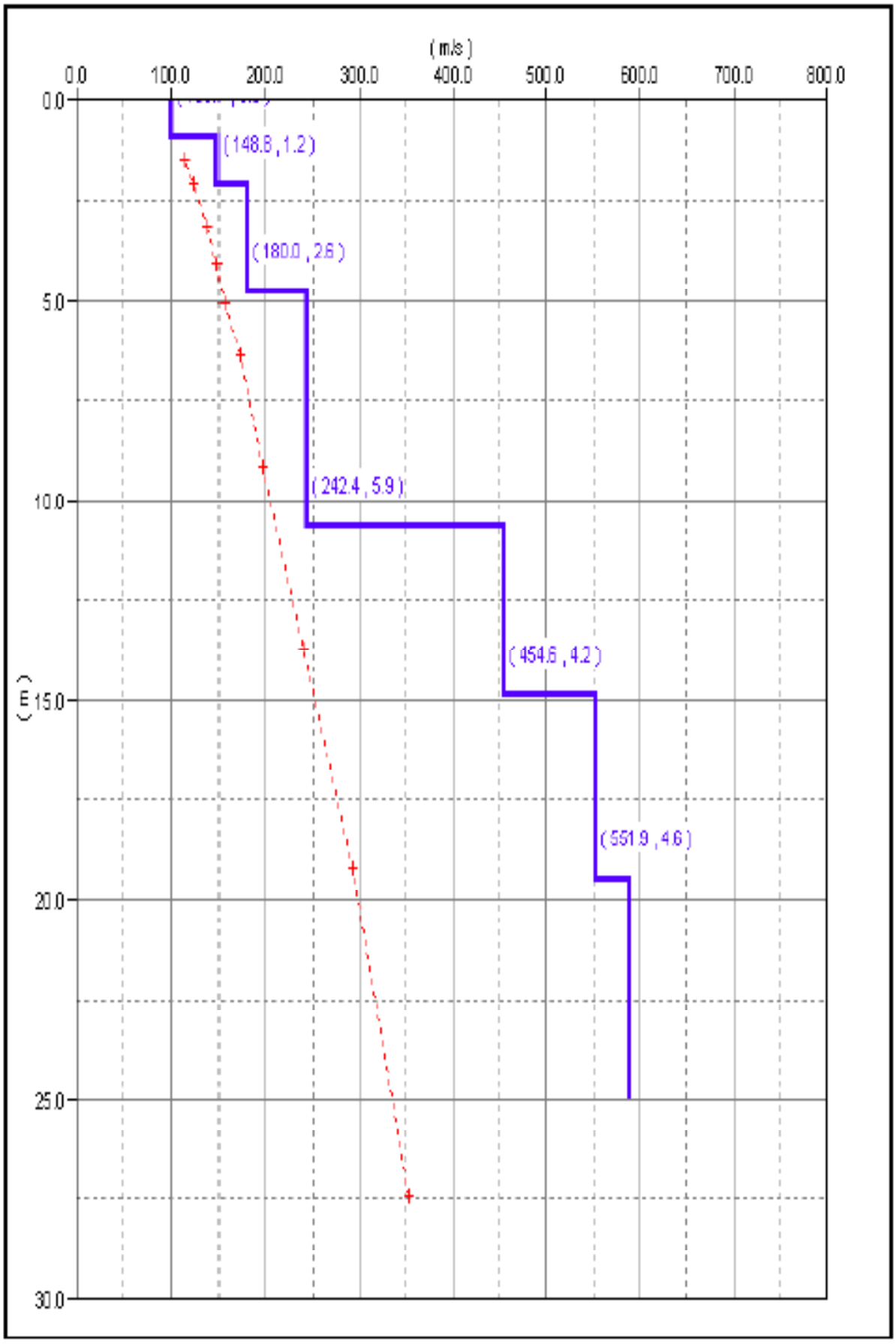
MASW 1

CIRCOLO TENNIS



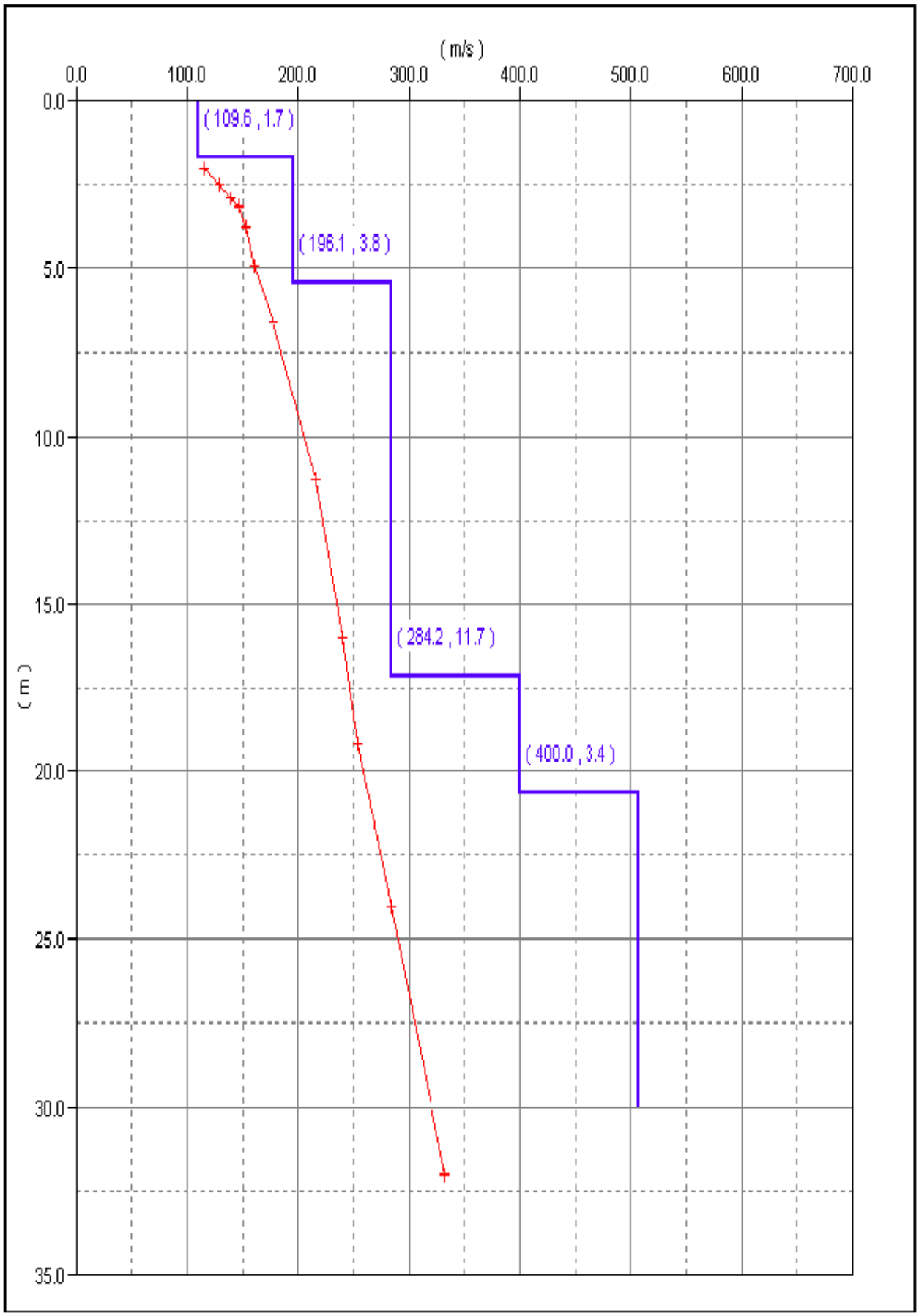
MASW 2

VIA TOLARA



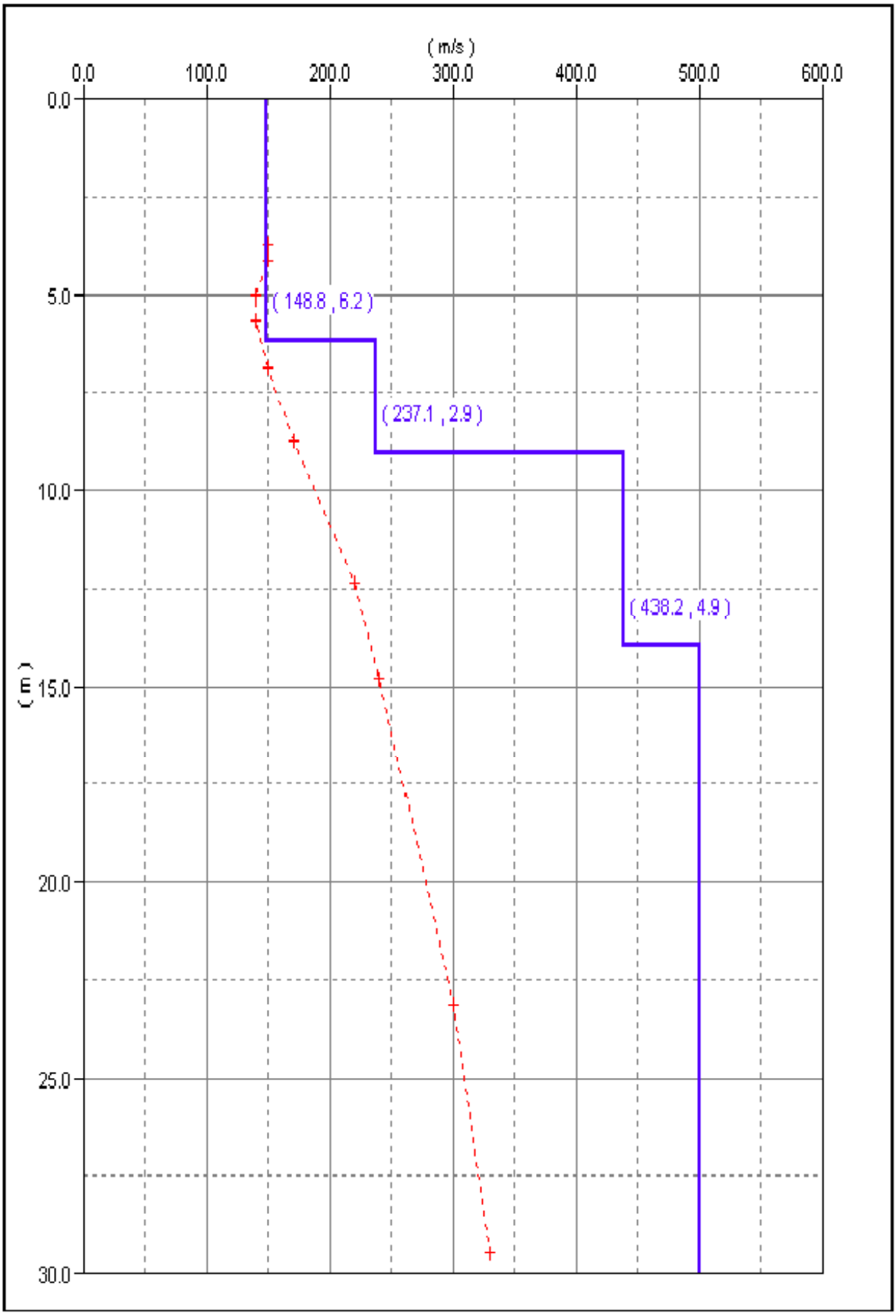
MASW 3

ZONA INDUSTRIALE QUADERNA

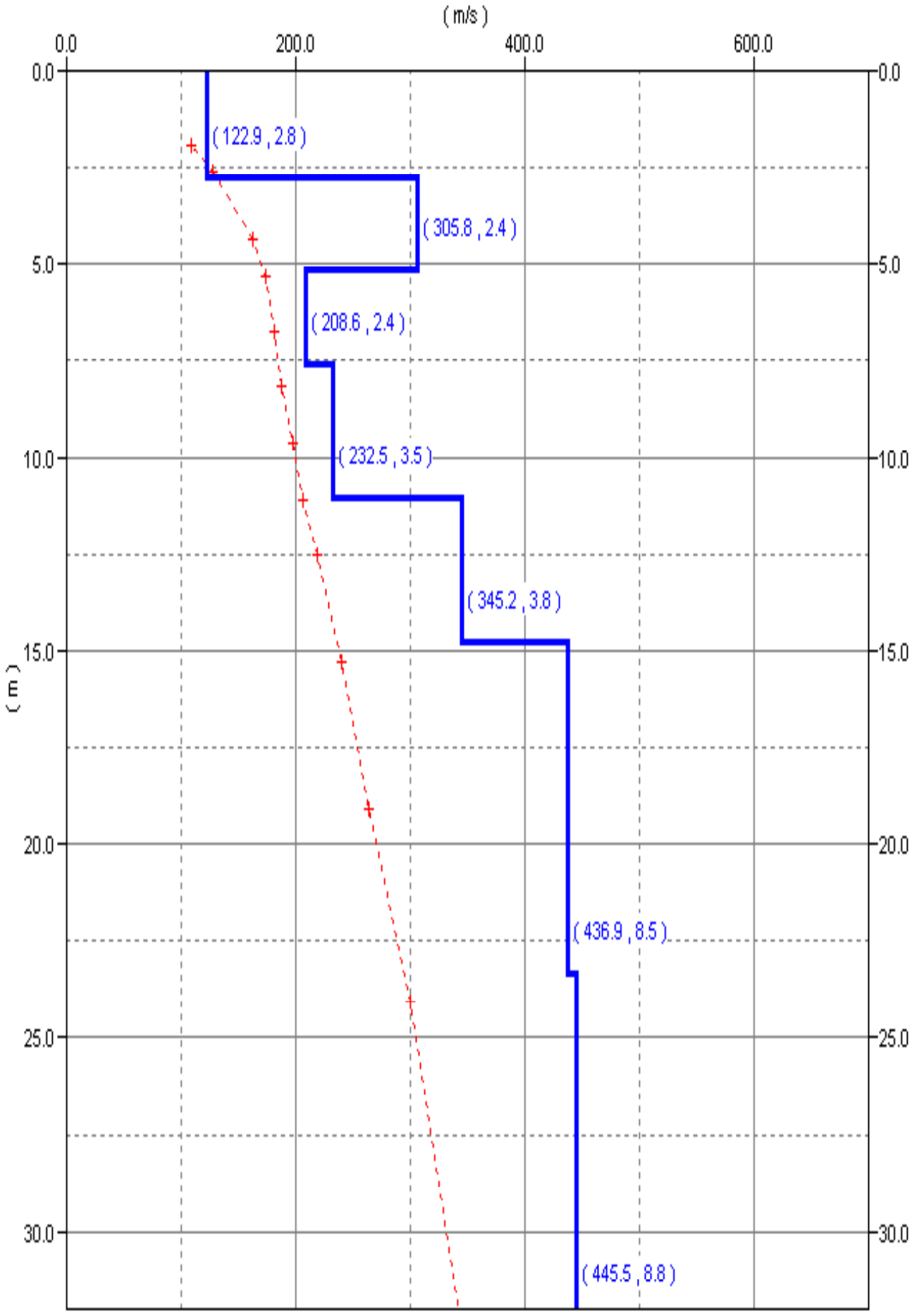


MASW 4

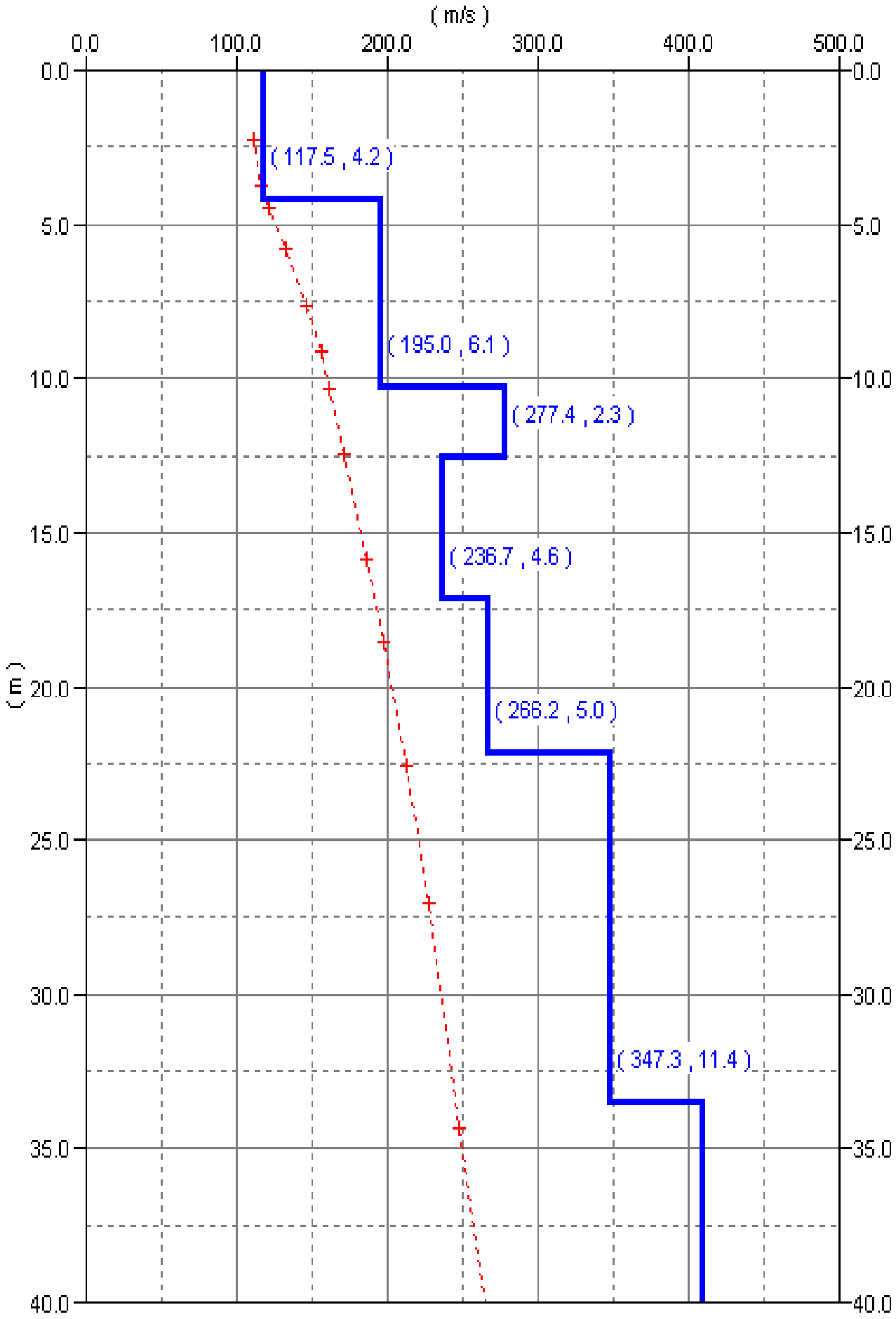
ZONA INDUSTRIALE PONTE RIZZOLI



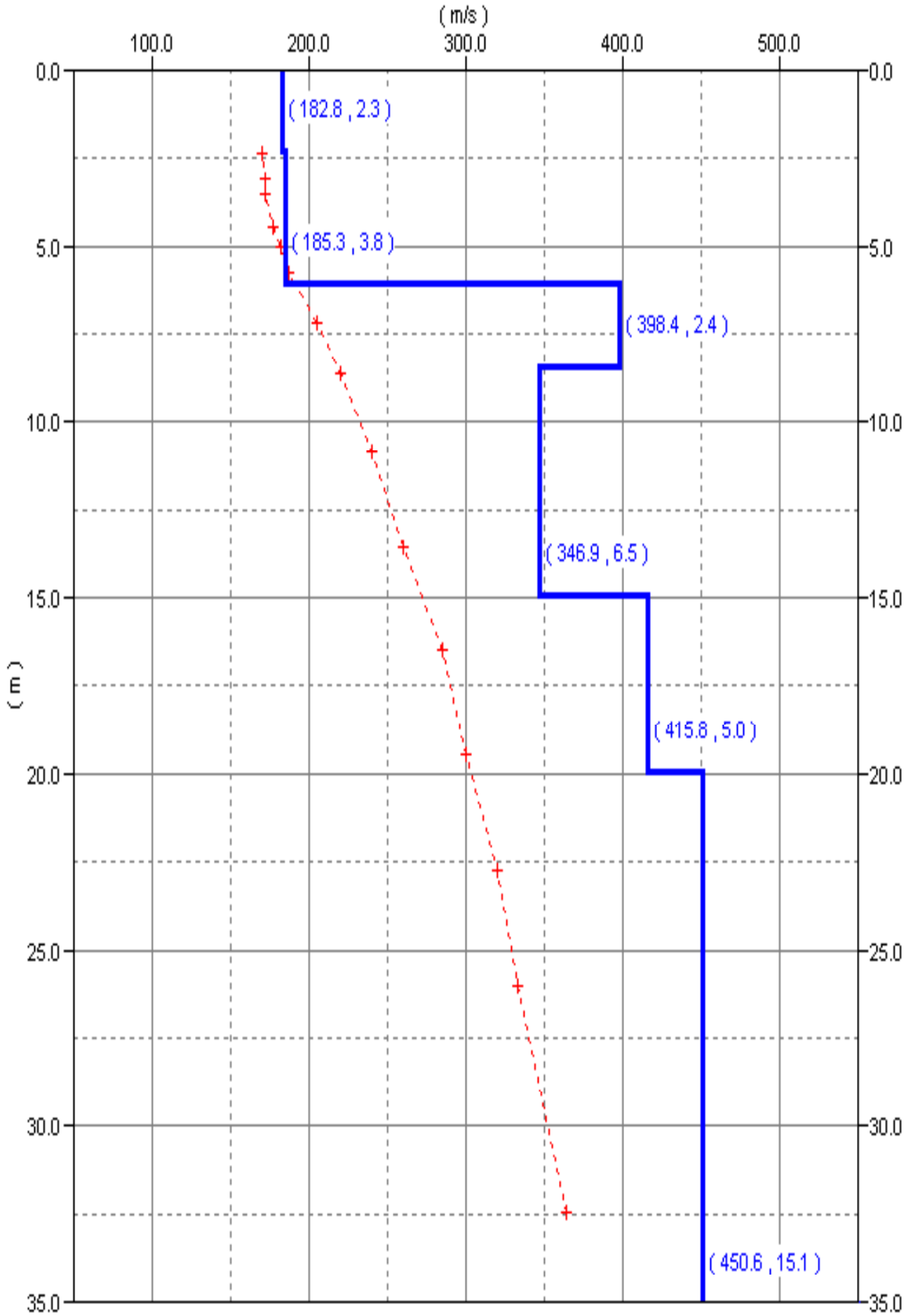
MASW 5


(m/s)
0.0
200.0
400.0
600.0
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
(m)
(122.9 , 2.8)
(305.8 , 2.4)
(208.6 , 2.4)
(232.5 , 3.5)
(345.2 , 3.8)
(436.9 , 8.5)
(445.5 , 8.8)

MASW 6


(m/s)
0.0
100.0
200.0
300.0
400.0
500.0
(m)
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
40.0
(117.5 , 4.2)
(195.0 , 6.1)
(277.4 , 2.3)
(236.7 , 4.6)
(266.2 , 5.0)
(347.3 , 11.4)

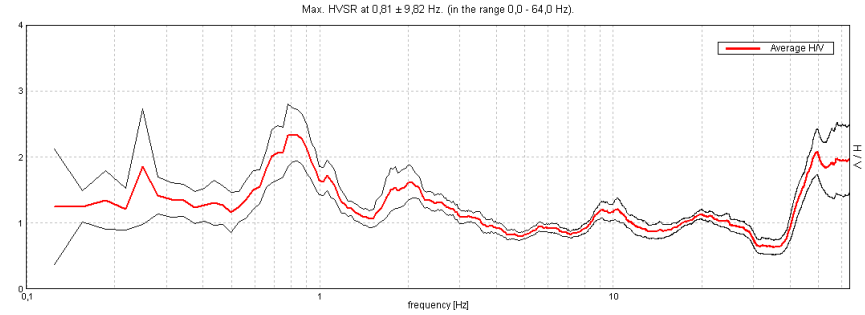
MASW 7


(m/s)
100.0
200.0
300.0
400.0
500.0
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
(m)
(182.8 , 2.3)
(185.3 , 3.8)
(398.4 , 2.4)
(346.9 , 6.5)
(415.8 , 5.0)
(450.6 , 15.1)

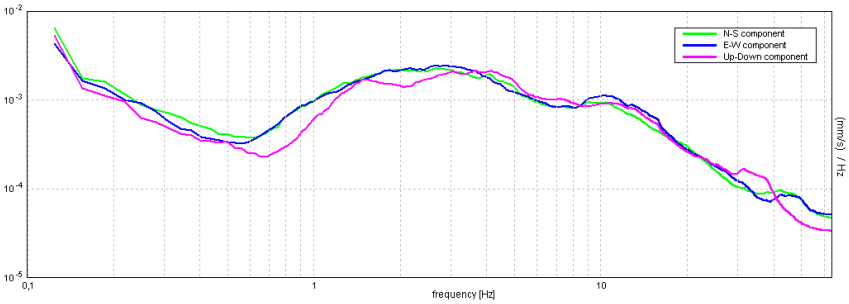
TR 8

Start recording: 30/07/08 16:14:35
End recording: 30/07/08 16:24:36
Trace length: 0h10'00". Analyzed 83% trace (automatic window selection)

Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 12%

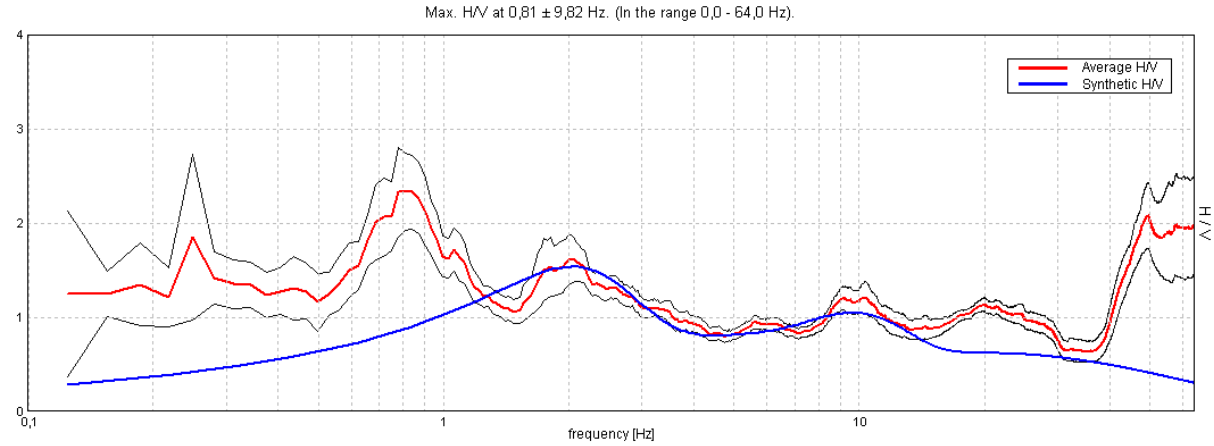


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

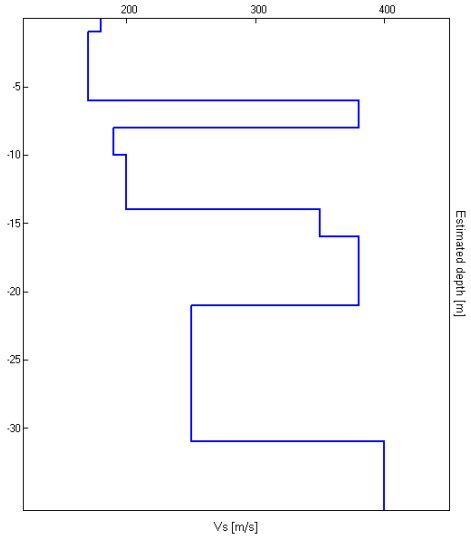


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

