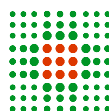


SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Ferrara



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliero-Universitaria di Ferrara



SERVIZIO COMUNE TECNICO PATRIMONIALE
AZIENDA USL FERRARA
Via Cassoli 30
44100 Ferrara - tel. 0532 235800

FIRMA / VERIFICA / VALIDAZIONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Giovanni Peressotti

COMMITTENZA: AZIENDA UNITÀ SANITARIA LOCALE DI FERRARA

DIRETTORE GENERALE
Dr.ssa Monica Calamai

DIRETTORE SANITARIO
Dr. Emanuele Ciotti

DIRETTORE AMMINISTRATIVO
Dr.ssa Anna Gualandi

INTERVENTO

**OSPEDALE "F.LLI BORSELLI" - BONDENO (FE)
REALIZZAZIONE CASA DELLA SALUTE A BONDENO - SECONDA FASE**

INTERVENTO N°762 DELL'ALLEGATO C1 ALL'ORDINANZA RER N°10 DEL 25/03/2015

PROGETTAZIONE

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
PROGETTAZIONE EDILE-ARCHITETTONICA
ARCH. MARCO RIZZOLI
VIA ZACCHERINI ALVISI 3
40138 BOLOGNA
Tel. 051.0562611 - Fax 051.0544773
Email: info@studio-rizzoli.it

PROGETTAZIONE STRUTTURE
ING. ALDO BARBIERI - STUDIO ENARCO SRL
ING. FILIPPO LORETI - COLLABORATORE
VIA DEL RONDONO, 1
40122 BOLOGNA
Tel. 051.552892
Email: enarco@enarco.it

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI
ING. PAOLO TRAPELLA - STEP ENGINEERING srl
VIA PONTEGRADELLA, 87
44123 FERRARA
Tel. 0532 740050
Email: segreteria@studio-step.it

SICUREZZA
ARCH. ANTONELLA ZENI
CORSO ISONZO, 84
44121 FERRARA
Cell. 347.4508301
Email: antozen@libero.it

LIVELLO PROGETTUALE

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO ELABORATO

**PROGETTO STRUTTURALE
RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA -SISMICA**

CODICE IMMOBILE

CP1P02

N. TAV.

PERS04

SCALA

DATA

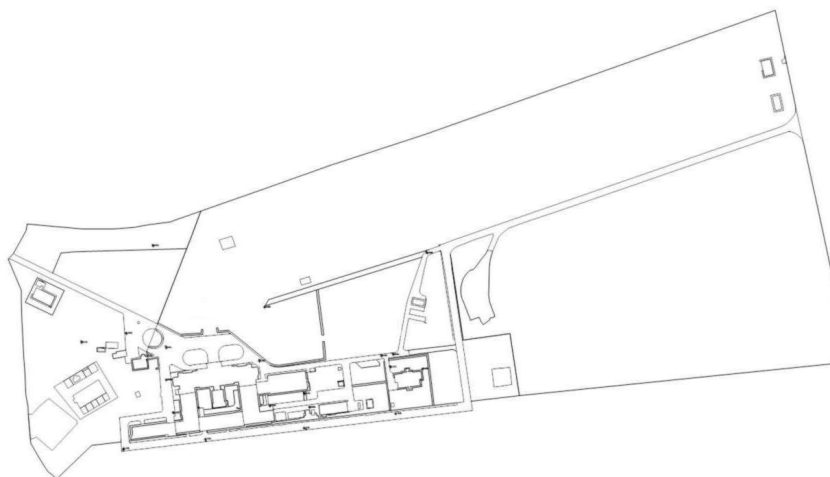
30 GIUGNO 2021

FILE NAME

COPERTINA RS04.dwg

3				
2				
1				
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	REVISIONE

**VERIFICHE DI VULNERABILITA' SISMICA E INDAGINI
DIAGNOSTICHE SULLE STRUTTURE MURARIE E IN CEMENTO
ARMATO PRESSO IL COMPLESSO DELL'OSPEDALE F.LLI
BORSELLI DI BONDENO (FE)**



RELAZIONE GEOLOGICA – GEOTECNICA – SISMICA
ai sensi del D.M. 14/01/2008

Committente: Azienda Unità Sanitaria Locale di Ferrara

Località d'indagine: Via Dazio – Bondeno (FE)

Data: 28 novembre 2011

Il tecnico: Dott. Geol. Andrea Garbellini

RELAZIONE GEOLOGICA – GEOTECNICA – SISMICA

VERIFICHE DI VULNERABILITA' SISMICA E INDAGINI DIAGNOSTICHE SULLE STRUTTURE MURARIE E IN CEMENTO ARMATO PRESSO IL COMPLESSO DELL'OSPEDALE F.LLI BORSELLI DI BONDENO (FE)

INDICE

1) Informazioni generali	pag.	2
1.1) Scopo del lavoro	“	2
1.2) Contesto ambientale	“	2
1.3) Normativa di riferimento.....	“	2
2) Indagine geognostica	“	5
2.1) Prove penetrometriche statiche	“	5
2.2) Prove sismiche	“	6
3) Modello geologico – geotecnico	“	8
3.1) Stratigrafia	“	8
3.2) Idrogeologia	“	9
3.3) Parametrizzazione geotecnica	“	9
4) Pericolosità sismica	“	12
4.1) Classificazione sismica del sottosuolo	“	13
4.2) Accelerazione “ a_{max} ” e coefficiente sismico “ k_h ”.....	“	14
4.3) Frequenza di risonanza del sito	“	16
4.4) Liquefazione delle sabbie	“	17
5) Verifiche di stabilità	“	18
5.1) Verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU)	“	18
5.2) Verifiche allo Stato Limite di Esercizio (SLE).....	“	22
6) Sintesi dei risultati	“	24

ALLEGATI E FIGURE

- Ubicazione della zona d'indagine
- Ubicazione delle indagini geognostiche
- Documentazione fotografica
- Elaborati delle prove penetrometriche statiche
- Tensioni indotte nel sottosuolo e cedimenti
- Profilo sismico MASW
- Elaborati della prova tromografica

1) INFORMAZIONI GENERALI

Committente: Azienda Unità Sanitaria Locale di Ferrara.

Località d'indagine: Via Dazio, in Bondeno (FE), presso il complesso ospedaliero F.lli Borselli.

Opera in progetto: verifiche di vulnerabilità sismica presso il complesso dell'ospedale F.lli Borselli di Bondeno.

1.1) Scopo del lavoro

Analisi delle caratteristiche geologiche e geotecniche del sottosuolo, analisi della pericolosità sismica, determinazione della classificazione sismica del sottosuolo, analisi degli effetti sismici di sito, calcolo della stabilità del sistema geotecnico “terreno – opere di fondazione”.

1.2) Contesto ambientale

Il complesso ospedaliero è ubicato a sud dell'abitato di Bondeno, in adiacenza all'argine destro del fiume Panaro ed alla sponda destra del Canale di Burana (Fig. 1). La topografia dell'area è pianeggiante, ma con una debole e generale pendenza rivolta verso sud est. Le quote altimetriche medie sono di 12 ÷ 13 m s.l.m. (dati estratti dalla Carta Tecnica Regionale).

L'area del complesso ospedaliero è caratterizzata dalla presenza di diversi edifici di variabili dimensioni e volumetria, dalla presenza di numerosi sottoservizi, dalla presenza di una viabilità interna asfaltata e, frontalmente al complesso sul lato nord, è presente un parco con piante di alto fusto.

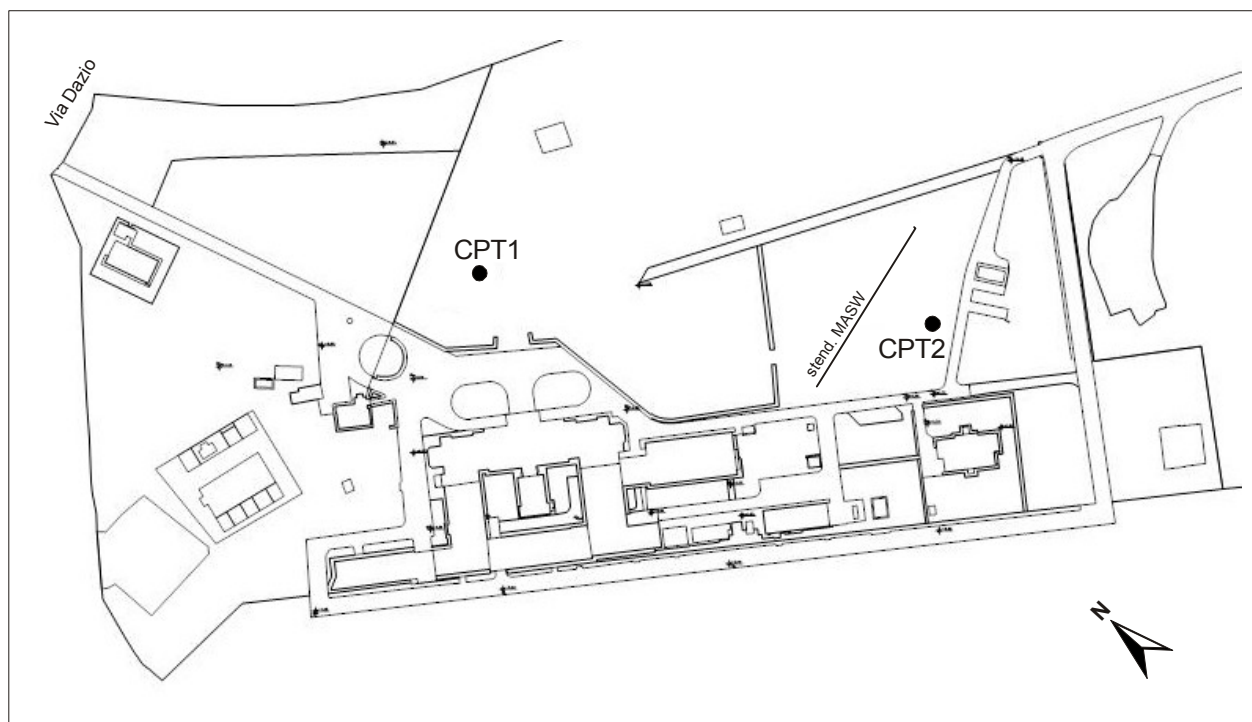
La geologia generale sub – superficiale della zona è caratterizzata dalla presenza di depositi sedimentari terrigeni alluvionali depositati in ambiente di piana alluvionale; in particolare i depositi sono caratterizzati da terre fini e coesive di origine interfluviale alternati a depositi sabbiosi di origine fluviale.

1.3) Normativa di riferimento

- D.M. 14 gennaio 2008, “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circola Ministeriale n. 617/2009, “Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche”.
- Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274 e Ordinanza P.C.M. 28 aprile 2006 n. 3519, “Primi elementi in materie di criteri generali per la classificazione sismica del territorio ...”.



*Fig. 1 - Ubicazione della zona d'indagine – scala 1:25.000
Estratto dalla Carta Tecnica Regionale sez. n. 185*



*Fig. 2 - Ubicazione delle indagini geognostiche
Estratto dalla planimetria di progetto*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Comm.te: Azienda U.S.L. Ferrara
Località: Via Dazio - Bondeno (FE)
Progetto: vulnerabilità sismica
Data: 15/11/2011

STUDIO GEOLOGICO DOTT. ANDREA GARBELLINI
Via A. Gramsci n.74, 45034 Canaro (Rovigo)
tel 0425.940066, fax 0425.940240, Email geplan@geplanstudio.it



Posizione della CPT1; vista in direzione est



Posizione della CPT2; vista in direzione nord ovest



Approntamento della strumentazione MASW



Approntamento del tromografo

2) INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica è stata eseguita per l'acquisizione di dati necessari per la caratterizzazione geologico - stratigrafica, geotecnica e sismica del sottosuolo del complesso ospedaliero.

All'interno del parco presente sul lato nord del complesso sono state eseguite le seguenti prove:

- ◆ n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT) con punta meccanica per l'acquisizione di dati stratigrafici, litologici e geotecnici;
- ◆ rilievo del livello piezometrico statico della falda freatica all'interno dei fori di prova delle CPT;
- ◆ n. 1 prova sismica attiva tipo MASW per la determinazione delle velocità delle onde meccaniche di taglio "Vs" dei terreni sino alla profondità di 30 m;
- ◆ n. 1 prova sismica passiva con tromografo per la determinazione delle frequenze di risonanza del sito.

Le indagini sono state eseguite nel periodo di novembre 2011; la planimetria in fig. 2 riporta l'ubicazione dei punti d'indagine.

2.1) Prove penetrometriche statiche

La prova penetrometrica statica standard (Cone Penetration Test) consiste nell'infiggere nel sottosuolo una punta mediante un dispositivo di spinta che agisce su una batteria doppia di aste coassiali tra loro.

L'avanzamento della punta avviene ad una velocità costante di 2 cm/s e consente di rilevare, ogni 20 cm di discesa, i valori di resistenza delle terre.

Il penetrometro usato è un modello Deep Drill SP100 Special a comandi idraulici con capacità massima di spinta 100 kN; è autoancorante con eliche di contrasto Ø 130 mm, ed è installato su un fuoristrada pick-up 4 x 4.

Il sistema di misura è così composto:

- punta meccanica tipo Begemann con manicotto laterale; diametro del cono di punta 35,7 mm; area trasversale della punta conica 10 cm²; angolo di apertura del cono 60°; area laterale del manicotto per la misura dell'attrito laterale 150 cm²;
- batteria di aste di spinta doppie coassiali lunghe 1 m ciascuna (l'asta sulla quale è avvitata la punta meccanica presenta un anello allargatore per ridurre gli attriti);
- corpo della cella di carico con selettore (otturatore);
- n. 2 manometri, scala 0.5 e 5, per la lettura diretta della pressione (bar).

La prova statica (CPT) con punta meccanica Begemann consente di rilevare ogni 20 cm di profondità le seguenti misure:

- resistenza alla punta "Rp" (bar) (rapporto tra la forza Rp agente sulla punta e l'area Ac del cono di punta);
- resistenza all'attrito laterale "Rl" (bar) (rapporto tra la forza Qs necessaria ad infiggere il manicotto e l'area As del manicotto);

- pressione (bar) per produrre la penetrazione dell'intera batteria di sondaggio (punta, manicotto, aste di spinta).

Le elaborazioni dei valori di resistenza “Rp” e “RI”, mediante formule empiriche e semiempiriche (i riferimenti bibliografici sono allegati in legenda), hanno consentito di stimare la classificazione litologica delle terre ed i relativi parametri geotecnici principali.

In allegato sono presenti i dati penetrometrici rilevati con l'esecuzione delle prove CPT1 e CPT2 ed i parametri ricavati dalla loro elaborazione.

2.2) Prove sismiche

PROVA SISMICA ATTIVA TIPO MASW

La prova MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) ha avuto lo scopo di determinare le velocità di propagazione nel sottosuolo delle onde sismiche di taglio “Vs” generate da una sorgente energizzante.

Le considerazioni che hanno determinato la scelta della tecnica MASW sono state:

- acquisizione di un segnale sismico di qualità in considerazione della presenza di terre che determinano bassi valori di velocità delle onde sismiche;
- possibilità di verificare “l’inversione” delle velocità nei livelli di minore consistenza;
- presenza di “rumore di fondo” che avrebbe potuto alterare la qualità del segnale sismico acquisito con altre tecniche.

La tecnica MASW si basa sul fenomeno della “dispersione” (variazione della velocità di fase delle onde sismiche in funzione della frequenza e lunghezza d’onda) delle onde superficiali, o onde di Rayleigh (hanno vibrazioni con un movimento complesso ellittico retrogrado con asse maggiore verticale), che avviene nei mezzi stratificati o eterogenei.

I parametri che condizionano le onde di Rayleigh sono: onde “Vs”, spessore del mezzo, densità, onde “Vp”. Le velocità delle onde di Rayleigh corrispondono circa alla velocità delle “Vs” (0.94 Vs).

Le fasi di lavoro che caratterizzano questa tecnica sono essenzialmente tre:

- acquisizione del segnale sismico indotto (sismogramma, ossia tempi di arrivo delle onde ai geofoni);
- elaborazione dello “spettro di velocità” (velocità di fase delle onde in funzione della loro frequenza) con il metodo di calcolo “Phase Shift”, e determinazione della “curva di dispersione”;
- “inversione” della curva di dispersione mediante calcolo automatico con utilizzo di algoritmi genetici (la modellazione numerica della curva di dispersione prevede che alla base del modello sia posto un semispazio di spessore infinito).

Il risultato finale è il profilo verticale (centrale allo stendimento) delle onde “Vs” in funzione della profondità.

La strumentazione utilizzata per l’acquisizione ed elaborazione dei dati MASW e le caratteristiche operative sono state:

- sismografo digitale ECHO 12-24 2002, prodotto dalla ditta AMBROGEO S.r.l., caratterizzato da 24 canali di acquisizione digitale con dinamica a 16 bit, velocità di campionamento del segnale 0.1 millisecondi e filtro analogico Low Pass a 50 Hz;
- n. 1 stendimento con 24 geofoni verticali di frequenza propria 4.5 Hz e distanza intergeofonica 2 m (lunghezza totale dello stendimento 46 m);
- sorgente energizzante con massa battente da 10 kg;
- n. 6 punti di energizzazione in sequenza ed esterni allo stendimento alla distanza di 2, 4, 6, 8, 10, 12 m dal geofono n. 1;
- tempo di acquisizione del segnale 1000 millisecondi;
- software WIN-MASW 4.1, prodotto dalla EliaSoft, per l'elaborazione dei dati sismici; il programma restituisce lo spettro di velocità, il modello sperimentale / medio / migliore della "curva di dispersione", ed infine il profilo verticale della Vs.

In allegato è presente l'elaborato grafico che riporta il profilo verticale migliore delle onde S (centrale allo stendimento), il sismogramma acquisito in sito, lo spettro delle velocità di fase, la tabella con gli spessori dei sismostrati, le relative "Vs" ed i relativi modulo di taglio dinamico " G_{max} ".

PROVA SISMICA PASSIVA CON TROMOGRAFO

La prova sismica passiva (senza sollecitazione dinamica) con tromografo ha avuto lo scopo di rilevare le frequenze di vibrazione del sottosuolo in campo dinamico. La tecnica di analisi sismica H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) ha consentito di ottenere informazioni sulla caratterizzazione dinamica del sottosuolo sino a grande profondità (verifica dei contrasti d'impedenza tra le diverse litologie, frequenze di vibrazione attese in superficie), e ciò utilizzando i rapporti spettrali tra le componenti verticali e orizzontali del moto sismico al suolo registrato (onde di superficie quali Rayleigh, Love, ecc.).

La prova è stata eseguita con un sismometro digitale che consente l'acquisizione e la registrazione del "rumore sismico ambientale", ossia vibrazioni nel terreno generate da sorgenti non controllate che provocano piccolissimi spostamenti e sono rilevabili in qualsiasi punto della superficie terrestre. L'intervallo di frequenze che si può acquisire è molto ampio $<0.5 \text{ Hz} \div >10 \text{ Hz}$.

L'apparecchio utilizzato è portatile "tutto-in-uno" di dimensioni 10 x 7 x 14 cm, peso 1 kg ed è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente; l'apparecchio è alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V ed è fornito di GPS interno.