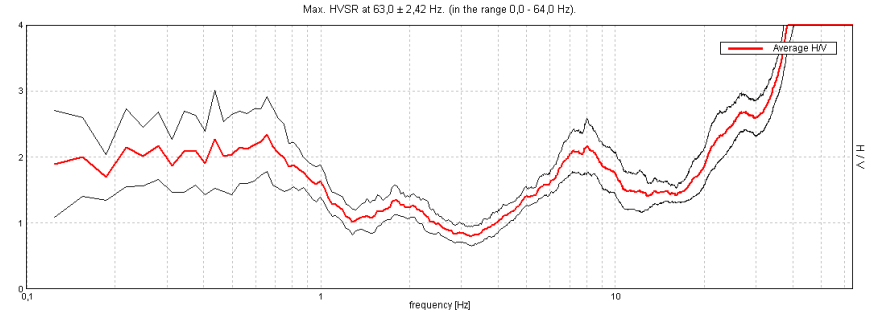


Profondità [m]	Vs [m/s]
1,00	180
6,00	170
8,00	380
10,00	190
14,00	200
16,00	350
21,00	380
31,00	250
inf.	400

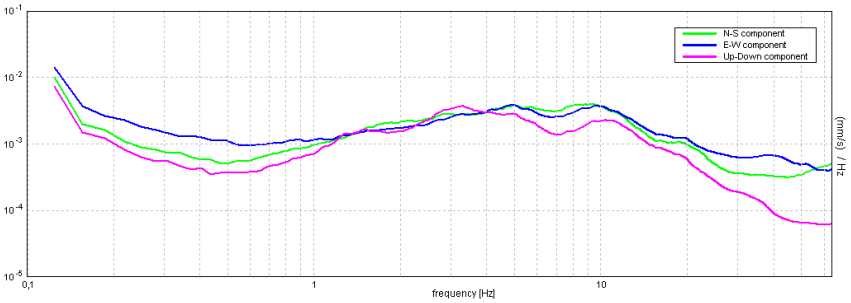
TR 13

Start recording: 30/07/08 17:56:45
End recording: 30/07/08 18:06:46
Trace length: 0h10'00". Analyzed 60% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 12%

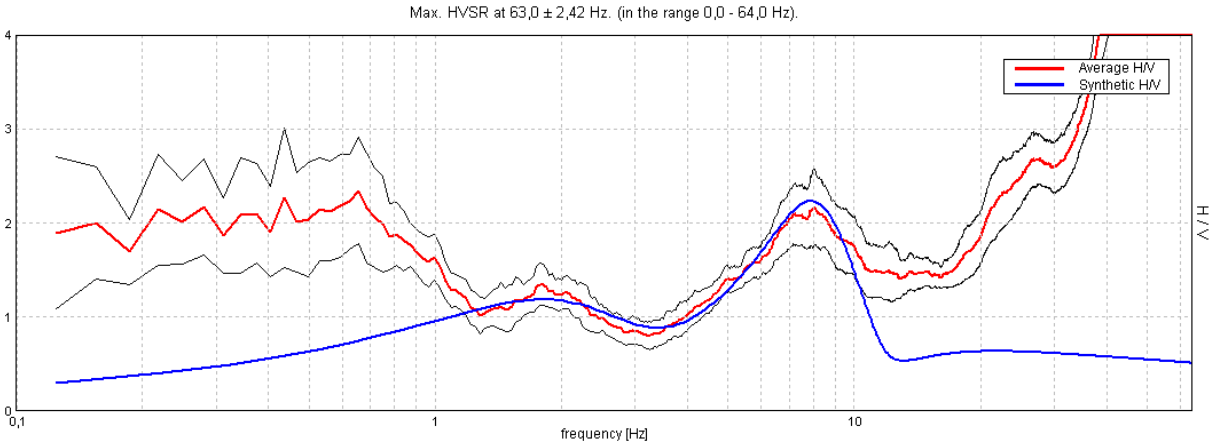


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

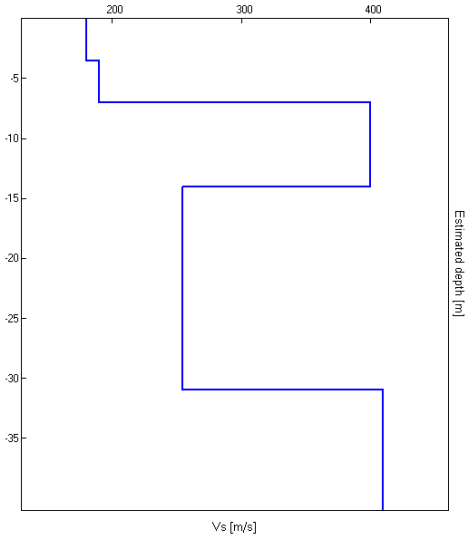


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

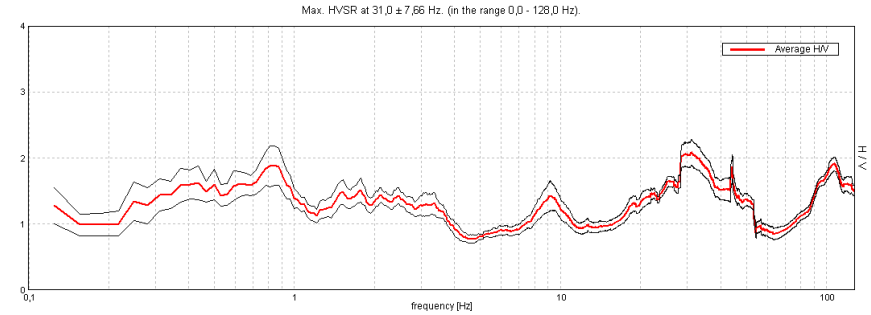


Profondità [m]	Vs [m/s]
3,50	180
7,00	190
10,00	400
14,00	400
31,00	255
36,00	410
inf.	410

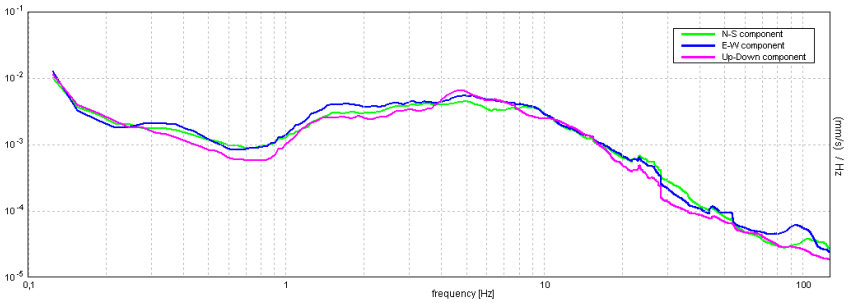
TR 19

Start recording: 09/09/10 10:32:24
End recording: 09/09/10 10:48:25
Trace length: 0h16'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

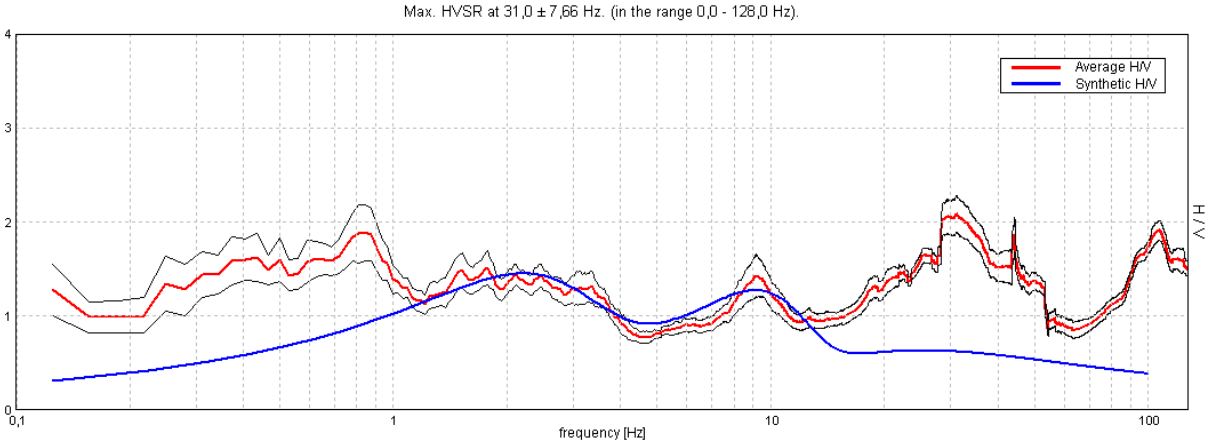


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

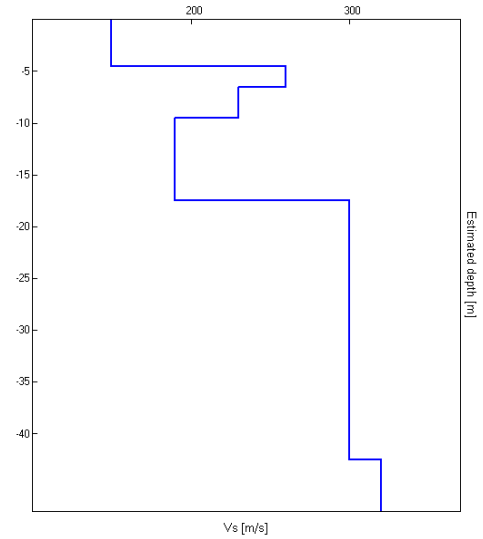


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

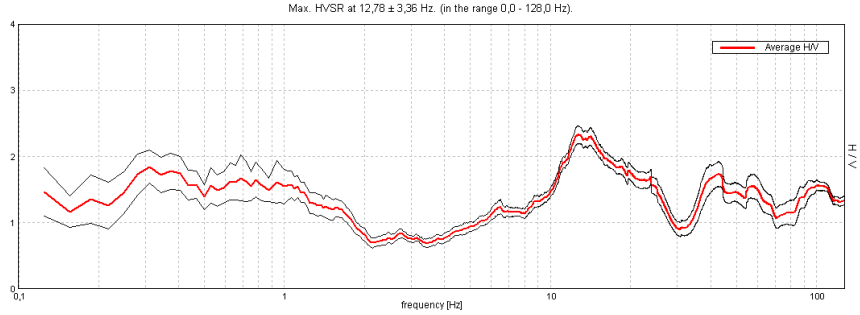


Profondità [m]	Vs [m/s]
4,50	150
6,50	260
9,50	230
17,50	190
42,50	300
inf.	320

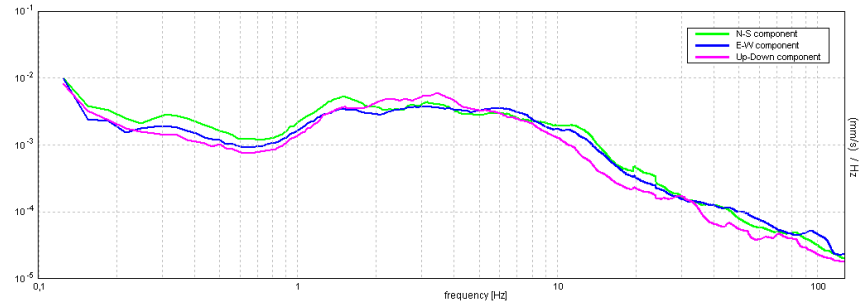
TR20

Start recording: 09/09/10 11:07:40
End recording: 09/09/10 11:23:41
Trace length: 0h16'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

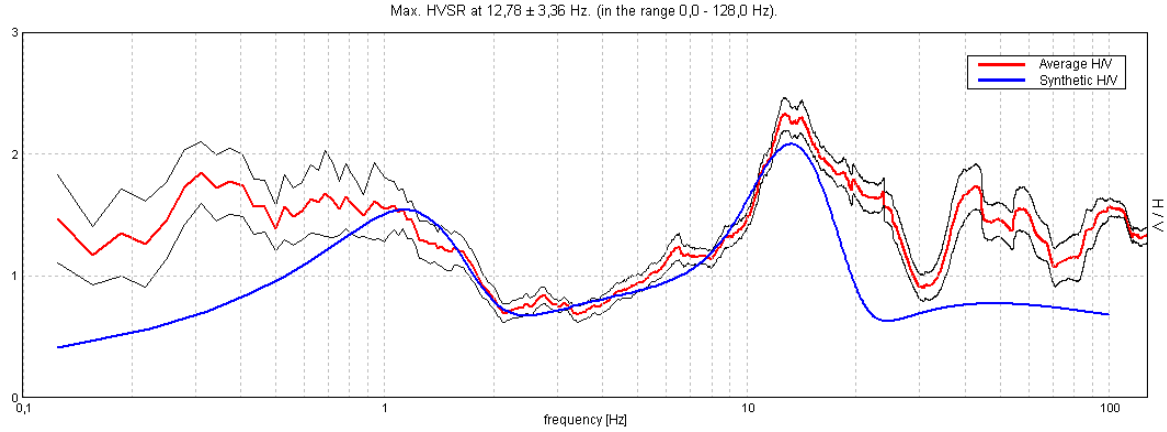


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

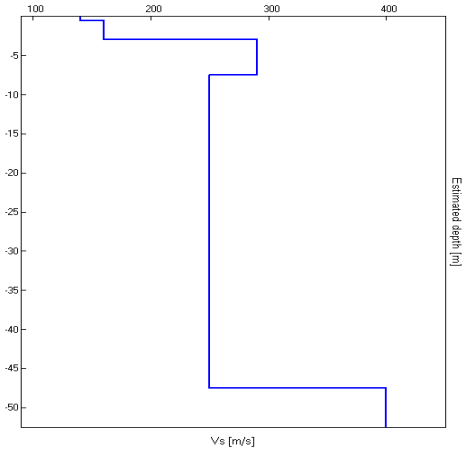


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

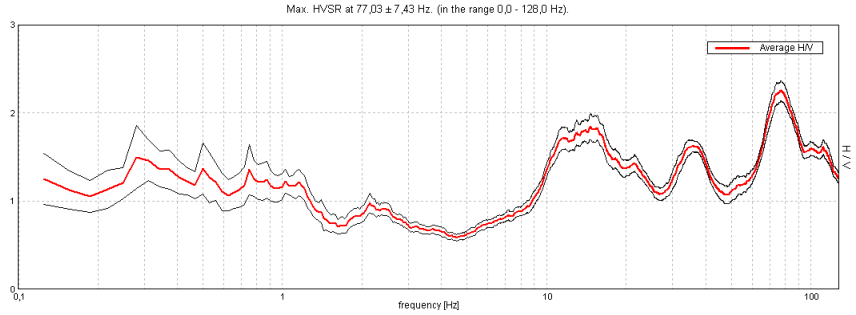


Profondità [m]	Vs [m/s]
0,50	140
3,00	160
7,50	290
12,50	250
47,50	250
inf.	400

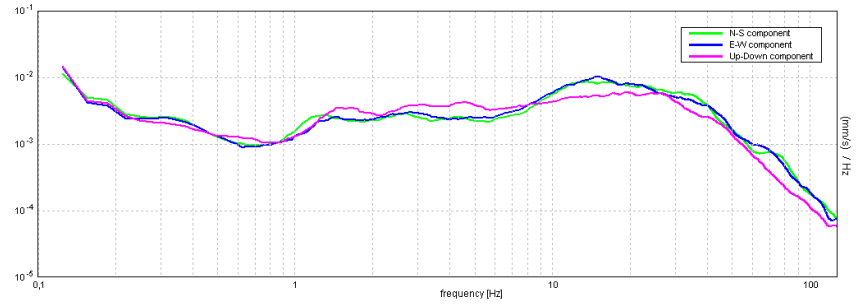
TR 21

Start recording: 09/09/10 11:41:56
End recording: 09/09/10 11:57:57
Trace length: 0h16'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

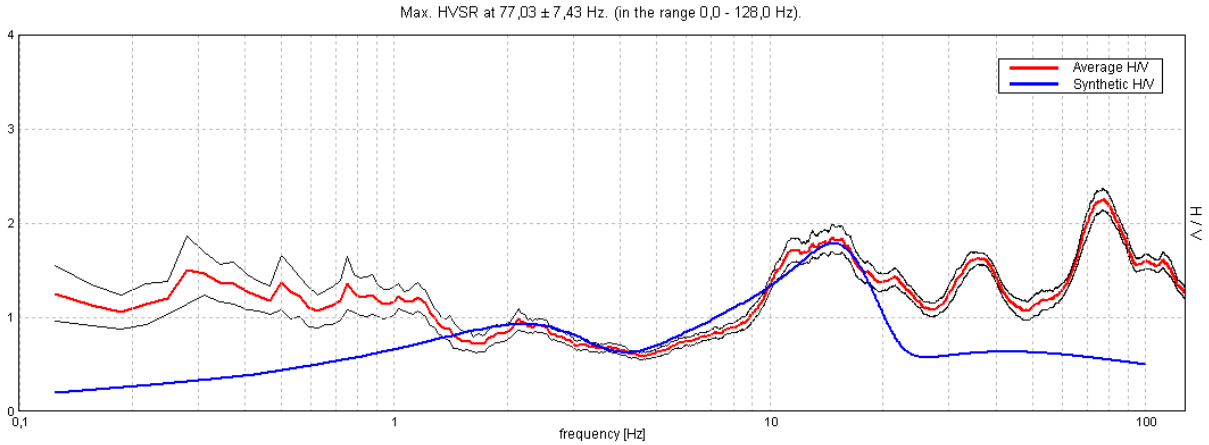


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

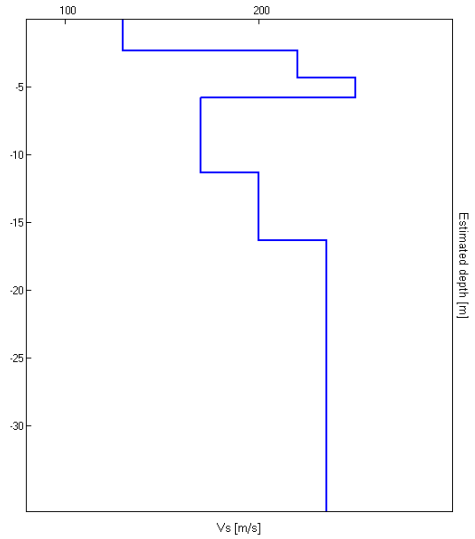


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

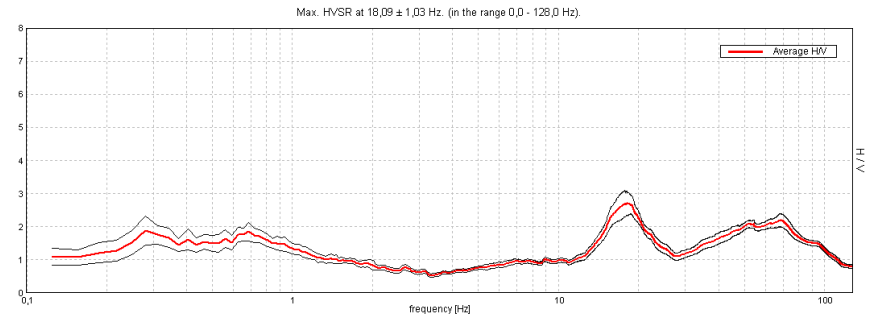


Profondità [m]	Vs [m/s]
2,30	130
4,30	220
5,80	250
9,30	170
11,30	170
16,30	200
31,30	235
inf.	235

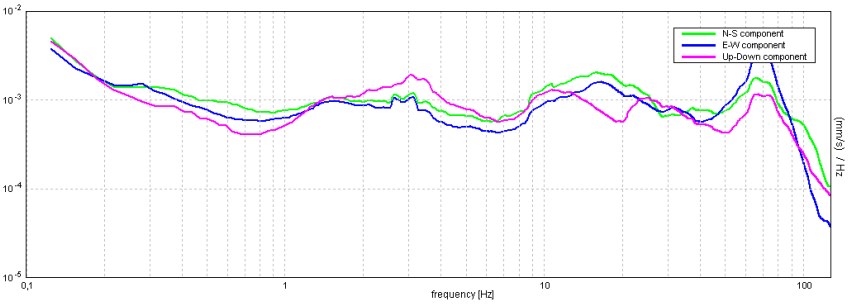
TR 23

Start recording: 09/09/10 12:56:58
End recording: 09/09/10 13:12:59
Trace length: 0h16'00". Analyzed 75% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

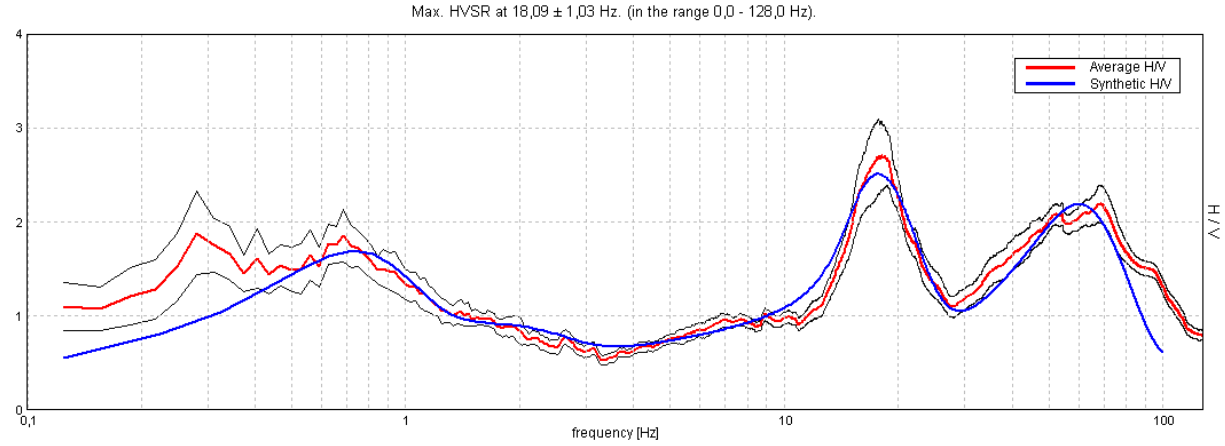


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

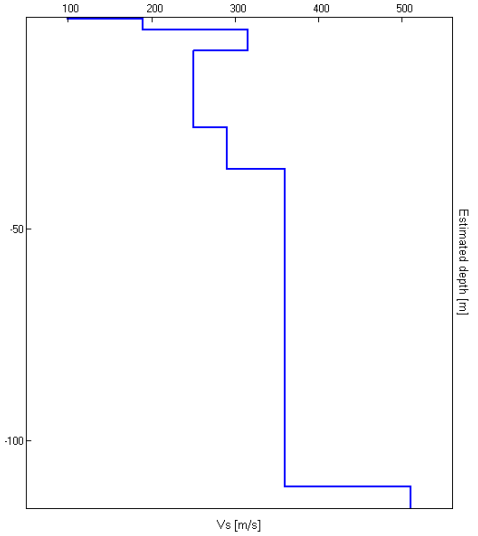


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

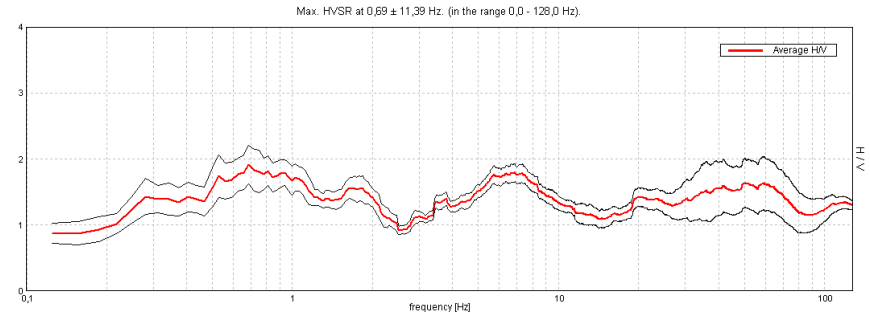


Profondità [m]	Vs [m/s]
0,40	100
2,90	190
7,90	315
25,90	250
35,90	290
110,90	360
inf.	510

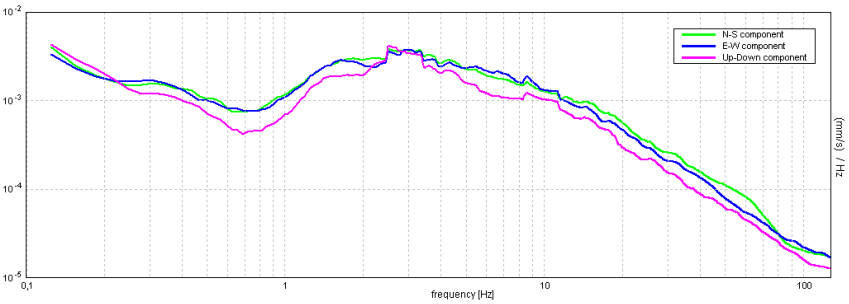
TR 24

Start recording: 09/09/10 14:08:13
End recording: 09/09/10 14:24:14
Trace length: 0h16'00". Analyzed 75% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 30 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 15%

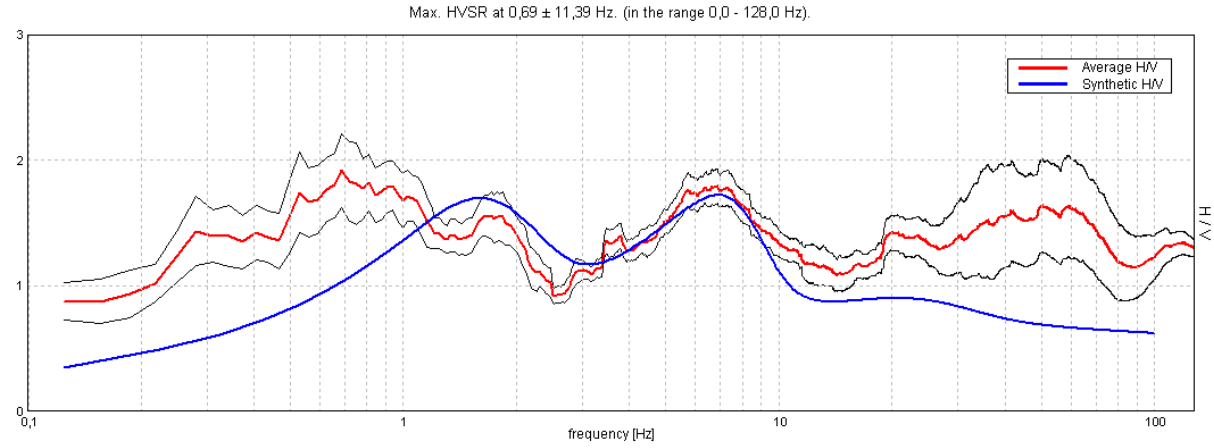


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

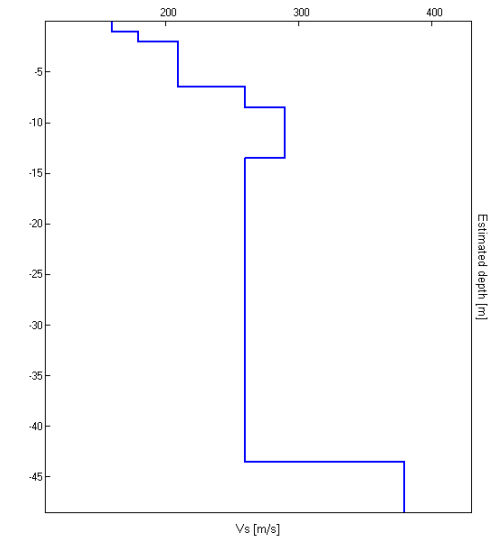


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

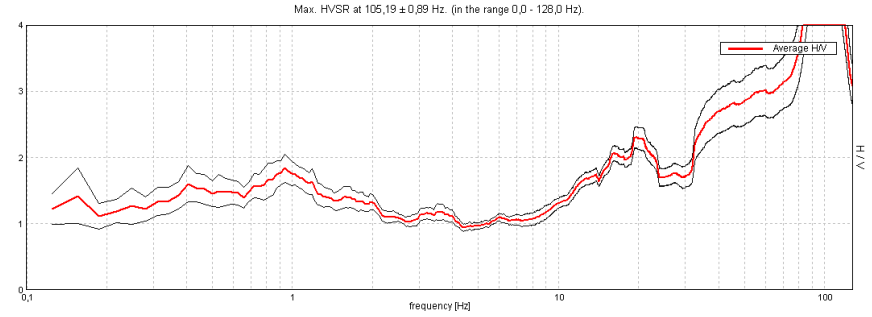


Profondità [m]	Vs [m/s]
1,00	160
2,00	180
6,50	210
8,50	260
13,50	290
43,50	260
inf.	380