Una buona acquisizione del segnale deve essere:

- sufficientemente lunga,
- il segnale sismico deve essere multidirezionale e multifrequenziale,
- lo strumento deve essere saldamente ancorato al terreno.

Operativamente è stata effettuata un'acquisizione del rumore sismico della durata di 20' e l'apparecchio è stato posizionato in prossimità della prova CPT2 e centralmente allo stendimento della prova MASW.

In allegato è presente il rapporto di prova dell'indagine tromografica.

3) MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO

Il modello geologico dell'area d'indagine è stato elaborato con la definizione di più unità litotecniche (ORIZZONTI), le quali delimitano delle porzioni di sottosuolo di spessore significativo con caratteristiche litologiche e geotecniche analoghe.

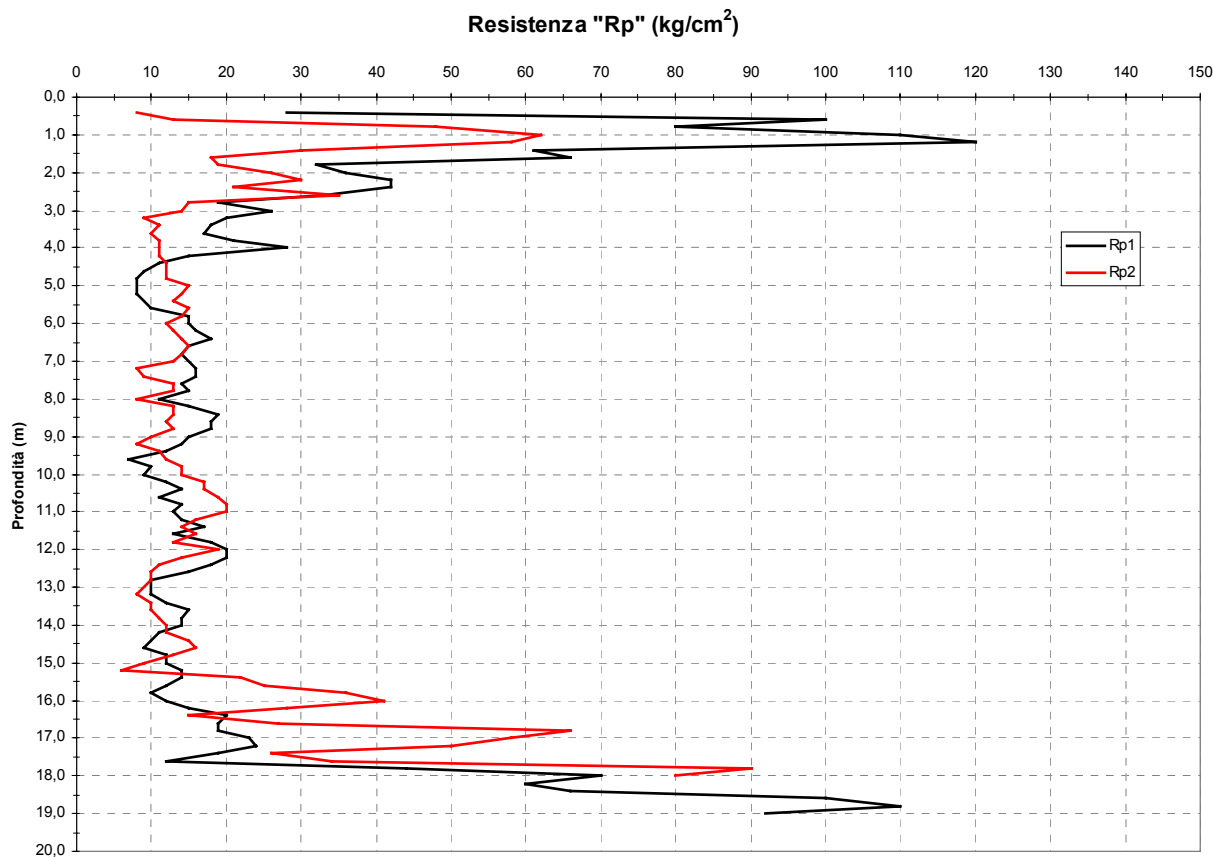
Il modello è stato interpretato analizzando i parametri acquisiti con l'elaborazione dei dati penetrometrici delle CPT1 e CPT2. La profondità verificata è 19 m. Poiché i dati disponibili sono limitati e puntuali, il modello di seguito descritto è da ritenersi indicativo e terrà conto degli elementi geologici più significativi.

3.1) Stratigrafia

La classificazione litologica delle terre è stata determinata indirettamente elaborando i dati penetrometrici ("Rp" e "RI") con i metodi di Schmertmann e di Begemann. Il primo metodo classifica il terreno in funzione dei valori "Rp" e "Rf" (rapporto delle resistenze RI/Rp), il secondo metodo classifica il terreno in funzione dell'indice granulometrico "F" (rapporto Rp/RI) confrontato con il valore "Rp". Entrambi i metodi di elaborazione forniscono una stima della litologia.

Il grafico successivo riporta cumulativamente i valori di Rp rilevati.

I due profili risultano molto simili nel loro sviluppo verticale, mentre esistono alcune differenze nei valori di resistenza per alcuni livelli, soprattutto sub-superficiali e profondi.



La tabella successiva riporta la suddivisione dei principali orizzonti litotecnici, la loro profondità media di “tetto” e di “base” (le quote sono state riferite al p.c. interno al parco presente sul lato nord del complesso ospedaliero), la classificazione litologica (fatte le debite approssimazioni è stato considerato il litotipo prevalente) e l'intervallo di variazione delle resistenze “Rp”.

Profondità (m)	Orizzonte	Rp (kg/cm²)	Classificazione
0 - 0.6			Terre vegetali eterogenee, coesive e poco plastiche; le resistenze Rp non sono significative
0.6 – 1.3/1.6	A	50 - 110	Sabbie fini e sabbie limose non plastiche molto addensate, ma le resistenze appaiono lateralmente discontinue; le resistenze minori sono in corrispondenza della CPT2, come pure lo spessore dell'orizzonte
1.3/1.6 – 3/4.2	B	18 - 42	Terre eterogenee fittamente stratificate limoso sabbiose, limoso argillose, argilloso limose, sabbiose, mediamente addensate; lo spessore dell'orizzonte e le resistenze medie sono maggiori in corrispondenza della CPT1
3/4.2 – 15.5/17.5	C	8 - 18	Terre fini coesive prevalentemente argillose e limoso argillose, di consistenza mediamente compatta
15.5/17.5 - 19	D	25 - 90	Sabbie e sabbie limose da sciolte a mediamente addensate

3.2) Idrogeologia

Il sottosuolo della zona si caratterizza in superficie per la presenza di terre prevalentemente sabbiose e limoso sabbiose con permeabilità primaria “K” che può essere stimata qualitativamente di grado MEDIO e MEDIO - BASSO (indicativamente “K” $10^{-03} \div 10^{-05}$ cm/s, Castany – Colombo); esse risulterebbero confinate alla base dalla presenza di terre prevalentemente argillose (orizzonte C) con permeabilità di grado MOLTO BASSO o NULLO (indicativamente “K” $<10^{-06} \div 10^{-07}$ cm/s).

Il profilo stratigrafico evidenzia la presenza di un primo acquifero sabbioso confinato, il cui “tetto” è presente alla profondità di 15.5 / 17.5 m (orizzonte D).

La presenza d'acqua è stata rilevata nei fori di prova delle CPT **alla profondità di 3.4 m (CPT2) e 4.3 m (CPT1)**.

Nelle elaborazioni dei parametri geotecnici tutti i terreni sono stati considerati, cautelativamente, saturi d'acqua oltre le quote piezometriche rilevate.

3.3) Parametrizzazione geotecnica

I parametri geotecnici caratterizzanti il sottosuolo sono stati determinati indirettamente con l'elaborazione dei dati penetrometrici “Rp” e “RI”, mediante formule empiriche e semiempiriche note in letteratura.

Di seguito saranno descritti i principali parametri utili per la classificazione geotecnica del sottosuolo, mentre in allegato sono presenti gli elaborati delle prove penetrometriche con tutti i parametri calcolati.

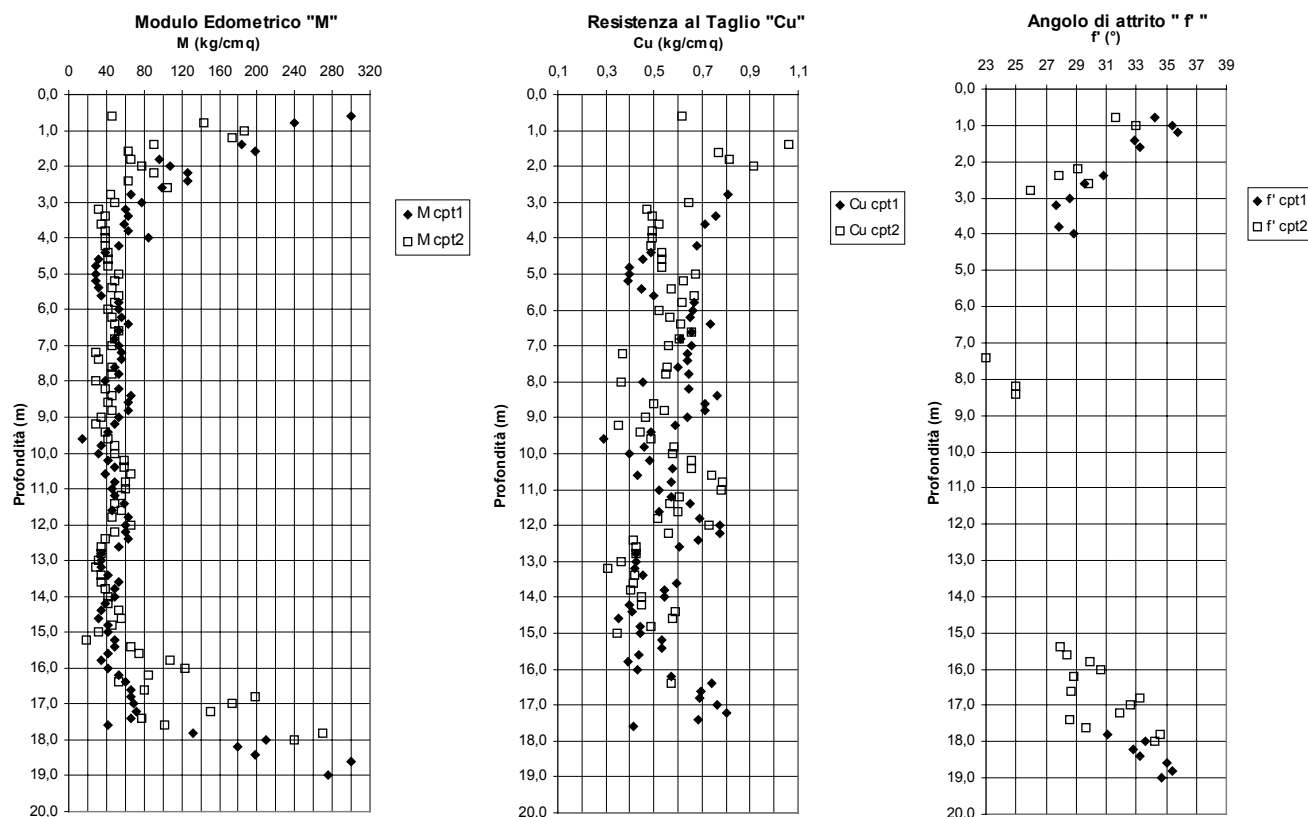
Non essendo stati prelevati dei campioni indisturbati per le analisi dirette di laboratorio, i parametri di seguito descritti sono da ritenersi indicativi.

La tabella successiva riporta la suddivisione delle principali unità litotecniche, la loro profondità media di “tetto” e di “base”, ed i seguenti parametri geotecnici (sono descritti i valori medi e gli intervalli di variazione, trascurando però i singoli valori di picco):

- comportamento meccanico prevalente delle terre;
- “Rp” è la resistenza alla punta Begemann misurata direttamente con l’esecuzione della prova penetrometrica statica;
- “ γ ” è il peso di volume delle terre; è stato determinato indirettamente con l’elaborazione dei parametri “Rp” e “RI”, eccetto la zona superficiale non satura dove sono stati assunti i valori di 1.7 Ton/m³;
- “Cu” è la resistenza al taglio non drenata (valore di picco) per terre fini coesive; è stata determinata indirettamente con l’elaborazione dei parametri “Rp”, pressione litostatica, ed un parametro adimensionale variabile in relazione alla consistenza della terra (15 ÷ 28) (Robertson, Campanella, 1983);
- “ ϕ ” è l’angolo di attrito efficace (valore di picco) per terre granulari fini (sabbie limose); è stato determinato indirettamente con l’elaborazione del parametro “Rp” (Meyerhof);
- “M” è il modulo di deformazione edometrica (per terre fini e granulari); è stato determinato indirettamente con l’elaborazione dei parametri “Rp” ed un parametro adimensionale variabile in relazione alla litologia, alla plasticità ed alla consistenza (Mitchell e Gardner, 1975);
- “OCR” è la stima del grado di sovraconsolidazione delle terre fini coesive; è stato determinato indirettamente con l’elaborazione dei parametri “Cu” e pressione litostatica efficace (Koutsoftas e Ladd, 1985).

Profondità (m)	Comportamento meccanico	Unità	Rp (kg/cm²)		γ (ton/m³)	Cu (kg/cm²)		ϕ (°)		M (kg/cm²)		OCR
			Rp range	Rp media		Cu range	Cu media	ϕ range	ϕ media	M range	M media	
0 - 0,6	Le caratteristiche geotecniche non sono significative											
0,6 - 1,3/1,6	granulare	A	50 - 110	56	1,7	-	-	32 - 34	33	150 - 300	168	-
1,3/1,6 - 3/4,2	granulare / coesivo	B	18 - 42	23	1,7 - 1,8	> 0,7	-	28 - 30	28	50 - 120	72	-
3/4,2 - 15,5/17,5	coesivo	C	8 - 18	13	1,89	0,4 - 0,65	0,53	-	-	30 - 60	44	1 - 4
15,5/17,5 - 19	granulare	D	25 - 90	43	1,91	-	-	28 - 35	30	70 - 300	108	-

I grafici successivi riportano la distribuzione puntuale dei principali parametri geotecnici ricavati dalle CPT sino alla profondità di 19 m.



4) PERICOLOSITA' SISMICA

L'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 ha classificato sismico il territorio comunale di **Bondeno** inserendolo in **Zona 3 (livello di sismicità basso)**, con accelerazione " a_g " orizzontale massima al suolo di riferimento (categoria A) **0.150g** (sono riferiti ad una probabilità del superamento del 10% in 50 anni).

L'O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 ha stabilito che il "livello di rischio sismico di base" del territorio da considerare nella progettazione strutturale, sia definito mediante l'utilizzo di mappe suddivise in fasce con differente gradiente d'accelerazione " a_g " massima al suolo di riferimento (categoria A). Nell'area d'indagine " a_g " è **0.100 ÷ 0.150g** (sono riferiti ad una probabilità del superamento del 10% in 50 anni).

Il D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) ha stabilito che la "pericolosità sismica di base" del sito sia definita da tre parametri variabili in funzione di prefissati periodi di ritorno " T_R " di un dato evento sismico:

- accelerazione (a_g) orizzontale massima al suolo di riferimento (categoria A),
- valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_o),
- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_c^*).

Opportune tabelle allegate alle NTC riportano i valori dei tre parametri di riferimento.

Relativamente all'area d'indagine ed in considerazione dell'opera in progetto, nella verifica dell'azione sismica la normativa consente l'utilizzo dei seguenti parametri:

latitudine località	= 44.8807
longitudine località	= 11.4149
Vita nominale dell'opera strutturale " V_N "	= ≥ 100 anni
Classe d'uso	= IV
Coeff. d'uso " C_u "	= 2
Periodo di riferimento " V_R " per l'azione sismica	= 200 anni
" T_R " "SLO" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 81%)	= 120 anni
" T_R " "SLD" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 63%)	= 201 anni
" T_R " "SLV" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 10%)	= 1898 anni
" T_R " "SLC" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 5%)	= 2475 anni
a_g al suolo di riferimento (categoria A) per SLO	= 0.071g
a_g al suolo di riferimento (categoria A) per SLD	= 0.091g
a_g al suolo di riferimento (categoria A) per SLV	= 0.235g
a_g al suolo di riferimento (categoria A) per SLC	= 0.260g

latitudine località	= 44.8807
longitudine località	= 11.4149
Vita nominale dell'opera strutturale " V_N "	= ≥ 50 anni
Classe d'uso	= IV

Coeff. d'uso "C _u "	= 2
Periodo di riferimento "V _R " per l'azione sismica	= 100 anni
"T _R " "SLO" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 81%)	= 60 anni
"T _R " "SLD" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 63%)	= 101 anni
"T _R " "SLV" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 10%)	= 949 anni
"T _R " "SLC" (probabilità di superamento nel periodo di riferimento 5%)	= 1950 anni
a _g al suolo di riferimento (categoria A) per SLO	= 0.050g
a _g al suolo di riferimento (categoria A) per SLD	= 0.065g
a _g al suolo di riferimento (categoria A) per SLV	= 0.179g
a _g al suolo di riferimento (categoria A) per SLC	= 0.237g

La *risposta sismica locale*, ossia le modifiche che un segnale sismico subisce localmente rispetto al segnale sismico di un sito di riferimento rigido (pericolosità sismica di base), dipendono dalle locali condizioni geologiche e topografiche. In riferimento al D.M. 14/01/2008 la "classificazione sismica del sottosuolo" e la "classificazione topografica del sito" consentono di stimare gli effetti di sito sul segnale sismico, ossia l'accelerazione di riferimento amplificata (o accelerazione massima attesa al sito "a_{max}").

4.1) Classificazione sismica del sottosuolo

Il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi del D.M. 14/01/2008 in funzione della "V_{s30}", ossia la velocità equivalente delle onde di taglio "Vs" sino alla profondità di 30 m.

I dati rilevati ed elaborati con la tecnica attiva MASW (la tecnica d'indagine è stata descritta al paragrafo 2.2) hanno consentito di determinare la presenza di diversi sismostrati con **velocità delle onde "Vs" variabili da 140 m/s a >260 m/s**.

Le velocità rilevate sono complessivamente crescenti con la profondità; esse risultano inferiori a 180 m/s sino alla profondità di 10 m, poi sono comprese tra 180 e 190 m/s sino alla profondità di circa 17 m, mentre a seguire sino alla profondità di 30 m sono maggiori di 260 m/s.

Il dettaglio del profilo verticale delle "Vs" evidenzia la possibile presenza di un'inversione delle velocità in corrispondenza dello strato 5 (profondità 14 ÷ 17 m), probabilmente per il passaggio da terreni più rigidi a meno rigidi.

L'elaborato presente in allegato riporta il profilo verticale delle "Vs", una tabella riassuntiva degli strati rilevati con il loro valore di modulo di taglio dinamico "G_{max}", il sismogramma di riferimento e lo spettro di velocità delle onde sismiche di Rayleigh.