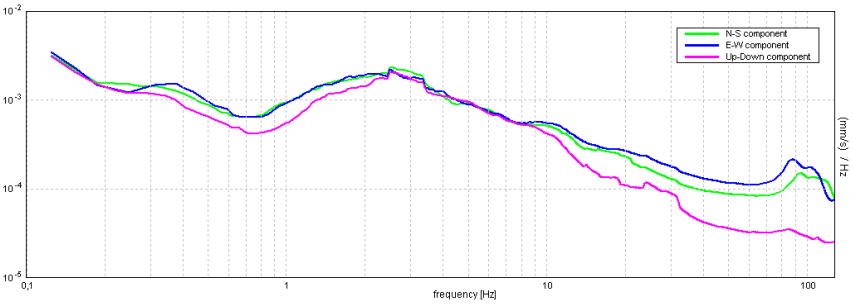
TR 26

Start recording: 09/09/10 15:44:48
End recording: 09/09/10 16:00:49
Trace length: 0h16'00". Analyzed 75% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 30 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 15%

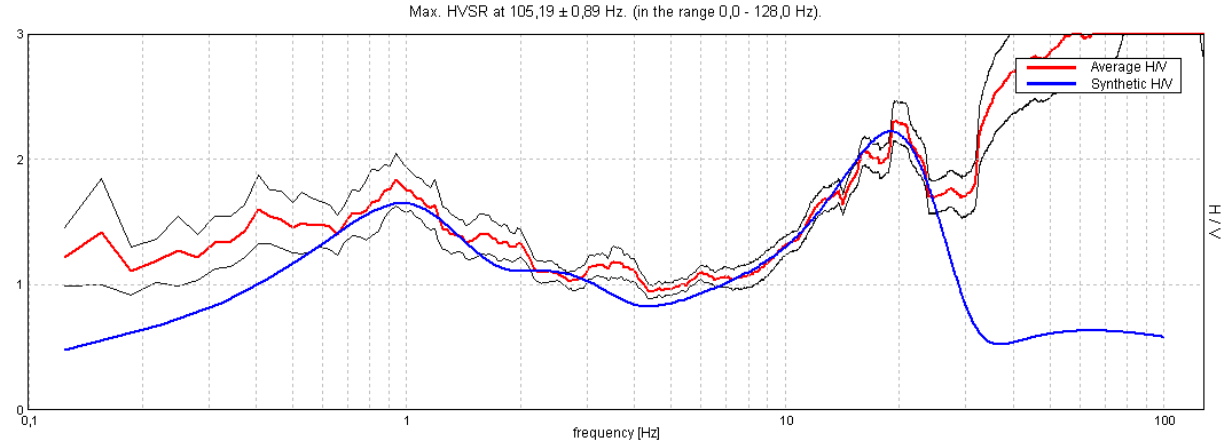


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

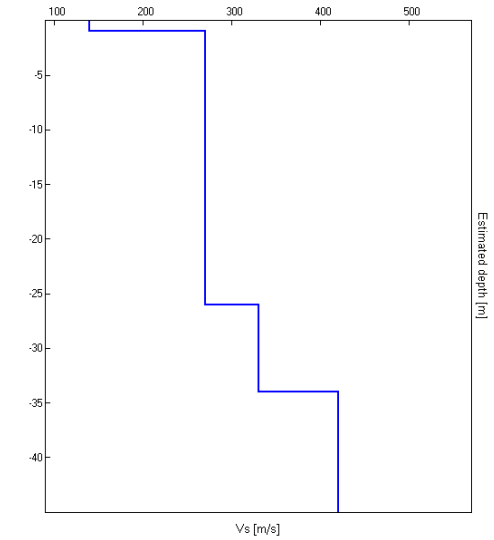


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

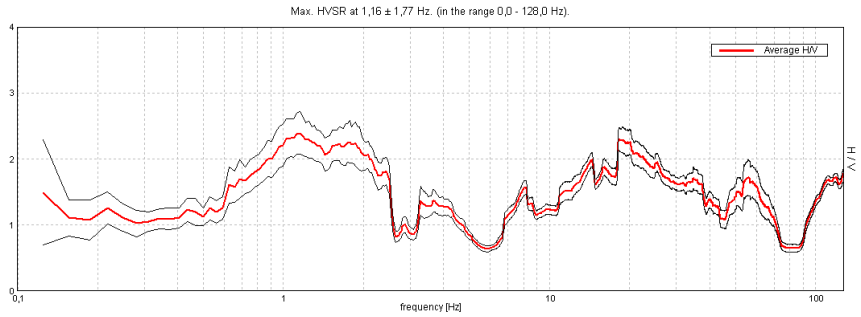


Profondità [m]	Vs [m/s]
1,70	140
5,20	270
12,20	270
27,20	270
35,20	330
50,20	420
85,20	350
inf.	520

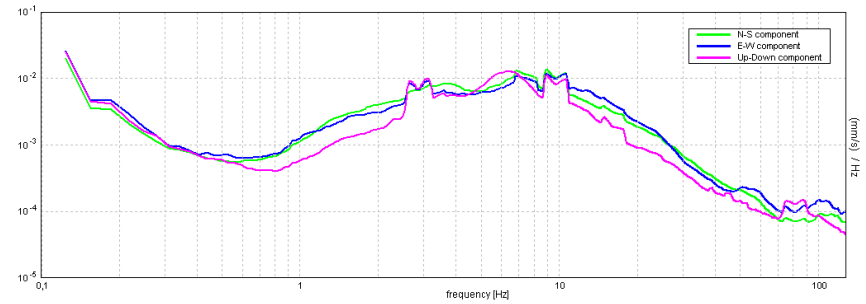
TR 30

Start recording: 21/09/10 14:14:42
End recording: 21/09/10 14:28:43
Trace length: 0h14'00". Analyzed 88% trace (automatic window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

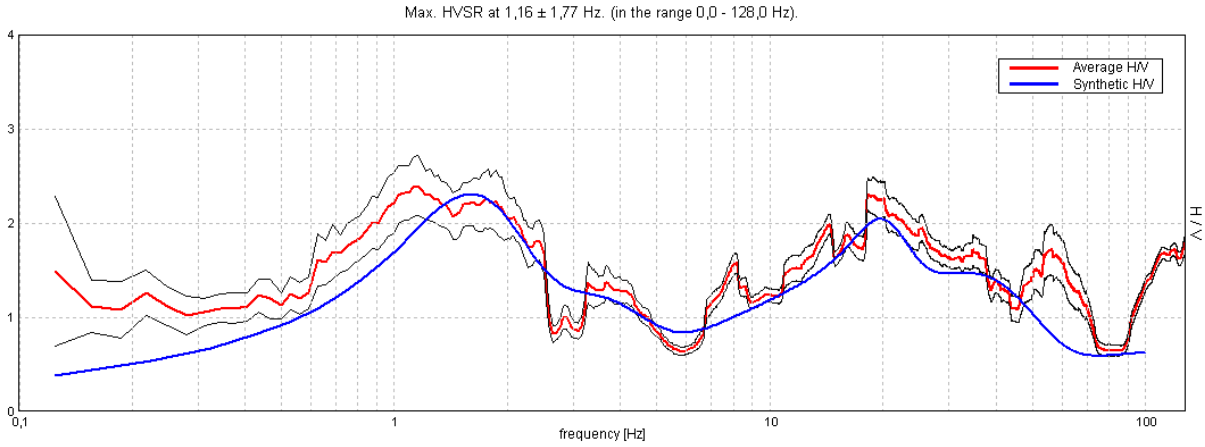


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

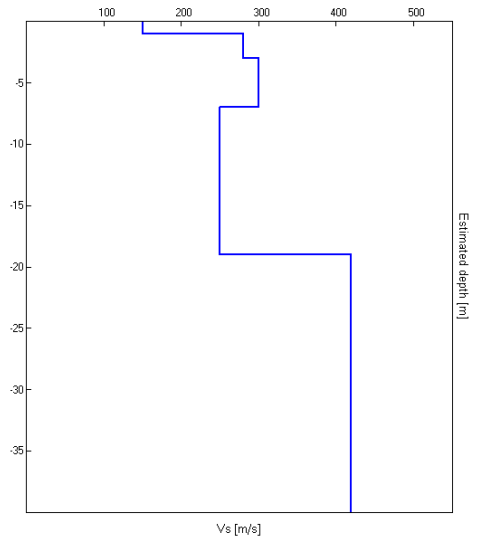


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

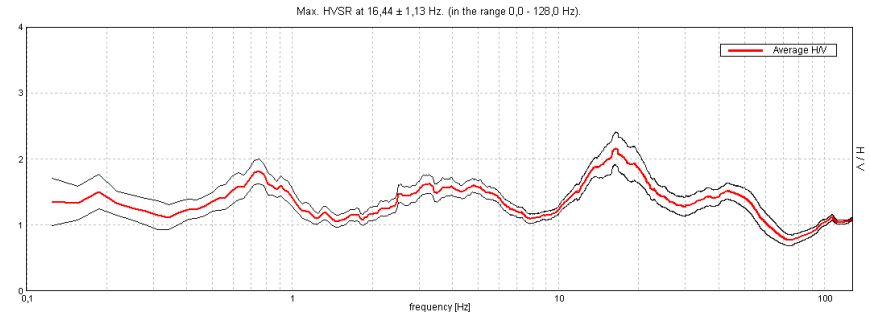


Profondità [m]	Vs [m/s]
1,00	150
1,80	210
4,60	280
6,60	300
8,60	300
20,60	250
65,60	420
inf.	620

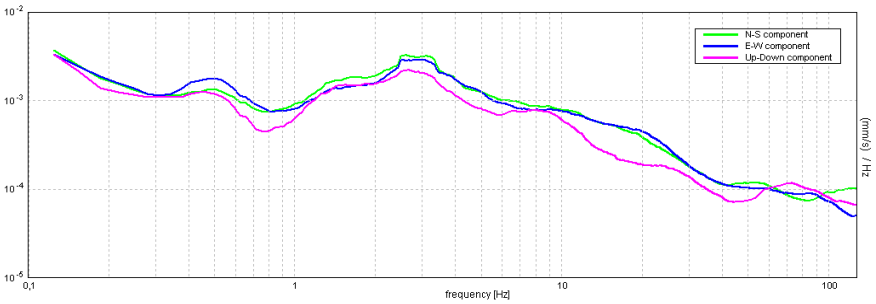
TR 32

Start recording: 10/09/10 11:12:13
End recording: 10/09/10 11:28:14
Trace length: 0h16'00". Analyzed 91% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 30 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 15%

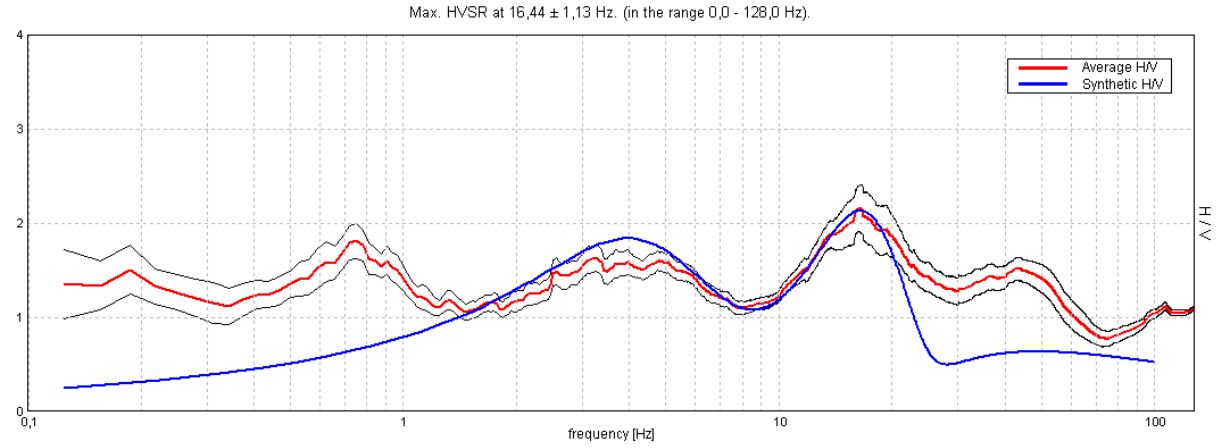


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

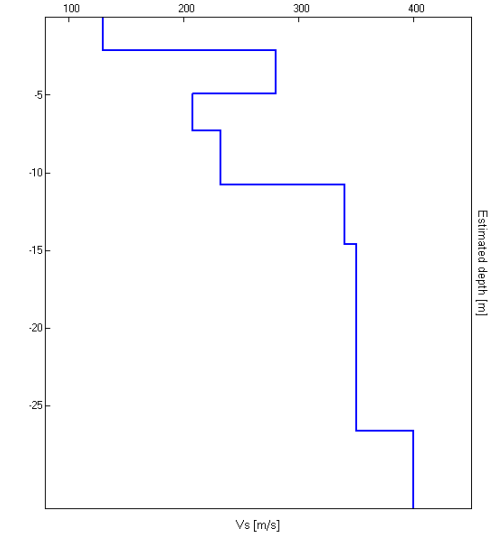


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

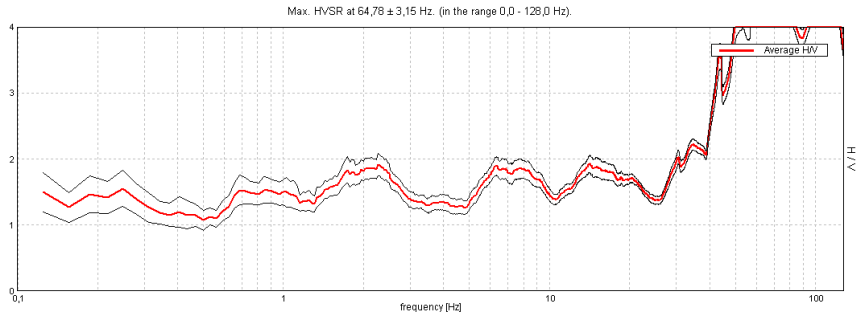


Profondità [m]	Vs [m/s]
2,10	130
4,90	280
7,30	208
10,80	232
14,60	340
26,60	350
inf.	400

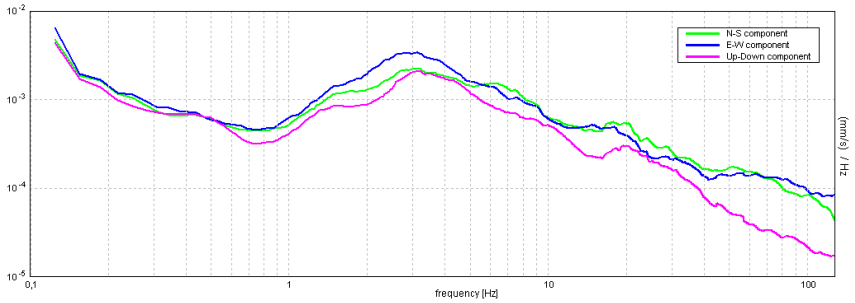
TR 12

Start recording: 15/10/10 09:43:14
End recording: 15/10/10 09:57:15
Trace length: 0h14'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 12%

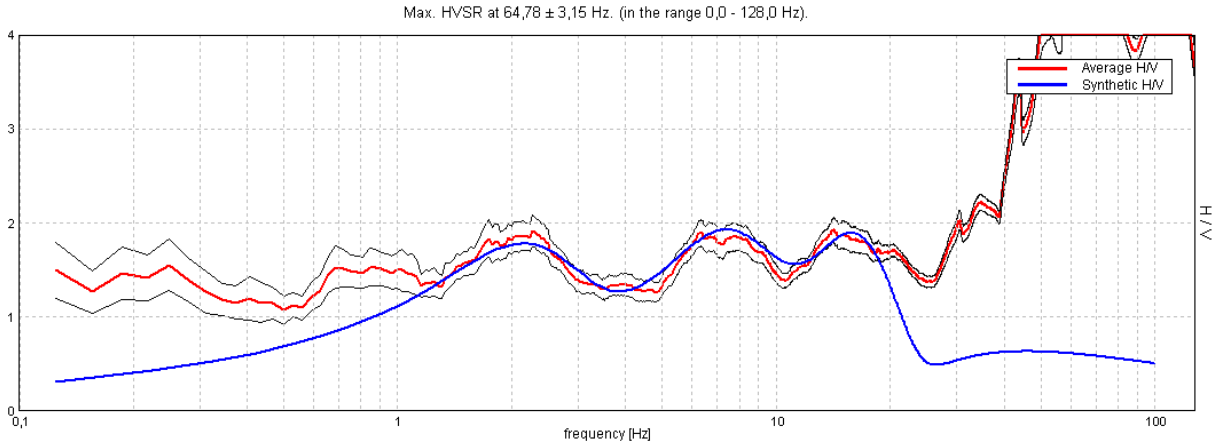


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

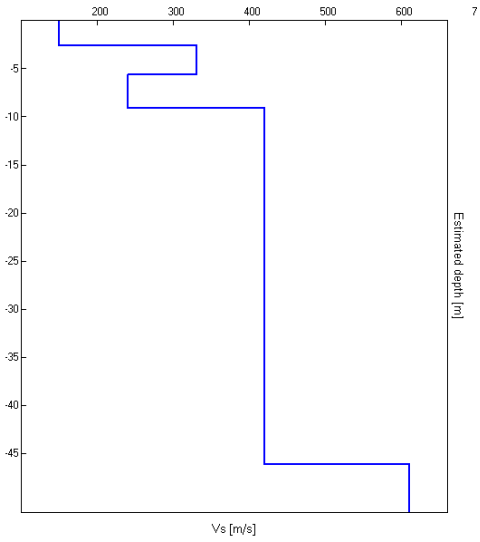


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

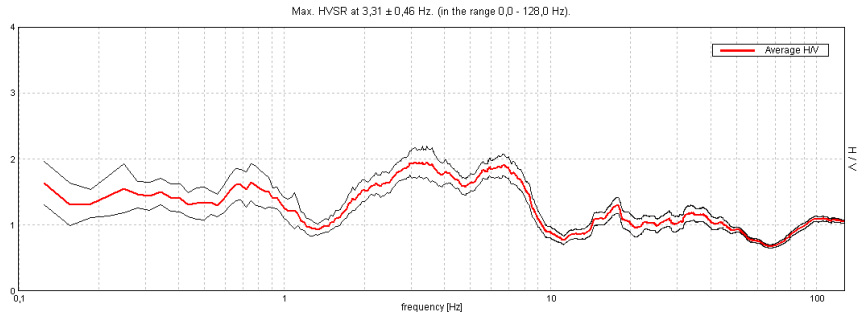


Profondità [m]	Vs [m/s]
2,60	150
5,60	330
9,10	240
46,10	420
inf.	610

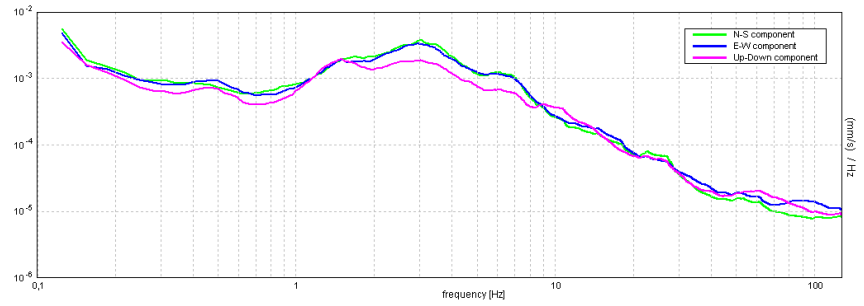
TR 34

Start recording: 15/10/10 10:07:32
End recording: 15/10/10 10:19:33
GPS data not available
Trace length: 0h12'00". Analyzed 86% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 12%