L'equazione definita dalla normativa per il calcolo della "V_{s30}" è la seguente:

$$V_{s30} = 30 / (\sum h_i / V_i)$$

h_i = spessore dello strato i-esimo

V_i = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo

La classificazione del sottosuolo descritta nelle NTC è la seguente:

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi con valori $V_{s30} > 800$ m/s con strati di alterazione superficiale $h_{max} = 3$ m
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o terre a grana fina molto consistenti, con spessori > 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $N_{spt} > 50$, o coesione non drenata media $C_u > 250$ kPa)
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o terreni a grana fine di media consistenza, con spessori > 30 m, 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 ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa)
D	Depositi di terreni granulari scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori > 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$, $C_u < 70$ kPa)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessori < 20 m posti sul substrato di riferimento ($V_{s30} > 800$ m/s)
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s (ovvero $10 < C_u < 20$ kPa) che includono uno strato spesso almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Deposito di terreni suscettibili alla liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

In riferimento ai dati acquisiti:

$$V_{s30} = 211 \text{ m/s} \rightarrow \text{Categoria di sottosuolo} = C$$

La superficie topografica dell'area è pianeggiante:

$$\text{Categoria topografica} = T1$$

4.2) Accelerazione “ a_{max} ” e coefficiente sismico orizzontale “ k_h ”

L'accelerazione massima attesa in superficie “ a_{max} ” è l'amplificazione dell'accelerazione di base (moto su suolo rigido) a seguito degli effetti di sito (condizioni geologiche e topografiche). Essa può essere stimata con la seguente relazione (DM 14/01/2008)

$$a_{max} = S \cdot a_g$$

$$S = S_S \cdot S_T$$

S_S – coefficiente di amplificazione stratigrafica (in relazione alla categoria di sottosuolo)

S_T – coefficiente di amplificazione topografica (in relazione alla categoria topografica)

Considerando la classificazione sismica del sottosuolo, la classificazione topografica e la pericolosità di base del sito (NTC - DM 14/01/2008), i valori dei coefficienti suddetti e delle accelerazioni sismiche orizzontali amplificate al sito “ a_{max} ” sono:

Periodo di riferimento V_R	= 200 anni	
Coefficiente di amplificazione S_S	= 1.500 / 1.335 / 1.315	
Coefficiente di amplificazione S_T	= 1.0	
Coefficiente di amplificazione S	= 1.500 / 1.335 / 1.315	
a_g di riferimento (per SLO)	= 0.071g	=> $a_{max} = 0.107g$
a_g di riferimento (per SLD)	= 0.091g	=> $a_{max} = 0.137g$
a_g di riferimento (per SLV)	= 0.235g	=> $a_{max} = 0.317g$
a_g di riferimento (per SLC)	= 0.260g	=> $a_{max} = 0.342g$

Periodo di riferimento V_R	= 100 anni	
Coefficiente di amplificazione S_S	= 1.500 / 1.426 / 1.347	
Coefficiente di amplificazione S_T	= 1.0	
Coefficiente di amplificazione S	= 1.500 / 1.426 / 1.347	
a_g di riferimento (per SLO)	= 0.050g	=> $a_{max} = 0.075g$
a_g di riferimento (per SLD)	= 0.065g	=> $a_{max} = 0.098g$
a_g di riferimento (per SLV)	= 0.179g	=> $a_{max} = 0.255g$
a_g di riferimento (per SLC)	= 0.237g	=> $a_{max} = 0.319g$

Il **coefficiente sismico orizzontale “ k_h ”** è un parametro che permette di considerare l'inerzia del suolo in presenza dell'azione sismica, ovvero la riduzione della resistenza limite del sottosuolo. “ k_h ” può essere stimato con la seguente relazione valida per analisi pseudo-statiche (DM 14/01/2008)

$$k_h = \beta \cdot a_{max}/g$$

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione sismica massima = 0.20 ÷ 0.28

g = accelerazione di gravità

Periodo di riferimento $V_R = 200$ anni

$k_h = 0.026$ (SLO)

$k_h = 0.033$ (SLD)

$k_h = 0.089$ (SLV)

$k_h = 0.096$ (SLC)

Periodo di riferimento $V_R = 100$ anni

$k_h = 0.015$ (SLO)

$k_h = 0.020$ (SLD)

$k_h = 0.071$ (SLV)

$k_h = 0.089$ (SLC)

4.3) Frequenza di risonanza del sito

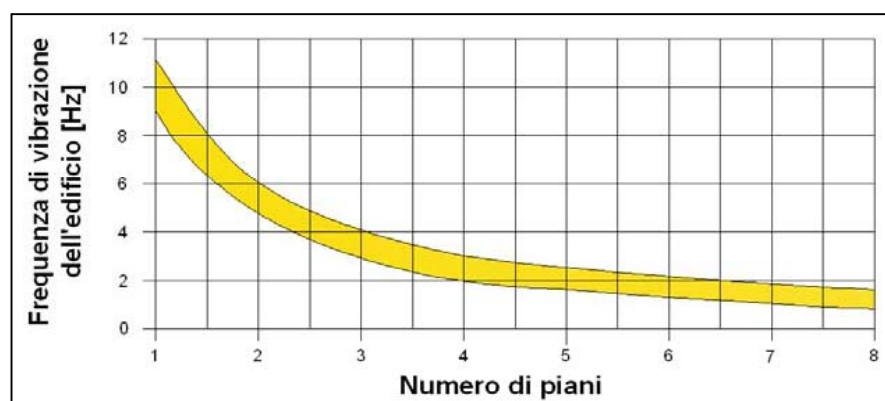
La frequenza fondamentale di sito del segnale sismico trasmessa in superficie, o **frequenza di risonanza**, rappresenta un importante parametro di riferimento per la verifica degli effetti di sito e della risposta sismica locale di un edificio.

La frequenza di risonanza è la frequenza a cui un sistema, eccitato da un impulso, vibra con maggiore ampiezza. Nel sottosuolo tale fenomeno si genera al passaggio da un materiale rigido ad uno molto più tenero.

Qualora una sollecitazione dinamica si prolunghi nel tempo, essa può diventare pericolosa per un edificio (progettato come elastico) quando il terreno trasmette una componente del segnale dinamico con la stessa frequenza di oscillazione della struttura, dando luogo al massimo delle amplificazioni del segnale sismico.

- Frequenza di oscillazione del terreno < frequenza naturale di oscillazione della struttura → i danni sono “limitati”
- Frequenza di oscillazione del terreno = frequenza naturale di oscillazione della struttura → i danni sono “illimitati”.

Il grafico successivo riporta empiricamente la frequenza di oscillazione di un edificio elastico in relazione al numero di piani.



La stima della frequenza di risonanza del sito è stata determinata con l'indagine sismica H.V.S.R. (o H/V). Mediante opportuni codici di calcolo la tecnica H.V.S.R. (descritta nel capitolo 2.2) utilizza i rapporti spettrali fra le componenti verticali ed orizzontali del moto sismico registrato (onde di superficie). Nello specifico sono state valutate le frequenze di picco della funzione H/V.

L'elaborazione dei dati acquisiti ha consentito di determinare due principali frequenze di picco conseguenti a dei significativi contrasti d'impedenza acustica nel sottosuolo. Gli elaborati presenti in allegato riportano le caratteristiche del segnale rilevato e le curve H/V.

Max. H/V 2 ÷ 3, frequenza **19.22 ± 4.46 Hz**

Max. H/V 2 ÷ 3, frequenza **0.84 ± 0.02 Hz**

La frequenza 19.22 Hz può essere associata al contrasto d'impedenza presente in superficie in corrispondenza delle sabbie compatte dell'orizzonte A; mentre la frequenza 0.84 Hz potrebbe essere associata ad un contrasto d'impedenza molto profondo (>100 m) ipotizzabile con la presenza del bedrock sismico (substrato con velocità delle onde di taglio $V_s > 800$ m/s). Da notare che il picco H/V a 0.84 Hz non è così marcato come ci si potrebbe aspettare, probabilmente per l'aumento di rigidità progressivo con la profondità.

4.4) Liquefazione delle sabbie

La normativa tecnica prevede che qualora siano presenti delle sabbie sature in posizione sub – superficiale debba essere verificata la suscettibilità alla loro liquefazione.

Il fenomeno della liquefazione delle sabbie è provocato da intense sollecitazioni dinamiche che possono determinare l'annullamento delle resistenze efficaci tra le particelle rendendo fluido il sedimento. Maggiore è la componente fine nel deposito sabbioso, e la sua profondità, maggiore saranno le resistenze alla liquefazione.

La normativa vigente prevede che la verifica della suscettibilità alla liquefazione sia eseguita quando la falda freatica è prossima alla superficie, ed il terreno di fondazione abbia le seguenti caratteristiche:

- ◆ presenza di strati o lenti di sabbie o sabbie limose continue e sature,
- ◆ significativo spessore,
- ◆ consistenza sciolta o mediamente compatta,
- ◆ profondità relativamente bassa (inferiore a 15 m) e comunque in funzione delle dimensioni dell'opera di progetto,
- ◆ magnitudo ≥ 5
- ◆ $a_{\max} \geq 0.1g$.

Nel caso specifico dell'area d'indagine non sono presenti nei primi 15 m di profondità sabbie sature. Limitatamente alle prove eseguite il sottosuolo non è suscettibile di fenomeni di liquefazione delle sabbie.

5) VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche della stabilità del sistema “terreno – opera di fondazione” sono state eseguite in riferimento agli “*stati limite*”: Stato Limite Ultimo (SLU) e Stato Limite di Esercizio (SLE). “SLU” è definito come lo stato al superamento del quale si ha fenomeni che mettono fuori servizio in modo irreversibile la struttura.

“SLE” è definito come lo stato al superamento del quale corrisponde la perdita di una particolare funzionalità che condiziona o limita la prestazione dell’opera.