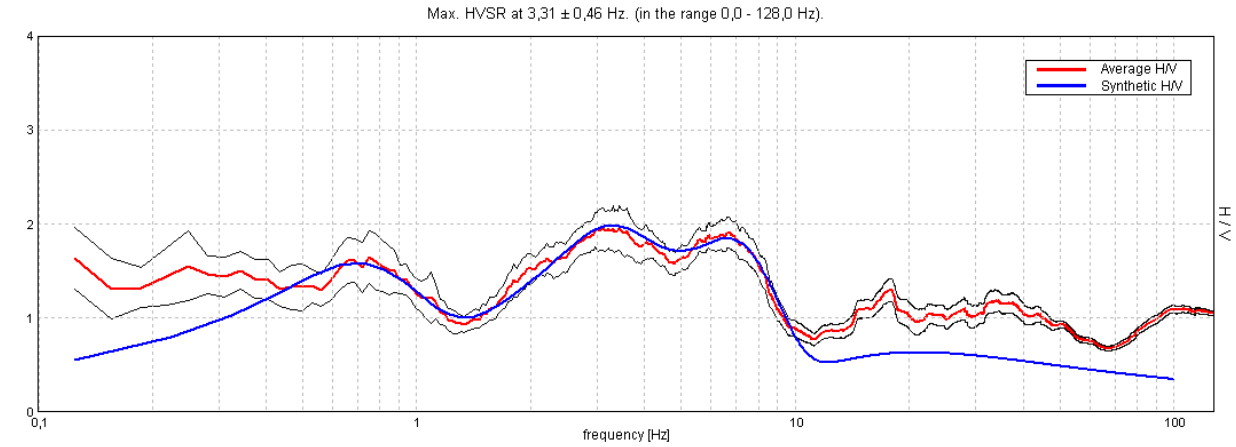


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

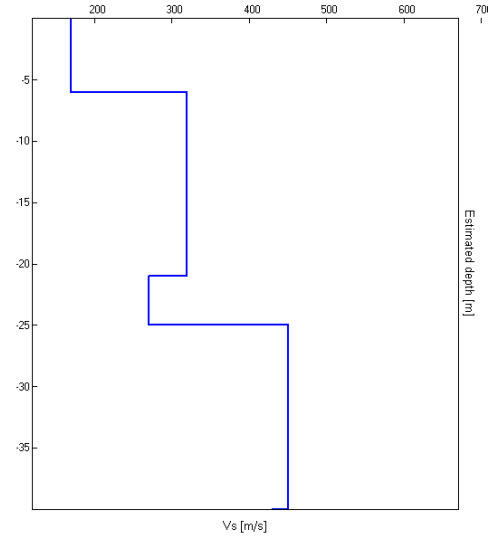


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

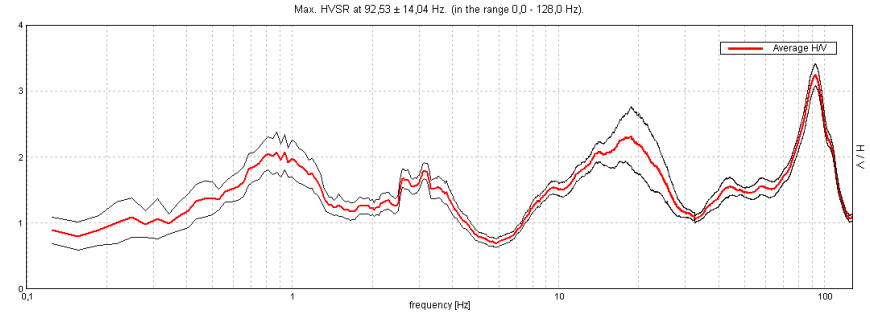


Profondità [m]	Vs [m/s]
6,30	170
21,30	320
25,30	270
40,30	450
80,30	430
130,30	400
inf.	620

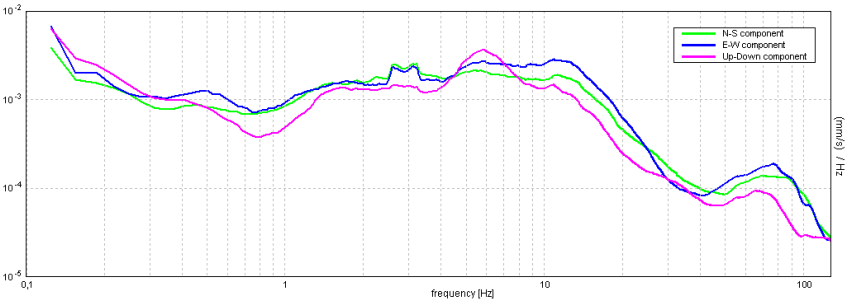
TR 35

Start recording: 15/10/10 10:32:31
End recording: 15/10/10 10:44:32
Trace length: 0h12'00". Analyzed 89% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 256 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 12%

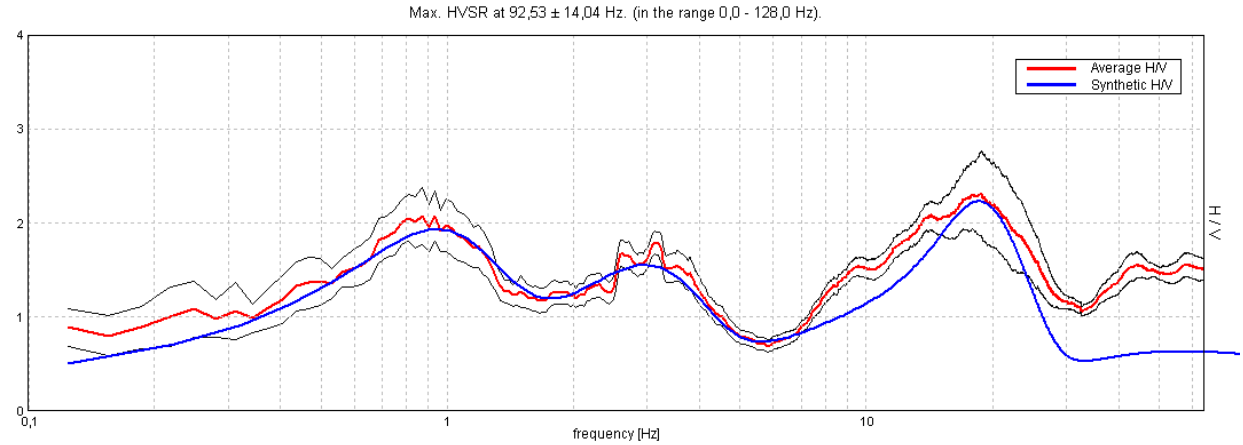


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

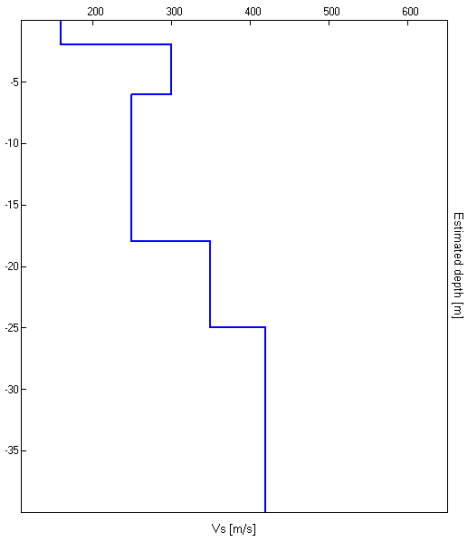


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

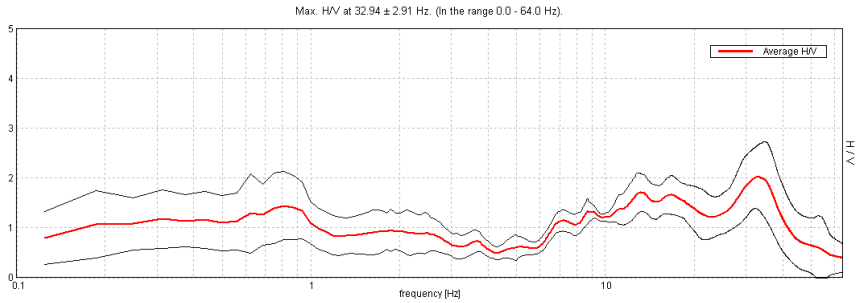


Profondità [m]	Vs [m/s]
2,20	160
6,20	300
18,20	250
25,20	350
105,20	420
inf.	650

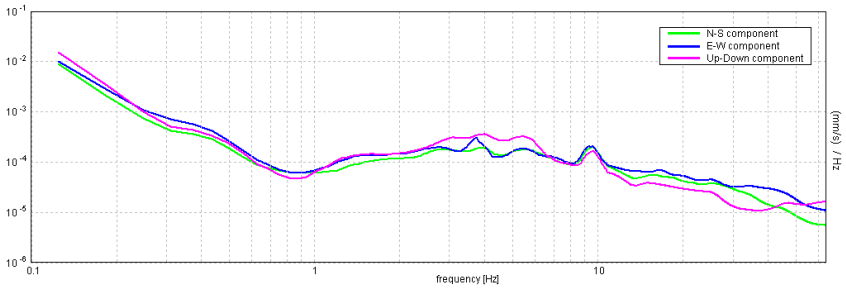
TR 36

Durata registrazione: 0h12'00".
Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 10 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

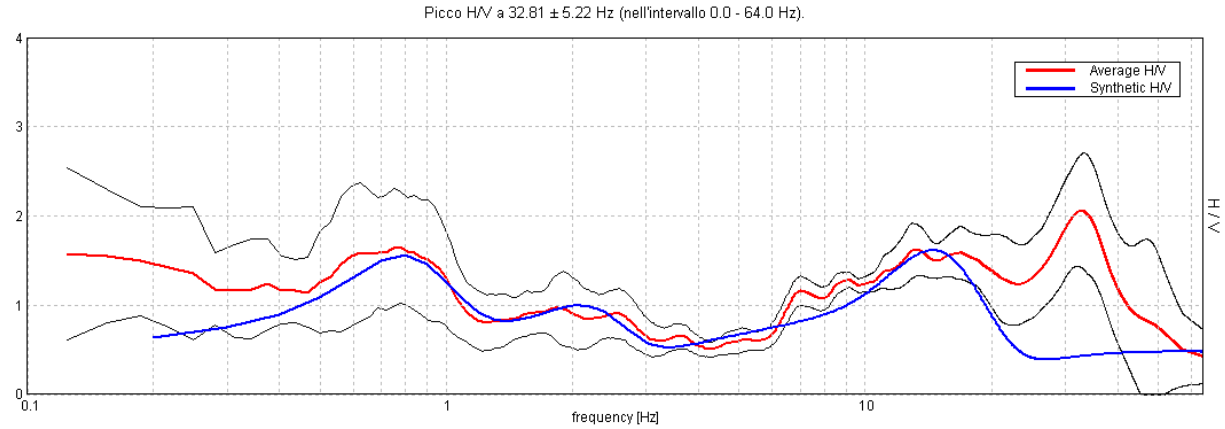


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

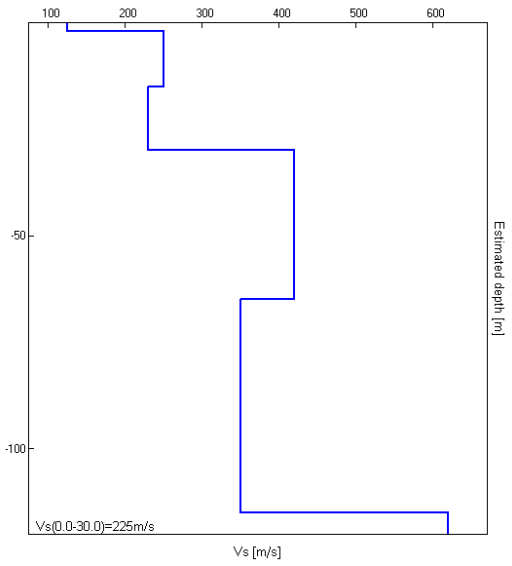


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

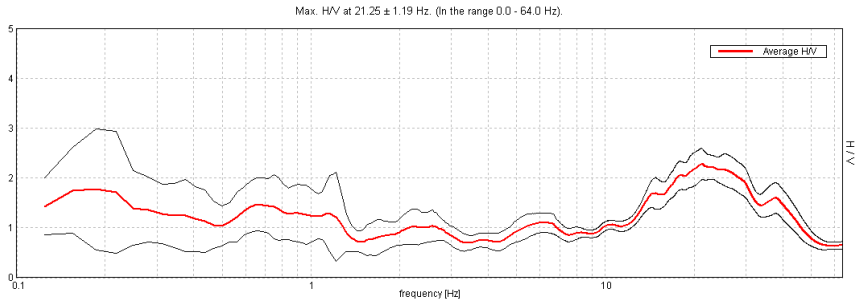


Profondità alla base dello strato [m]	Vs [m/s]
2.00	125
15.00	250
30.00	230
65.00	420
75.00	350
115.00	350
inf.	620

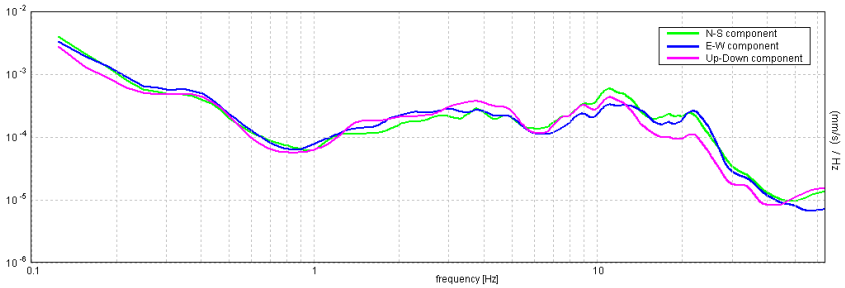
TR 37

Durata registrazione: 0h12'00".
Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 12%

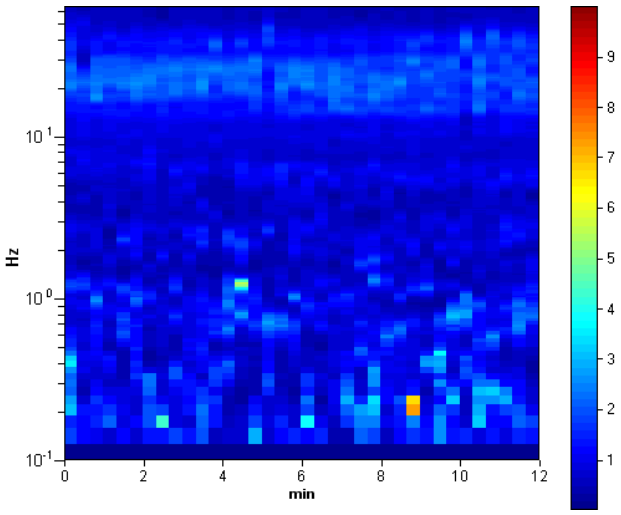


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

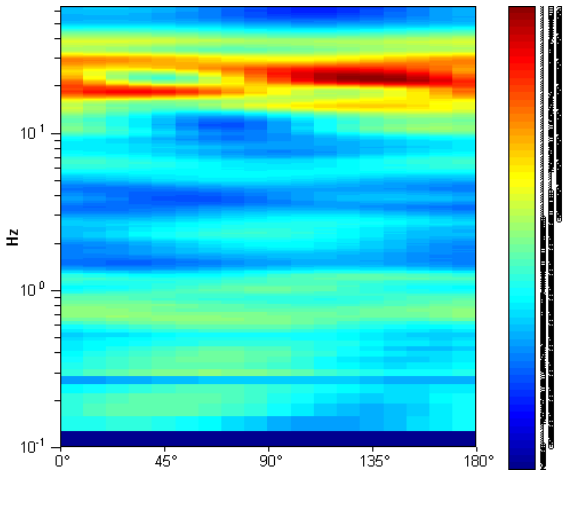


SINGLE COMPONENT SPECTRA

SERIE TEMPORALE H/V



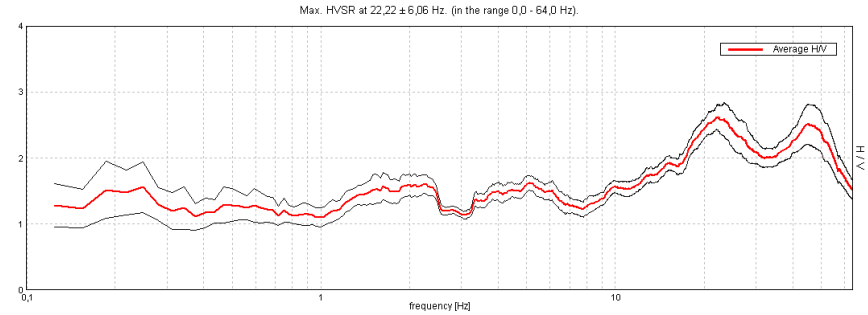
DIREZIONALITA' H/V



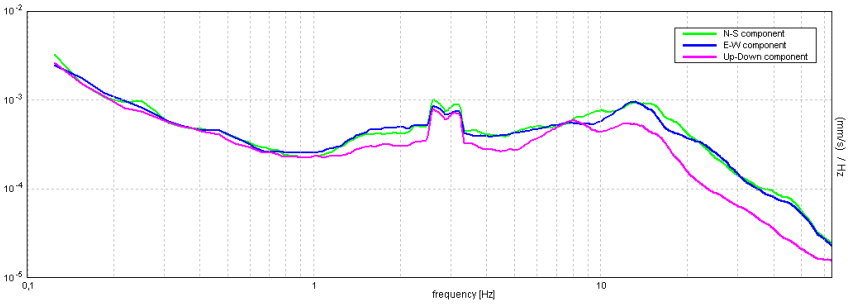
TR 39

Start recording: 16/10/10 10:01:23
End recording: 16/10/10 10:15:24
Trace length: 0h14'00". Analyzed 76% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 12%

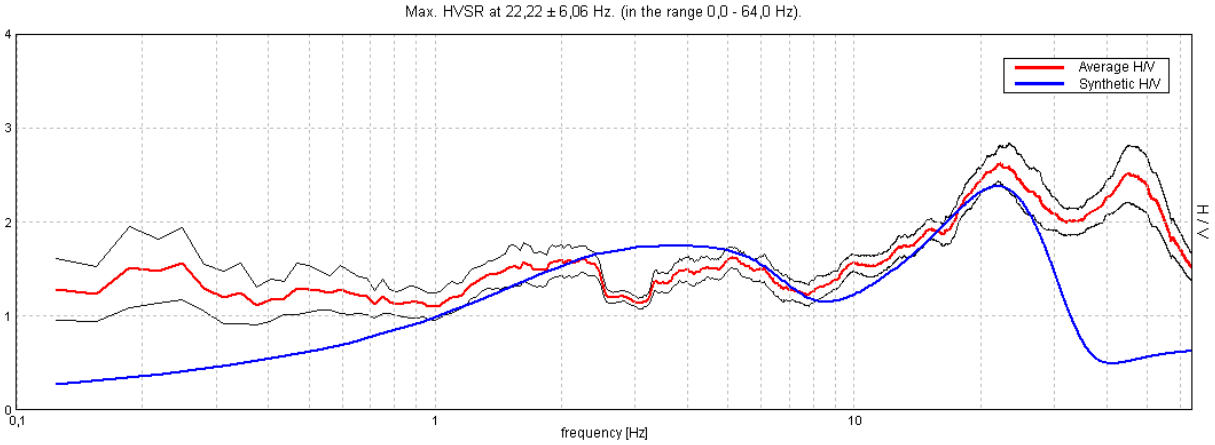


HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

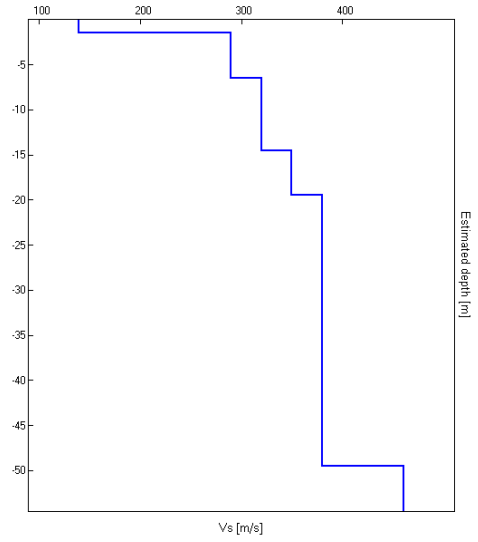


SINGLE COMPONENT SPECTRA

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



MODELLO DI SOTTOSUOLO (Vs-Profondità)

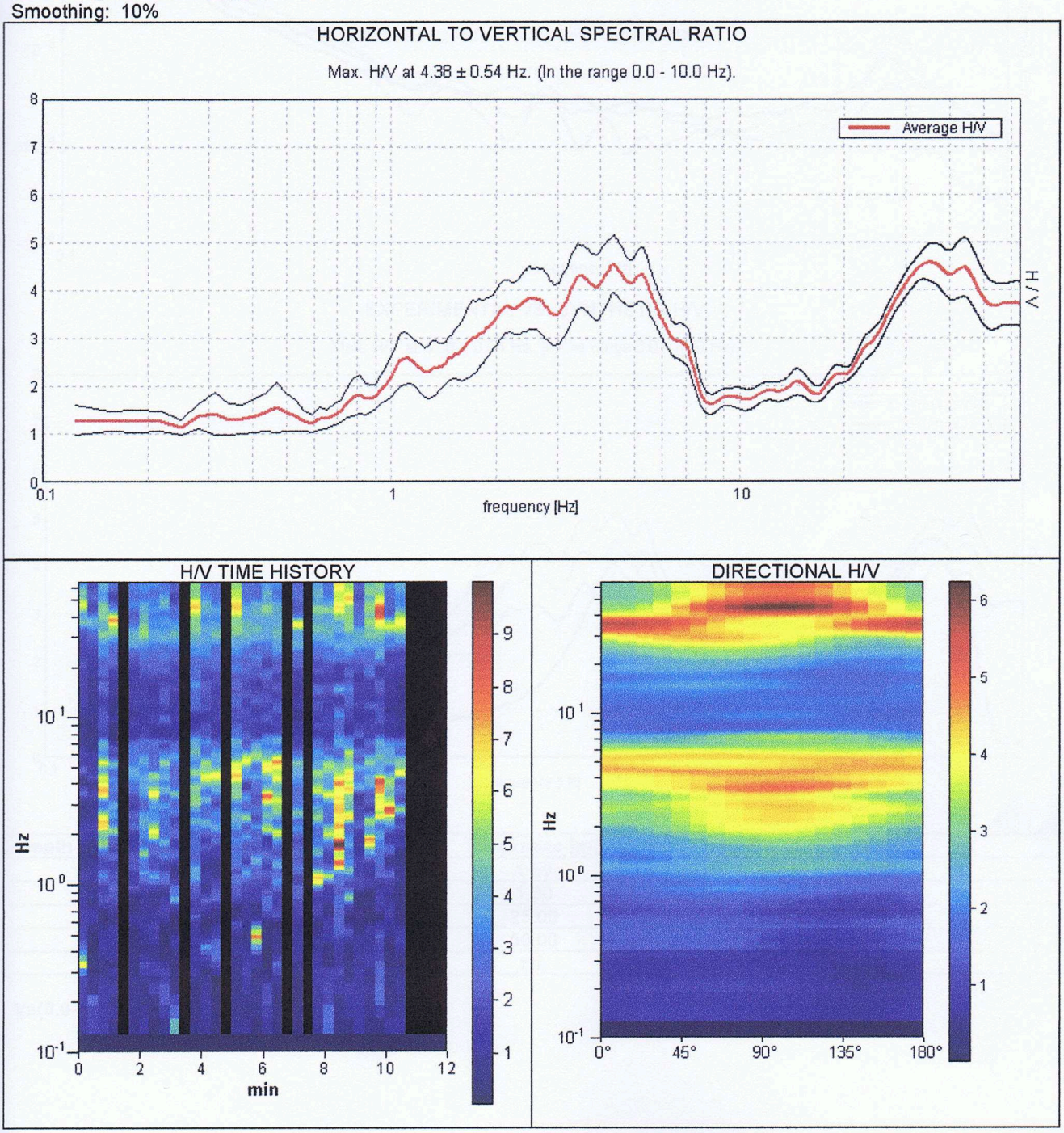


Profondità [m]	Vs [m/s]
1,50	140
6,50	290
14,50	320
19,50	350
49,50	380
inf.	460

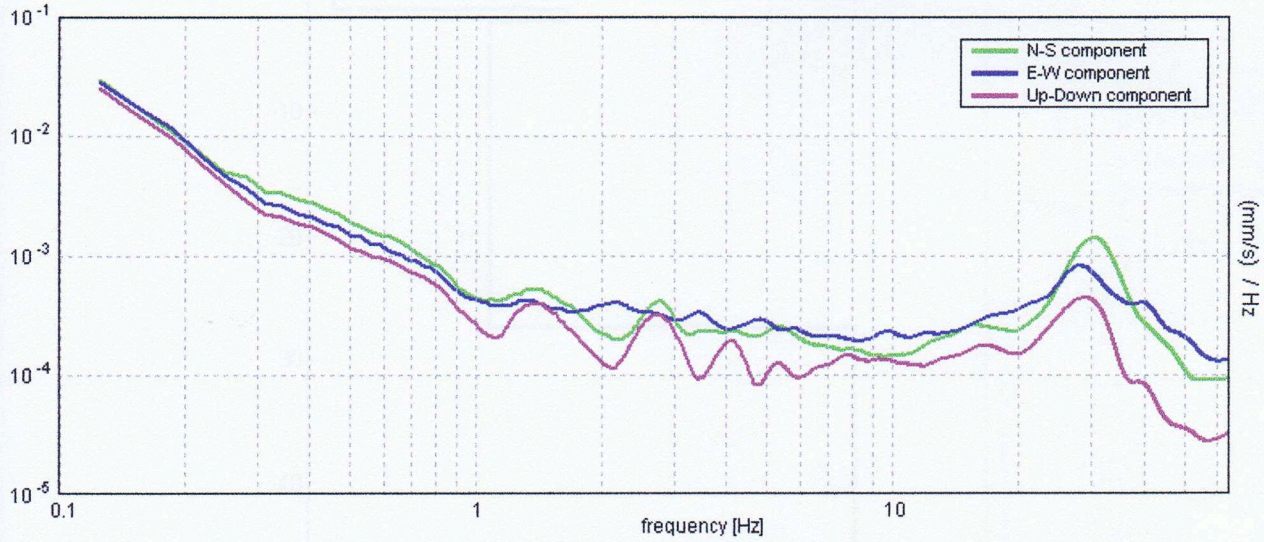
4. RESTITUZIONE DELL'INDAGINE TROMOGRAFICA ESEGUITA

GRILLA FOLDER, VARIGNANA- PALESIO, TRACCIA 2. Committente: Dott. Geol. F. VANNELLI

Start recording: 23/07/10 13:59:01 End recording: 23/07/10 14:11:02
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Trace length: 0h12'00". Analyzed 75% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

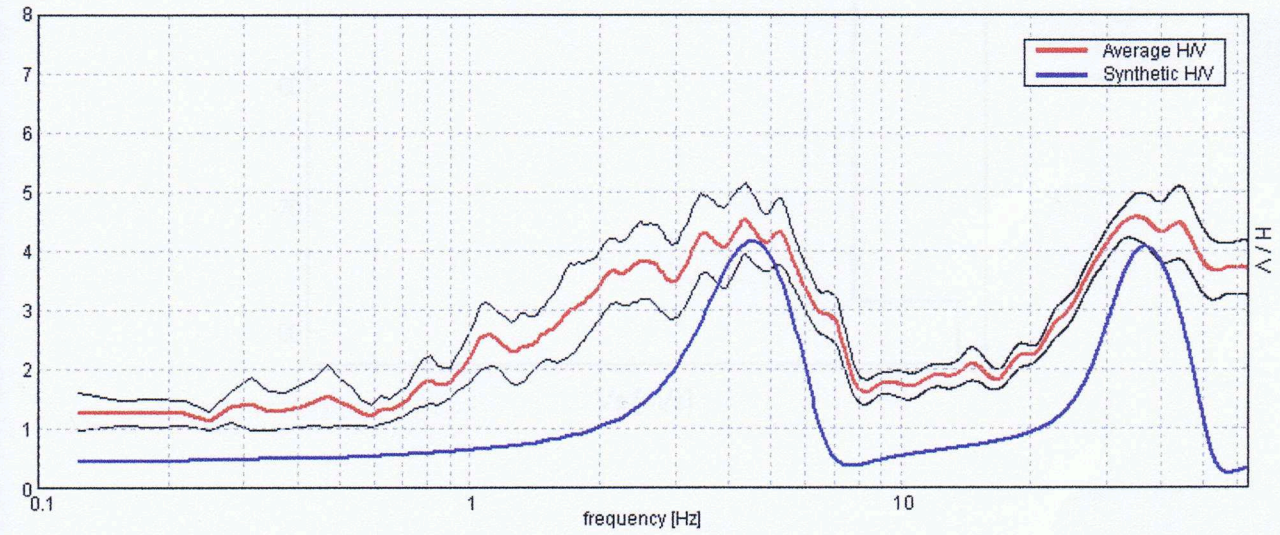


SINGLE COMPONENT SPECTRA



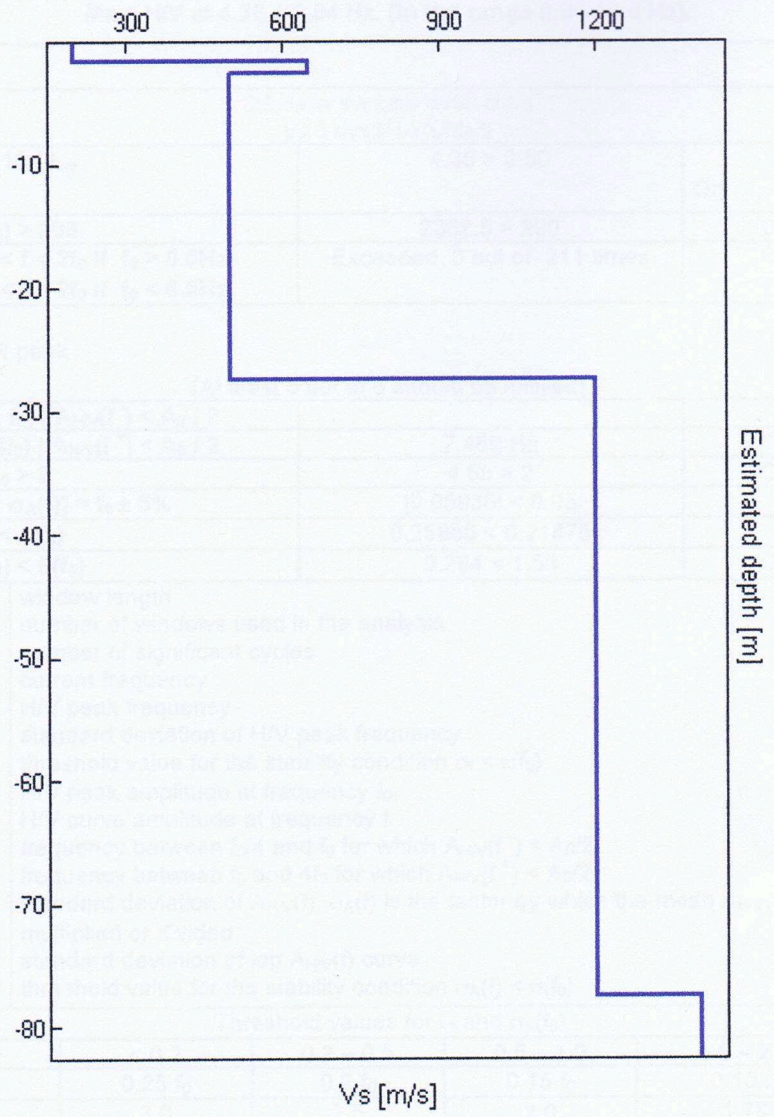
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 4.38 ± 0.54 Hz. (In the range 0.0 - 10.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.50	1.50	200
2.50	1.00	650
27.50	25.00	500
77.50	50.00	1200
inf.	inf.	1400

Vs(0.0-30.0)=491m/s


300
600
900
1200
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
Estimated depth [m]
Vs [m/s]

Capoluogo

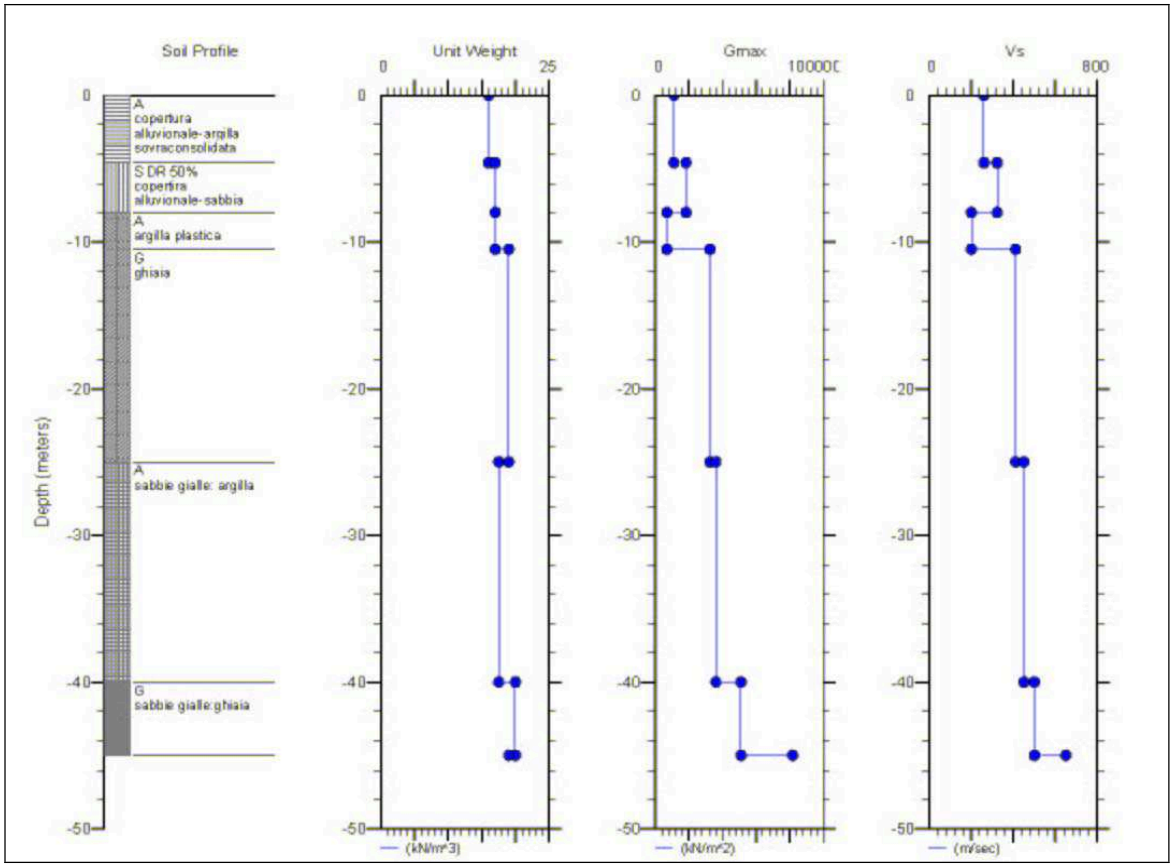


Figura 1.4.2.1 stratigrafia di riferimento schematica utilizzata per la modellizzazione sismica

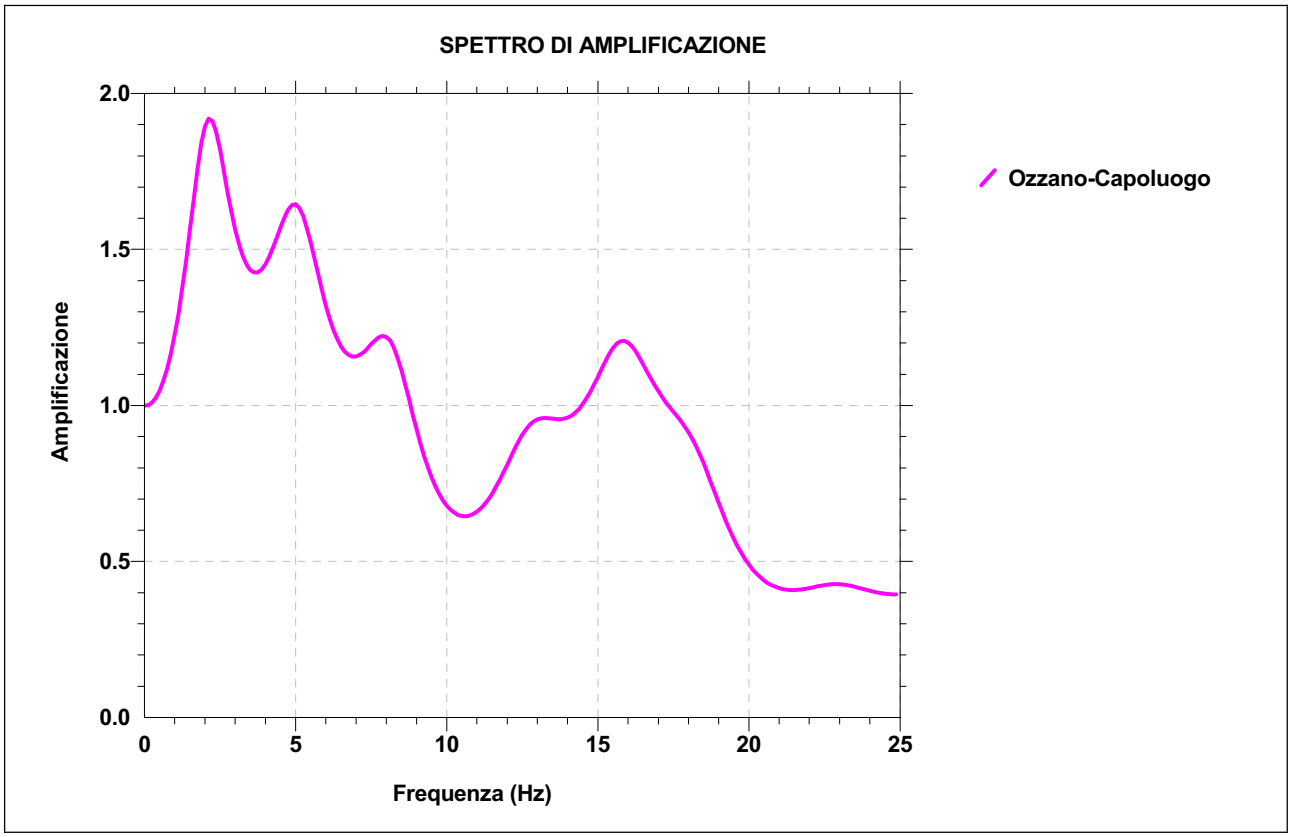


Figura 1.4.2.2 Funzione di trasferimento del moto oscillatorio del sisma lungo tutta la colonna litologica tipo