Verificare la potenziale stabilità del terreno di fondazione richiede la conoscenza del tipo di struttura di fondazione. Allo stato attuale, in accordo con l’ingegnere strutturista, i calcoli hanno simulato, orientativamente, l’utilizzo di fondazioni dirette tipo travi continue di dimensioni standard.

5.1) Stato Limite Ultimo (SLU)

La verifica della sicurezza allo stato limite ultimo di resistenza del terreno è stata effettuata con il “*metodo dei coefficienti parziali*” e si basa sull’ipotesi della seguente condizione

$$E_d \leq R_d$$

E_d = valore di progetto dell’azione o degli effetti dell’azione (carico di progetto)

R_d = valore di progetto della resistenza del sottosuolo (carico limite)

$$R_d = 1/\gamma_R R [X_k/\gamma_M; a_d]$$

γ_R , γ_M , coefficienti parziali rispettivamente per la resistenza (R) ed i parametri geotecnici (X); a_d è la superficie.

Il carico di progetto (E_d) non è definito, pertanto lo scopo delle verifiche è stato individuare la **PRESSIONE LIMITE DI PROGETTO (R_d/A') cui fare riferimento per ottenere la condizione suddetta imposta dalla vigente normativa.**

“R” è stata calcolata utilizzando i parametri geotecnici caratteristici del sottosuolo presenti entro la profondità significativa, la quale è relativa all’altezza del “cuneo di tensioni” indotto dai carichi esterni. Le dimensioni del “cuneo di tensioni” sono in funzione della larghezza della fondazione (B) e dell’angolo di attrito del terreno (ϕ'). La stima dell’altezza del “cuneo di tensioni” (H), ossia lo spessore di sottosuolo in cui si può verificare la rottura del terreno, è data dalla seguente relazione (Meyerhof):

$$H = (B/2) \operatorname{tg} (45^\circ + \phi'/2)$$

Il calcolo delle resistenze unitarie limite (R/A') e di progetto (R_d/A') del sottosuolo di fondazione ha considerato le seguenti condizioni:

- ❑ **modello di calcolo Brich – Hansen 1970 (EC7 – EC8) con coefficienti correttivi** della portata i cui valori sono in funzione del sistema geotecnico (caratteristiche del terreno + geometria della fondazione);
- ❑ verifica di tipo geotecnico (GEO) per collasso per carico limite dei terreni di fondazione con **approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)** e **approccio 2 (A1 + M1 + R3)** (D.M. 14/01/2008);
- ❑ coefficiente parziale (γ_M) 1.25 per il calcolo del parametro di progetto dell'angolo di attrito " ϕ_d " (come previsto dal D.M. 14/01/2008);
- ❑ coefficienti parziali di sicurezza (γ_R) 1.8 ÷ 2.3 per il calcolo delle resistenze di progetto " R_d " (come previsto dal D.M. 14/01/2008);
- ❑ struttura di fondazione diretta tipo **trave continua** di variabili dimensioni;
- ❑ incastro della fondazione nel suolo 0.7 m;
- ❑ topografia del piano campagna e del piano di posa della fondazione orizzontale;
- ❑ il comportamento meccanico delle terre di fondazione entro il "cuneo di tensioni" è prevalentemente di tipo **granulare** per la presenza di litotipi sabbiosi e limoso sabbiosi;
- ❑ in considerazione delle caratteristiche meccaniche sub – superficiali la verifica alla rottura del terreno di fondazione è stata eseguita in condizioni drenate con tensioni efficaci ($\phi' \neq 0$; $C = 0$);
- ❑ in considerazione della stratigrafia sub–superficiale del sottosuolo e della geometria delle opere di fondazione, il **parametro caratteristico** utilizzato per il calcolo della resistenza limite è il valore medio più penalizzante di " ϕ " relativo alle terre superficiali degli orizzonti A e B;
- ❑ terreno saturo d'acqua oltre la profondità di 3 m;
- ❑ carico della struttura verticale statico applicato nel baricentro della fondazione;
- ❑ assenza di azioni orizzontali o flettenti;
- ❑ verifiche in assenza di sollecitazioni dinamiche (condizione statica) ed in presenza di sollecitazioni sismiche (condizione dinamica con analisi pseudo-statica).

L'equazione utilizzata per di calcolo della resistenza unitaria del sottosuolo è stata:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c d_c i_c h_{cf} + q N_q s_q d_q i_q h_{qf} + 0.5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma h_{\gamma f}$$

R/A'	= resistenza unitaria o pressione limite
A'	= area efficace della fondazione
c_u	= resistenza al taglio non drenata
q	= pressione litostatica sul piano di posa
γ'	= peso di volume efficace sotto il piano di posa della fondazione
N_q, N_γ	= fattori di capacità portante (Hansen, 1970)

s_c, s_q, s_γ	= coefficienti di forma in funzione della larghezza e della lunghezza della fondazione (Meyerhof, 1963)
d_c, d_q, d_γ	= coefficienti di profondità in funzione del piano di posa della fondazione e della sua larghezza (Hansen, 1970)
i_c, i_q, i_γ	= coefficienti d'inclinazione in funzione della componente orizzontale e verticale dei carichi in presenza di eccentricità e/o di azioni dinamiche (Vesic, 1970)
$h_{cq\gamma}$	= coefficienti correttivi in campo sismico (Maugeri e Novità, 2004).

Nelle condizioni di calcolo statiche i parametri considerati sono stati:

Fondazione diretta tipo trave continua

Condizioni di calcolo (DM 14/01/2008) = approcci 1.2 e 2

Comportamento meccanico del terreno = granulare

B = larghezza della fondazione = 70 ÷ 150 cm

Df = incastro della fondazione nel suolo = 0.7 m

Cu = resistenza al taglio n.d. = 0 kg/cm²

γ = peso di volume sottofondazione = 1.4 Ton/m³

ϕ'_k = angolo di attrito caratteristico = 28°

N_q = fattore di capacità portante = 8.68 ÷ 14.69

N_γ = fattore di capacità portante = 6.54 ÷ 14.55

q = pressione litostatica = 0.12 kg/cm²

d_q = coefficiente di profondità = 1.32 ÷ 1.14

d_γ = coefficiente di profondità = 1.0

s_q = coefficiente di forma = 1.01 ÷ 1.02

s_γ = coefficiente di forma = 0.99

$i_{q-\gamma}$ = coefficienti d'inclinazione = 1

Nelle condizioni di calcolo dinamiche le resistenze del sottosuolo sono state valutate inserendo nell'equazione suddetta i coefficienti correttivi "h" determinati con il metodo di Maugeri e Novità (2004). I coefficienti sono stati calcolati con le seguenti equazioni

$$h_\gamma = B (k_h^2 f) + C (k_h f) + 1$$

$$h_q = H (k_h^2 f) + I (k_h f) + 1$$

k_h : coefficiente sismico orizzontale in funzione dell'accelerazione massima al sito a_{max}

B, C, H, I: coefficienti in funzione dell'angolo d'attrito " ϕ "

f: coefficiente che tiene conto dell'effetto cinematico - inerziale indotto dal sisma (valore 1)

Periodo di riferimento V_R = 200 anni

a_{max} = accelerazione massima al sito = 0.317g (verifica SLV)

k_h = coeff. sismico orizzontale = 0.089

h_q = coeff. correttivo sismico = 0.81 ÷ 0.80

h_γ = coeff. correttivo sismico = 0.61 ÷ 0.66

Periodo di riferimento V_R	= 100 anni
a_{max} = accelerazione massima al sito	= 0.255g (verifica SLV)
k_h = coeff. sismico orizzontale	= 0.071
h_q = coeff. correttivo sismico	= 0.84
h_γ = coeff. correttivo sismico	= 0.68 ÷ 0.72

CONDIZIONI STATICHE (verifica SLV)

	Fondazione	Parametro caratteristico ϕ_k	Coeff. γ_M	Parametro di progetto ϕ_d	R/A' (kg/cm ²)	Coeff. γ_R	SLU R_d/A' (kg/cm ²)
App. 1 Comb. 2	Trave B70	28	1.25	23	1.69	1.8	0.94
App. 2	Trave B70	28	1	28	3.00	2.3	1.31
App. 1 Comb. 2	Trave B150	28	1.25	23	1.88	1.8	1.05
App. 2	Trave B150	28	1	28	3.54	2.3	1.54

CONDIZIONI DINAMICHE (verifica SLV)

	Fondazione	Parametro caratteristico ϕ_k	Coeff. γ_M	Parametro di progetto ϕ_d	Coeff. γ_R	V_R 200 anni R/A' (kg/cm ²)	V_R 200 anni SLU R_d/A' (kg/cm²)	V_R 100 anni R/A' (kg/cm ²)	V_R 100 anni SLU R_d/A' (kg/cm²)
App. 1 Comb. 2	Trave B70	28	1.25	23	1.8	1.30	0.72	1.37	0.76
App. 2	Trave B70	28	1	28	2.3	2.31	1.00	2.44	1.05
App. 1 Comb. 2	Trave B150	28	1.25	23	1.8	1.39	0.77	1.48	0.82
App. 2	Trave B150	28	1	28	2.3	2.63	1.14	2.79	1.21

5.2) Stato Limite di Esercizio (SLE)

La verifica allo stato limite di esercizio del sistema “terreno – opera di fondazione” è relativa alla verifica delle “tensioni – deformazioni compatibili del sottosuolo”, affinché non risulti pregiudicata o limitata la funzionalità e/o integrità delle opere.

Lo stato limite risulta verificato se

$$E_d \leq C_d$$

E_d = carico di progetto della struttura nello stato limite

C_d = carico che determina il max cedimento tollerabile

Il sottosuolo indagato risulta caratterizzato da terre poco compressibili sino alla profondità media di 3 / 4 m (modulo edometrico medio 72 kg/cm²), mentre a seguire sino alla profondità di 15 / 17 m sono presenti terre fini coesive probabilmente plastiche di consistenza mediamente compatta, normal consolidate o debolmente sovraconsolidate, e compressibili (modulo edometrico medio 44 kg/cm²).