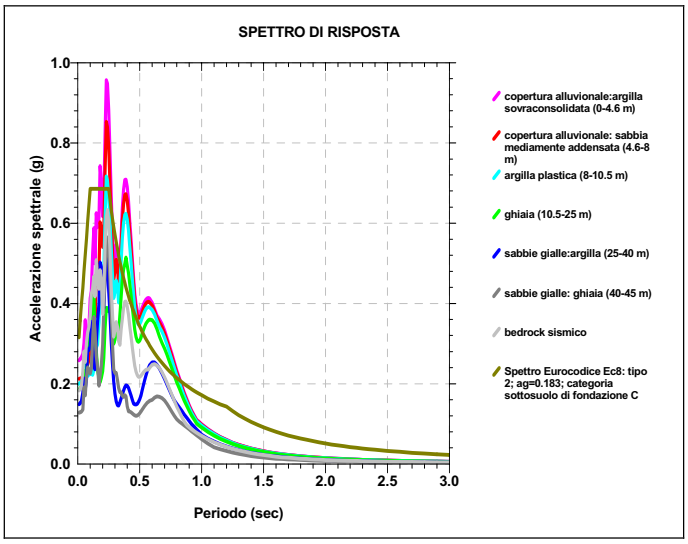


Figura 1.4.2.3 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000046

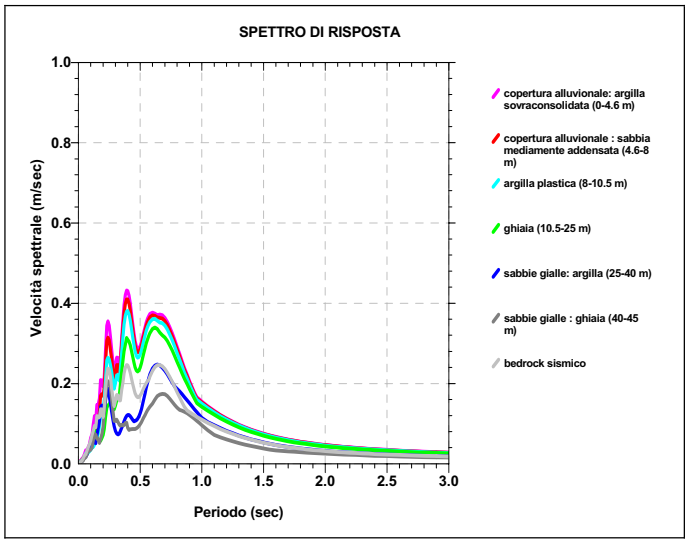


Figura 1.4.2.4 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000046

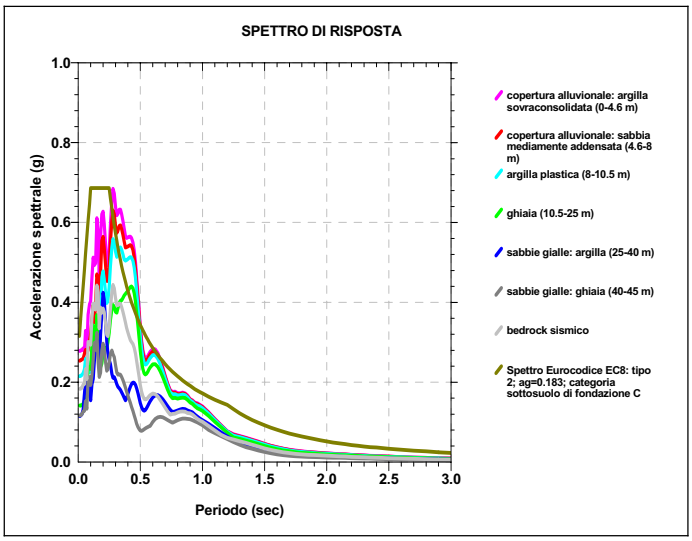


Figura 1.4.2.5 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000126

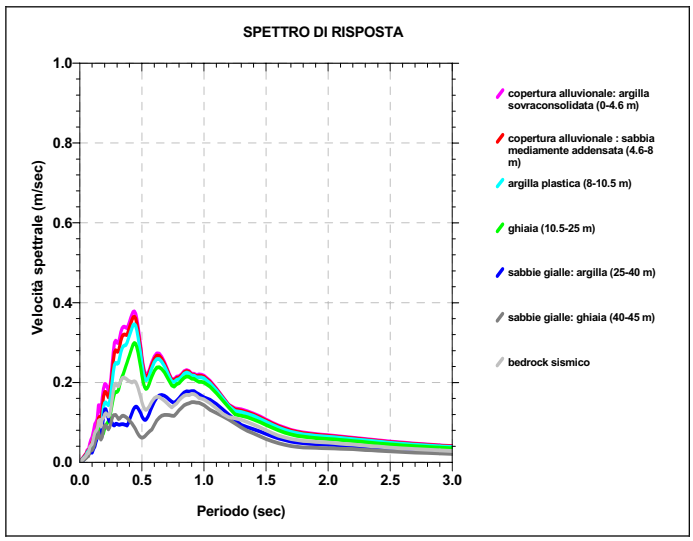


Figura 1.4.2.6 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000126

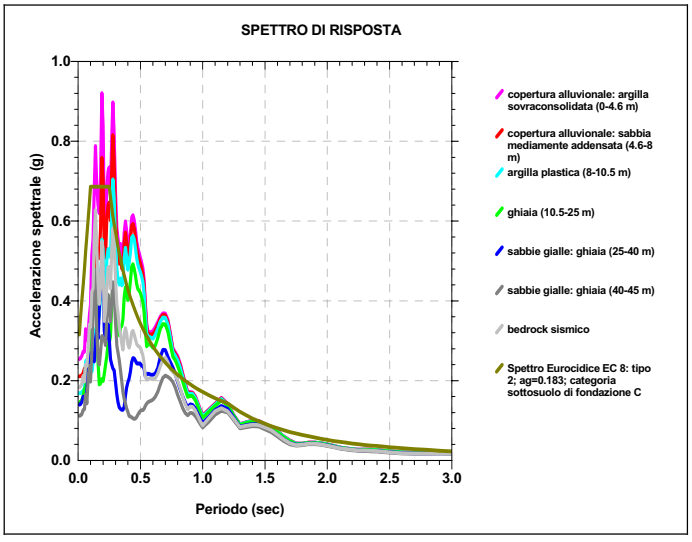


Figura 1.4.2.7 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000354

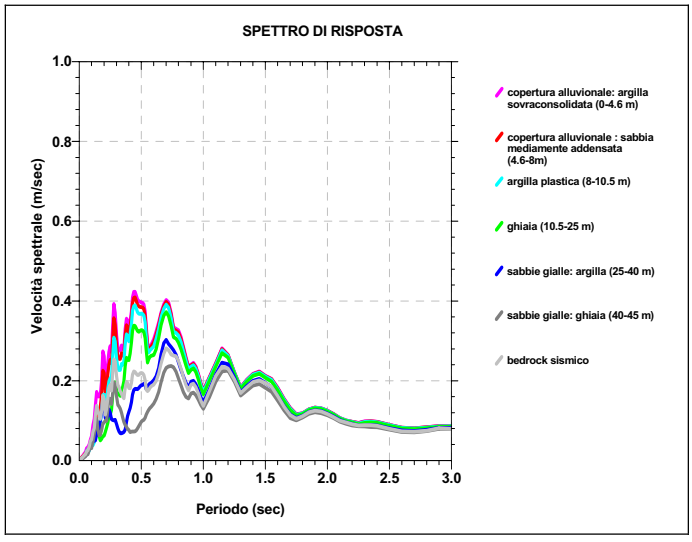


Figura 1.4.2.8 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000354

Ponte Rizzoli

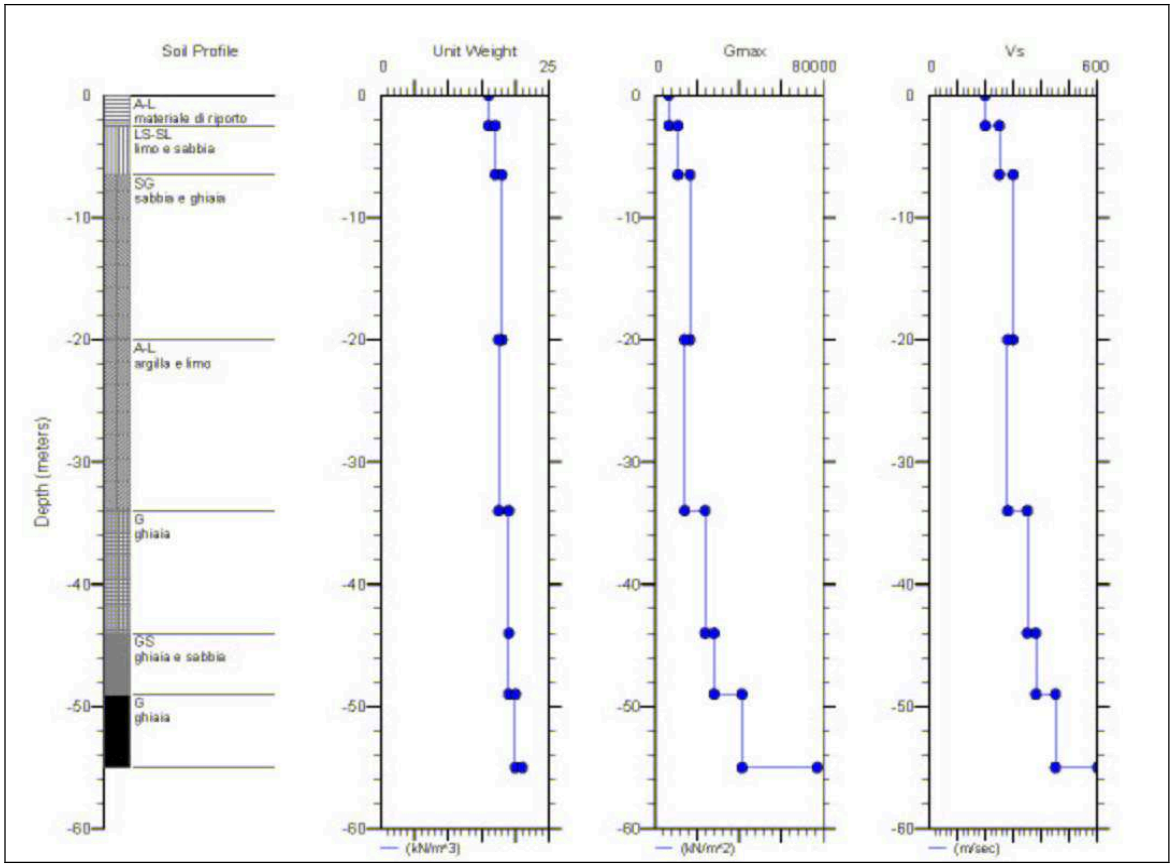


Figura 1.4.3.1 stratigrafia di riferimento schematica utilizzata per la modellizzazione sismica

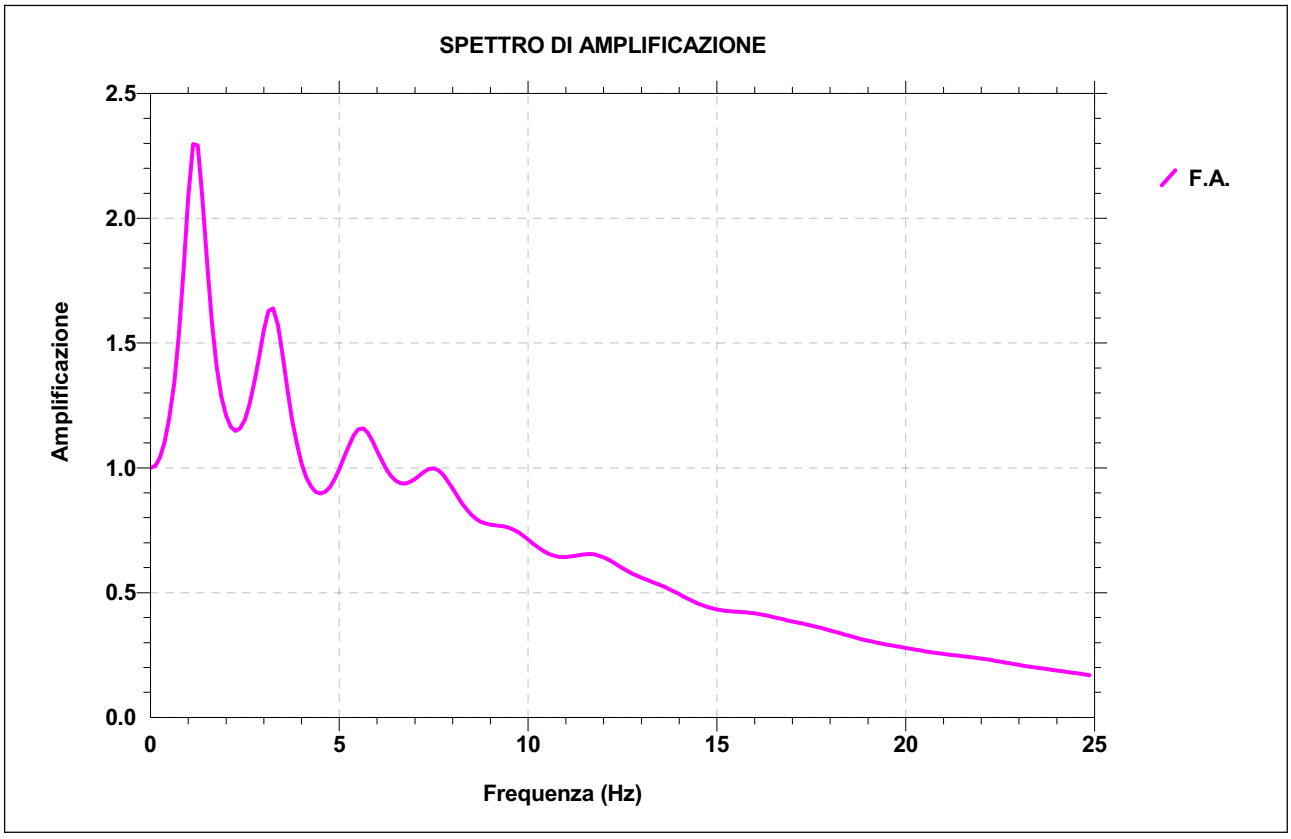


Figura 1.4.3.2 Funzione di trasferimento del moto oscillatorio del sisma lungo tutta la colonna litologica tipo