Il calcolo delle deformazioni, o cedimenti, è stato eseguito in quei livelli in cui la componente granulometrica fine (limosa, argillosa, sabbiosa fine) è prevalente e rientrano nella “profondità significativa” del sottosuolo dove l'incremento di tensione verticale ΔP_v , provocata dal carico in fondazione, è superiore al 10 - 20 % della tensione litostatica efficace (Lancellotta).

Metodo di calcolo: edometrico di Terzaghi.

Distribuzione delle tensioni nel sottosuolo: teoria di Boussinesq.

$$\Delta H = \sum (P_v \cdot 1/M \cdot H)$$

ΔH = cedimento assoluto (cedimento immediato + cedimento per consolidazione)

H = spessore dello strato (nell'elaborazione sono stati considerati strati di 20 cm)

M = modulo di deformazione edometrica (M) di ogni singolo strato.

P_v = pressione verticale indotta nel sottosuolo dal carico esterno (punto centrale all'asse della fondazione)

In virtù della disponibilità di dati acquisiti indirettamente senza specifiche analisi di laboratorio, e delle assunzioni imposte dal metodo di calcolo, i risultati ottenuti sono indicativi e qualitativi del potenziale assestamento. L'entità del cedimento calcolata è assoluta e non considera i tempi di consolidazione.

Le verifiche sono state eseguite adottando le seguenti condizioni:

- ◆ i moduli edometrici sono stati ricavati indirettamente dai dati penetrometrici;
- ◆ in accordo con il progettista è stato simulato che i carichi della struttura siano distribuiti su fondazioni tipo travi continue di dimensioni standard (rispetto alla verifica SLU è stata considerata la larghezza di fondazione che induce le maggiori tensioni, 1.5 m);

- ◆ la profondità del piano di posa della fondazione è sub–superficiale;
- ◆ i carichi di esercizio (E_d) della struttura allo stato attuale non sono noti, ma a titolo orientativo è stata ipotizzata una pressione di esercizio unitaria (C_d/A') a contatto con il terreno compatibile con cedimenti <3 cm (in letteratura geotecnica è un valore ammissibile per edifici in muratura);
- ◆ nel calcolo è stato utilizzato un coefficiente di riduzione del “ ΔH ” per fondazioni rigide pari a 0.75;
- ◆ in considerazione delle dimensioni delle fondazioni, della stratigrafia del sottosuolo e delle caratteristiche meccaniche delle terre, la profondità significativa di calcolo è stata 7 m.

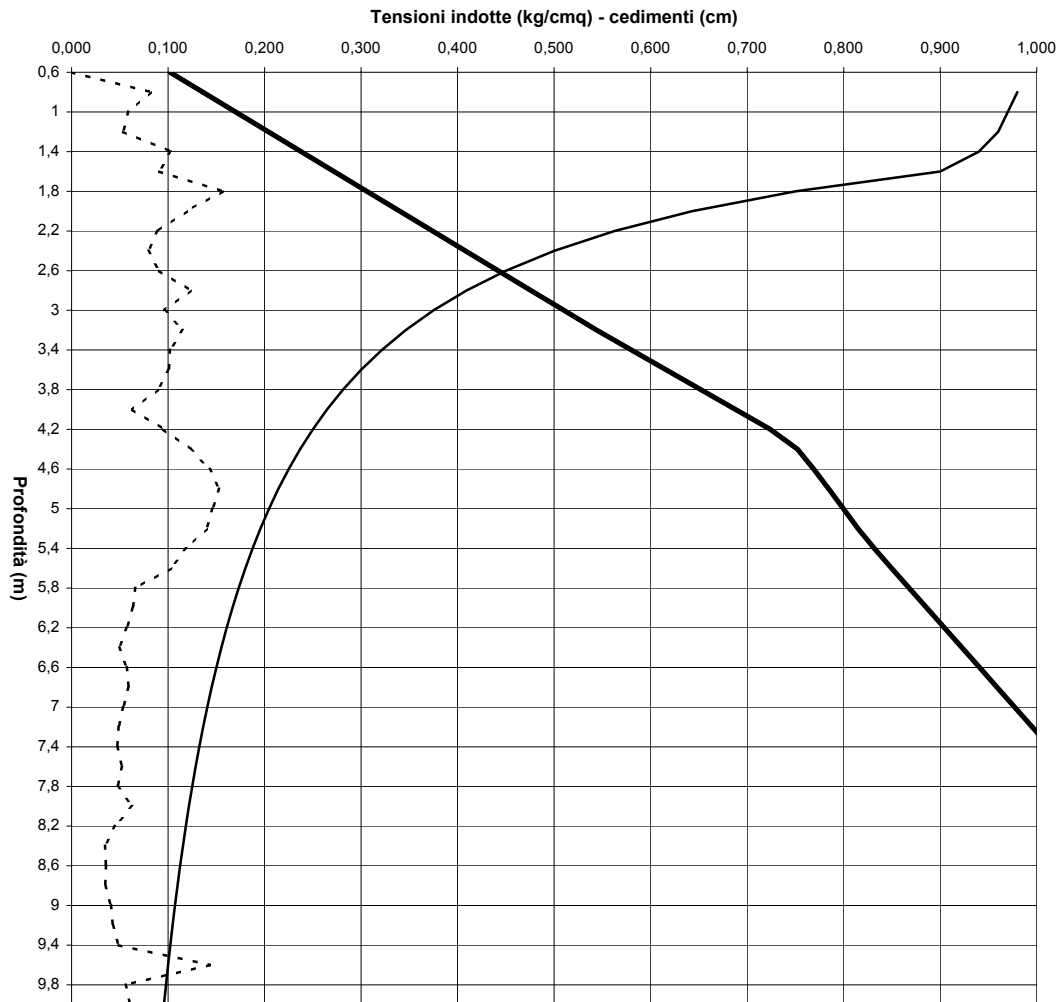
	<i>Trave di fondazione</i>	<i>Pressione di contatto (kg/cm²)</i>	<i>Cedimento (cm)</i>
CPT1	B150	1.0	2.0
CPT2	B150	1.0	2.7

Gli allegati grafici riportano le curve della distribuzione della tensione indotta (curva di Boussinesq), della tensione litostatica e dei cedimenti parziali (linea tratteggiata) ogni 20 cm di profondità.

Poiché la tipologia di fondazione utilizzata nelle elaborazioni è indicativa, sarà opportuno considerare che la larghezza della fondazione, la profondità del piano di posa, e la tensione trasmessa sono parametri determinanti nell’analisi della profondità significativa di calcolo e conseguentemente nell’entità del cedimento assoluto.

Prova n. 1

Tensioni indotte nel terreno di fondazione e cedimenti

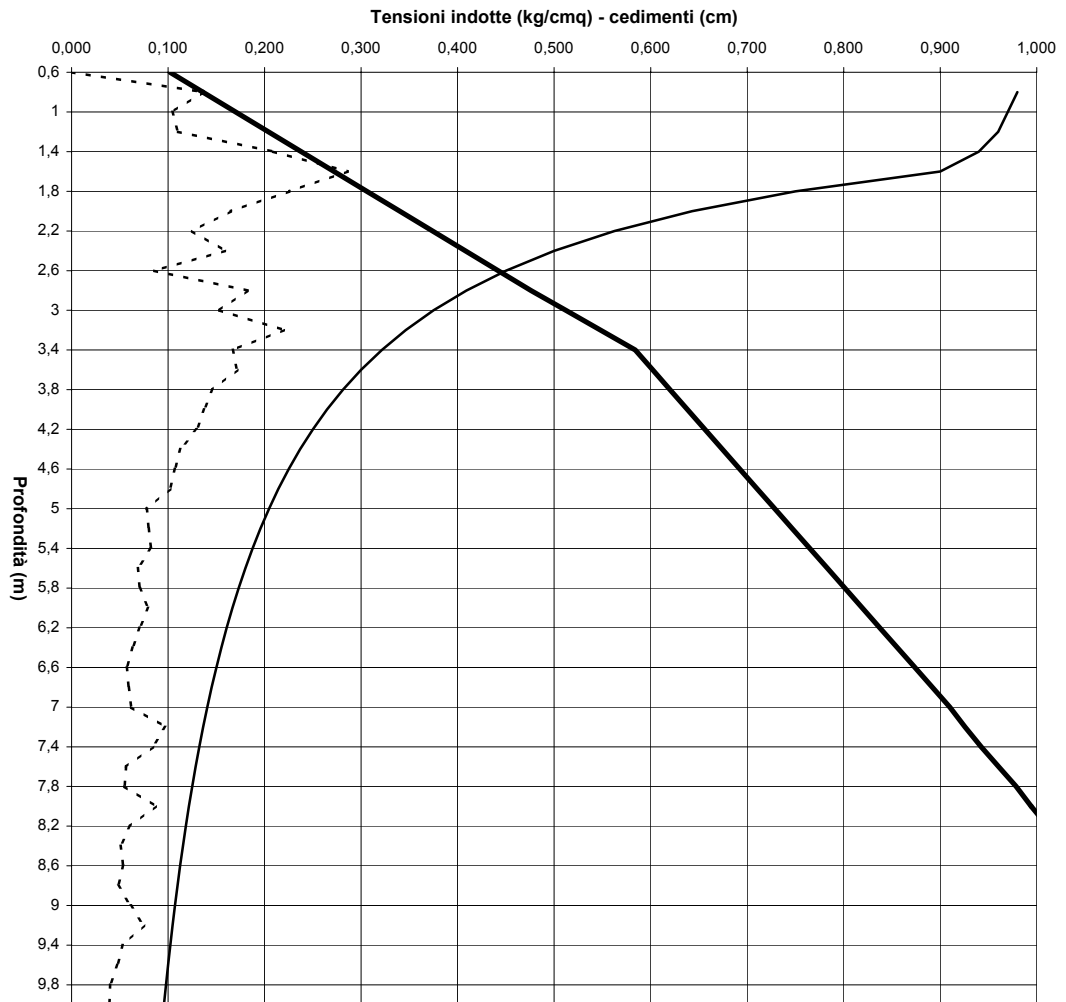


Tipo di fondazione: trave continua

Pressione di contatto q_0 :	1	kg/cmq
Larghezza B fondazione:	150	cm
Lunghezza L fondazione:		
Piano di posa fondazione:	0,7	m
Cedimenti	2,0	cm
Tensione litostatica efficace	—	
Tensione indotta dal sovraccarico	—	
Cedimenti (cm)	----	