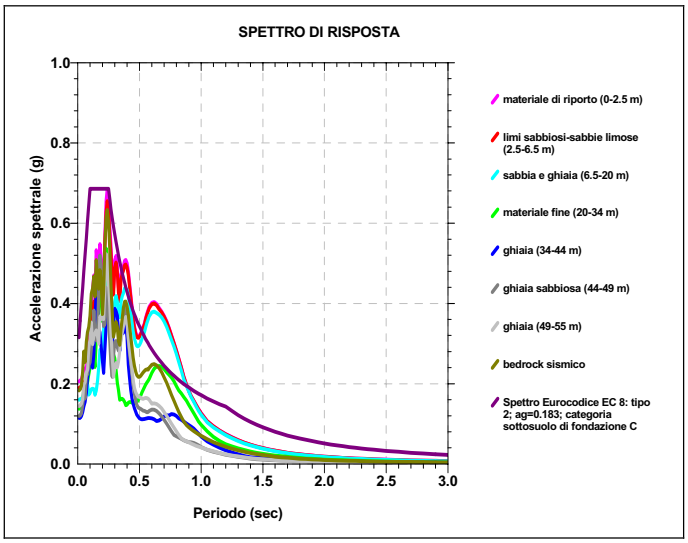


Figura 1.4.3.3 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000046

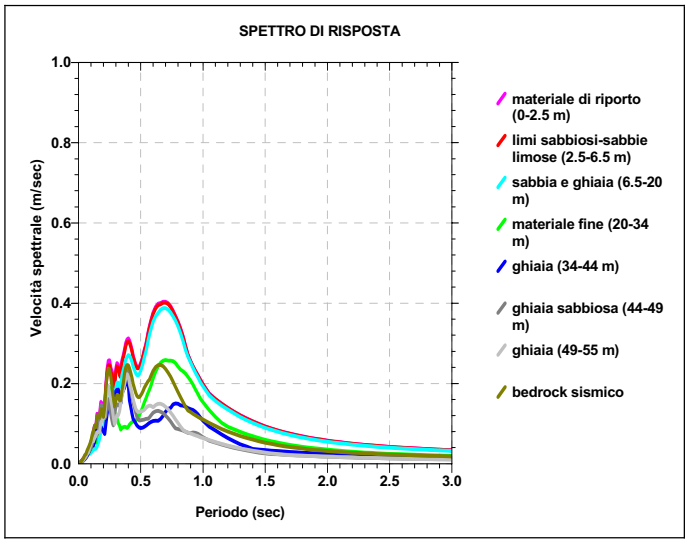


Figura 1.4.3.4 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000046

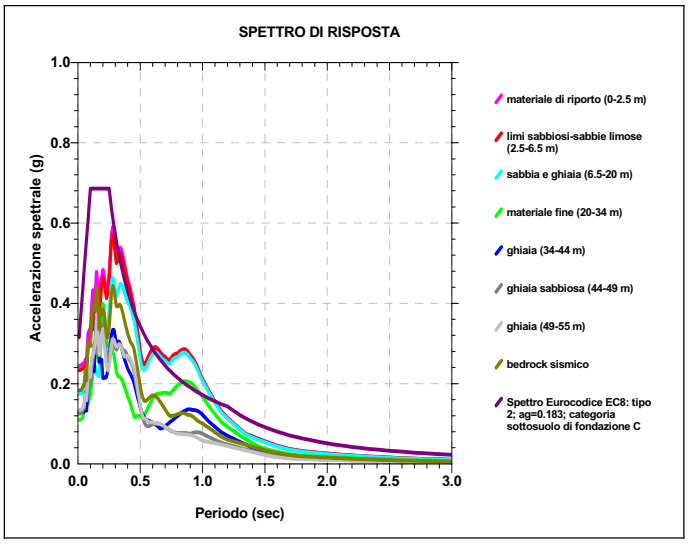


Figura 1.4.3.5 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000126

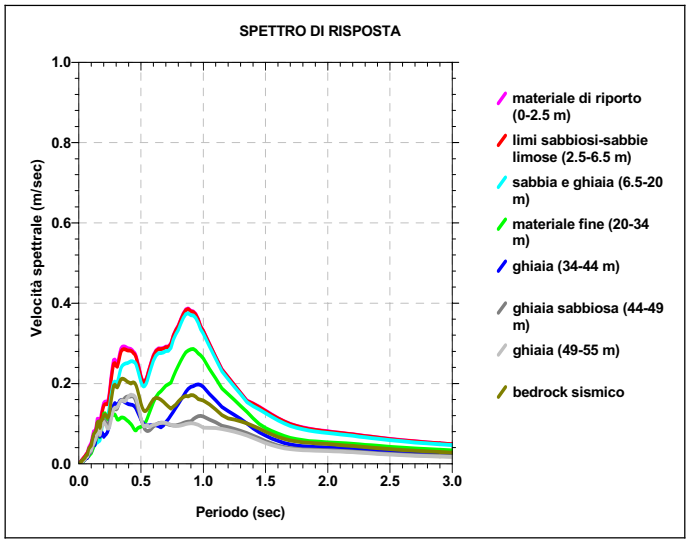


Figura 1.4.3.6 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000126

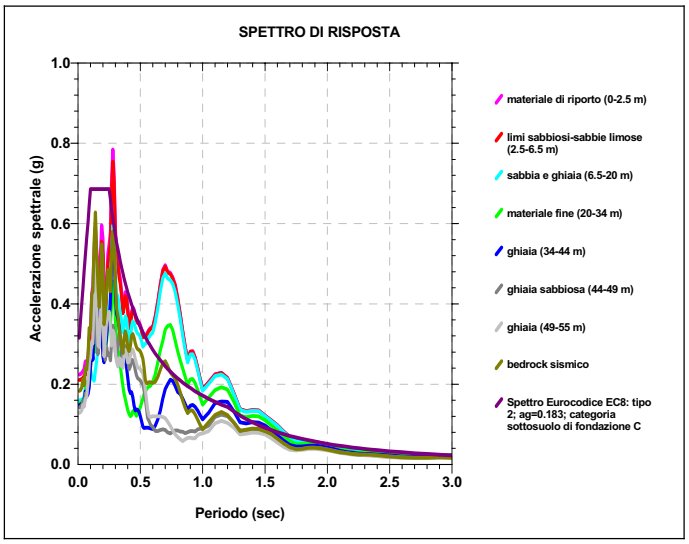


Figura 1.4.3.7 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000354

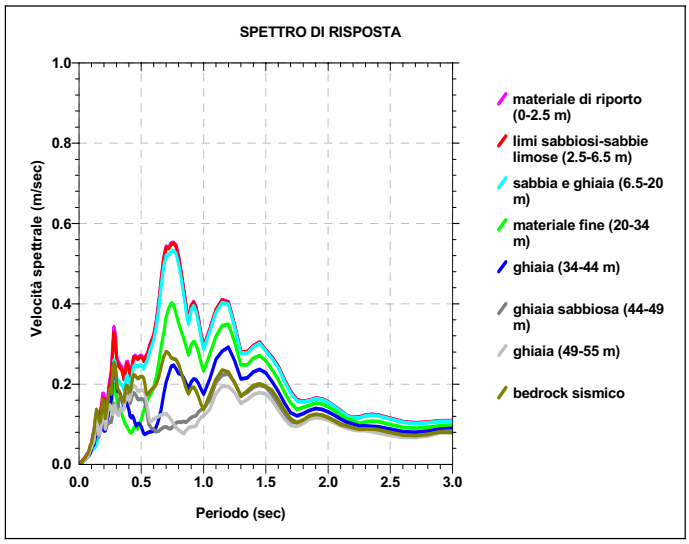


Figura 1.4.3.8 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000354

Quaderna

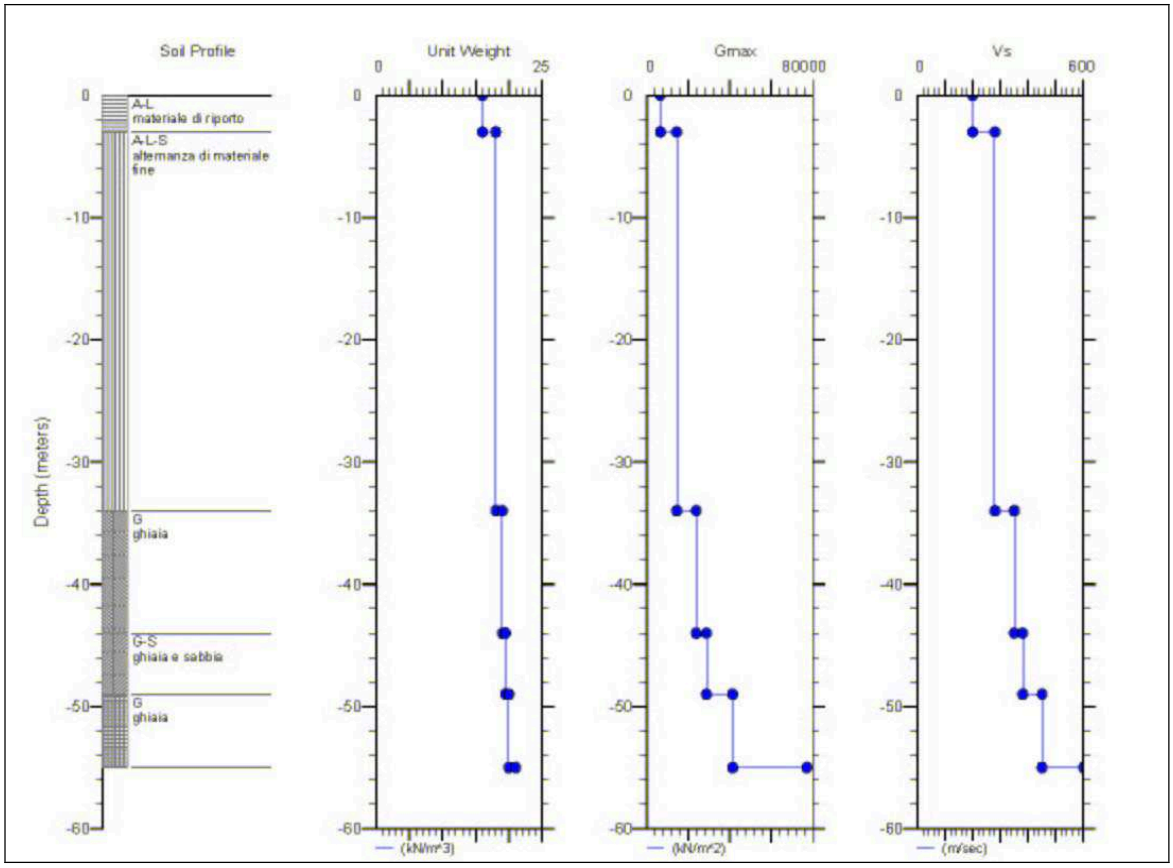


Figura 1.4.4.1 stratigrafia di riferimento schematica utilizzata per la modellizzazione sismica

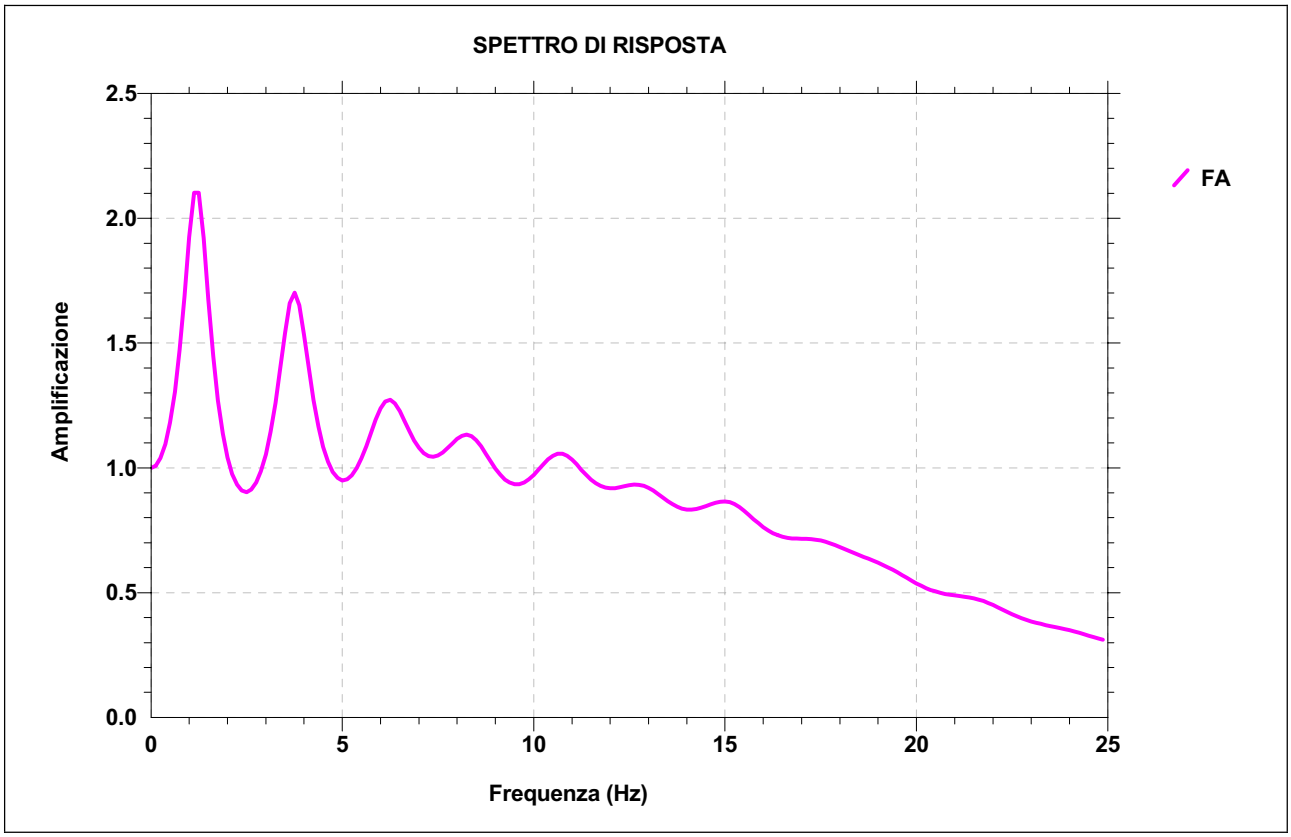


Figura 1.4.4.2 Funzione di trasferimento del moto oscillatorio del sisma lungo tutta la colonna litologica tipo

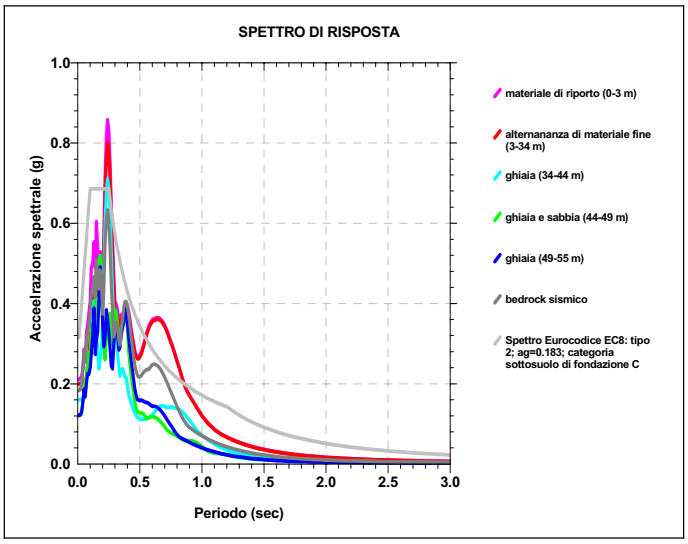


Figura 1.4.4.3 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000046

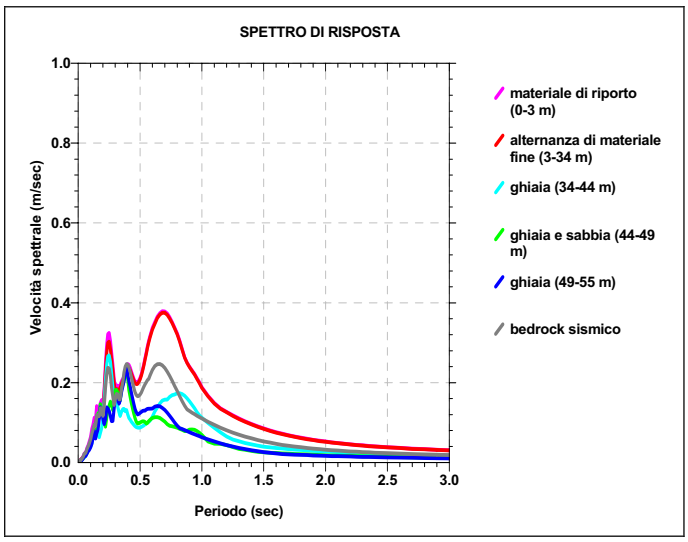


Figura 1.4.4.4 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000046

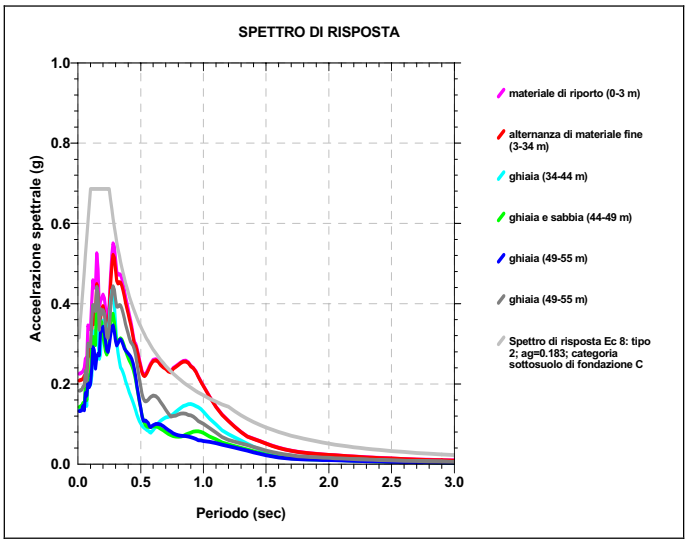


Figura 1.4.4.5 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000126

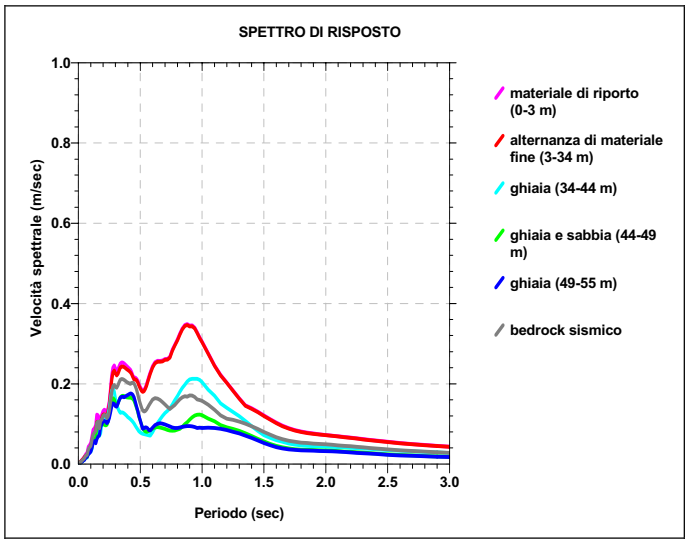


Figura 1.4.4.6 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000126

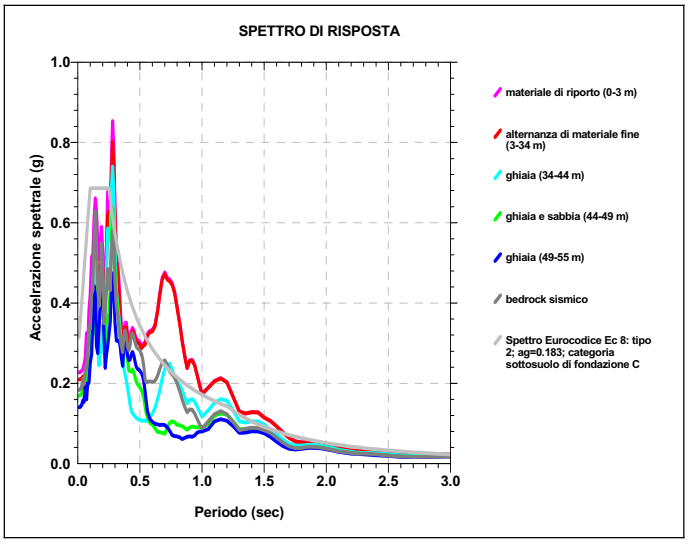


Figura 1.4.4.7 Spettro di risposta relativo alla pseudoaccelerazione PSA, confronto con spettro Eurocodice EC-8- INPUT 000354

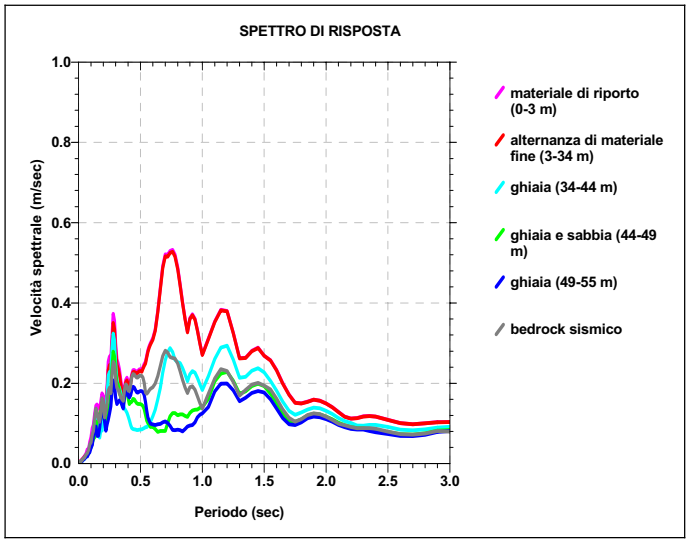


Figura 1.4.4.8 Spettro di risposta relativo alla pseudovelocità, PSV - INPUT 000354