Prova n. 2

Tensioni indotte nel terreno di fondazione e cedimenti



Tipo di fondazione: trave continua

Pressione di contatto q_0 :	1	kg/cmq
Larghezza B fondazione:	150	cm
Lunghezza L fondazione:		
Piano di posa fondazione:	0,7	m
Cedimenti	2,7	cm
Tensione litostatica efficace	—	
Tensione indotta dal sovraccarico	—	
Cedimenti (cm)	----	

6) SINTESI DEI RISULTATI

STRATIGRAFIA

Il sottosuolo dell'area indagata è stato caratterizzato con i dati rilevati durante l'esecuzione di due prove penetrometriche statiche spinte alla profondità di 19 m. I dati acquisiti nei due punti di prova sono complessivamente omogenei. In sub – superficie il sottosuolo è caratterizzato da sabbie e sabbie limose addensate sovrapposte ad alternanze di livelli limosi, argillosi, sabbiosi con resistenze discontinue; dalla profondità media di 3 / 4 m sino 15 / 17 m sono presente terre prevalentemente fini coesive argillose, probabilmente plastiche, di consistenza perlopiù mediamente compatta, con resistenze R_p medie di 8 / 18 kg/cm²; a seguire sino alla profondità di 19 m sono presente delle sabbie con resistenze medie variabili da 25 a 90 kg/cm².

PERICOLOSITA' SISMICA

Il sottosuolo è classificabile in **categoria C** con V_{s30} 211 m/s.

a_{max} è variabile da 0.075g a 0.342g in funzione dei parametri considerati per la definizione delle azioni sismiche: vita nominale " V_N " dell'edificio, periodo di riferimento " V_R ", stato limite di calcolo (SLO, SLD, SLV, SLC).

Nella propagazione del segnale sismico il sito presenta due frequenze di risonanza con funzione spettrale H/V simile: 19 Hz e 0.84 Hz.

STATO LIMITE ULTIMO (SLU)

Nelle verifiche di stabilità del sottosuolo orientativamente è stato simulato l'utilizzo di **fondazioni dirette tipo trave continua di dimensioni standard**. Le verifiche della stabilità del sistema geotecnico "terreno - opere di fondazione" allo Stato Limite Ultimo hanno consentito di stimare le resistenze unitarie di progetto (R_d/A') del sottosuolo con gli approcci 1.2 e 2 (D.M. 14/01/2008), nelle ipotesi di carico centrato in condizioni statiche e dinamiche (è stato considerato lo stato limite di salvaguardia della vita SLV). La variabilità dei dati è in funzione dell'approccio di calcolo, della larghezza di fondazione e, nella condizione dinamica, del periodo di riferimento " V_R ".

R_d/A' condizione statica 0.94 ÷ 1.54 kg/cm²

R_d/A' condizione dinamica 0.72 ÷ 1.21 kg/cm²

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Le verifiche della stabilità del sistema geotecnico "terreno – opera di fondazione" allo Stato Limite di Esercizio, ossia la determinazione delle tensioni compatibili con i cedimenti del sottosuolo, hanno dimostrato che le tensioni statiche indotte (per le soluzioni dimensionali adottate) sono tali da provocare dei cedimenti assoluti. A titolo orientativo è stata verificata la pressione (C_d/A') che indurrebbe cedimenti <3 cm.

C_d/A' 1.0 kg/cm²

Lì, 28 novembre 2011

Dott. Geol. Andrea Garbellini

PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)

Penetrometro statico Deep Drill SP100 Special da 100kN - punta meccanica modello Begemann; diametro del cono di punta 35.7 mm; area della punta conica 10 cmq; angolo di apertura del cono 60°; area laterale del manicotto 150 cmq; velocità di avanzamento della punta 2 cm/s

ELENCO DEGLI ELABORATI

- Stima litologica
- Profili R_p , R_l , F - Stratigrafia
- Parametri geotecnici

GRANDEZZE

R_p	= Resistenza alla punta	kg/cmq
R_l	= Resistenza unitaria di attrito laterale locale	kg/cmq
R_f	= Rapporto delle resistenze R_l / R_p (Friction Ratio)	%
L	= Classificazione dei terreni (Schmertmann, 1978; Begemann - A.G.I.)	
F	= Indice granulometrico (rapporto R_p / R_l)(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I.1977)	

$T - A_o$	= Torbe ed argille organiche ($F < 15$)
$L - A$	= Limi ed argille ($15 < F < 30$)
$Ls - SI$	= Limi sabbiosi e sabbie limose ($30 < F < 60$)
S	= Sabbie ($F > 60$)

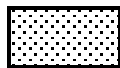
A_0	= argille organiche e terreni misti
A_1	= argille inorganiche - consistenza molto bassa
A_2	= argille inorganiche - consistenza bassa
A_3	= argille inorganiche - media
A_4	= argille inorganiche - compatte
A_5	= argille inorganiche - molto compatte
ASL	= argille sabbiose e limose
SAL	= sabbie argillose e limi
LS	= terre limose sabbiose
S_0	= sabbia sciolta
S_1	= sabbia mediamente addensata
S_2	= sabbia addensata o cementata
SG	= sabbie e ghiaie



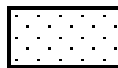
A



ASL



SAL



S

R_p	= Resistenza alla punta	kg/cmq
$C - G$	= Comportamento meccanico coesivo o granulare del terreno di fondazione	
γ	= Peso di volume unitario totale del terreno (valore medio)	T/mc
$1\phi^*$	= Angolo di attrito interno efficace per terreni non coesivi (Meyerhof 1956, per sabbie limose NC)	gradi
$2\phi^*$	= Angolo di attrito interno efficace per terreni non coesivi (Durgunoglu & Mitchell, per sabbie NC)	gradi
DR	= Densità relativa per terreni non coesivi NC (Schmertmann, 1976)	%
σ	= Tensione litostatica totale	kg/cmq
σ^*	= Tensione litostatica efficace	kg/cmq
C_u	= Resistenza al taglio non drenata delle terre coesive (Robertson, Campanella, 1983)	
OCR	= Rapporto di sovraconsolidazione per terreni coesivi (Koutsoftas e Ladd, 1985)	
E	= Modulo di Young (deformazione 25%) per una fondazione quadrata e nastriforme in terreni granulari (Schmertmann, 1970-1978), e per terreni coesivi NC (Bowles, 1991)	kg/cmq
M	= Modulo edometrico (Mitchell e Gardner, 1975)	kg/cmq
m_v	= Coefficiente di compressibilità volumetrica	cmq/kg
Unità	= Unità litotecnica interpretata	

Committente: Azienda U.S.L. Ferrara						Località: Via Dazio			Prof. inizio dati (m): 0,4					
Indirizzo: Ferrara						Data: 15/11/2011			Prof. finale (m): 19,0					
						Rif.: 72-11			Prof. preforo (m):					
Prova n. 1									Prof. falda (m): 4,3					
Stima Litologica									Penetrometro statico 100 kN - punta meccanica Begemann					
Prof. (m)	Rp (kg/cmq)	Rl (kg/cmq)	Rf (%)	F	L			Prof. (m)	Rp (kg/cmq)	Rl (kg/cmq)	Rf (%)	F	L	
					Schmertmann '78	A.G.I.77							Schmertmann '78	A.G.I.77
0,20								10,20	12,0	0,533	4,4	23	A4	L - A
0,40	28,0	0,667	2,4	42				10,40	14,0	0,533	3,8	26	ASL	L - A
0,60	100,0	3,333	3,3	30	LS	L - A		10,60	11,0	0,600	5,5	18	A4	L - A
0,80	80,0	1,333	1,7	60	S1	S		10,80	14,0	0,733	5,2	19	A4	L - A
1,00	110,0	2,000	1,8	55	S2	S		11,00	13,0	0,867	6,7	15	Ao	L - A
1,20	120,0	3,933	3,3	31	LS	S		11,20	14,0	0,733	5,2	19	A4	L - A
1,40	61,0	1,200	2,0	51	S1	S		11,40	17,0	0,800	4,7	21	A4	L - A
1,60	66,0	1,600	2,4	41	SAL	S		11,60	13,0	0,667	5,1	20	A4	L - A
1,80	32,0	1,600	5,0	20	A5	L - A		11,80	18,0	0,600	3,3	30	ASL	L - A
2,00	36,0	1,600	4,4	23	ASL	L - A		12,00	20,0	1,333	6,7	15	A5	L - A
2,20	42,0	1,467	3,5	29	ASL	L - A		12,20	20,0	1,067	5,3	19	A5	L - A
2,40	42,0	1,133	2,7	37	SAL	S		12,40	18,0	0,933	5,2	19	A4	L - A
2,60	33,0	1,000	3,0	33	SAL	S		12,60	15,0	0,800	5,3	19	A4	L - A
2,80	19,0	0,933	4,9	20	A4	L - A		12,80	10,0	0,467	4,7	21	A3	L - A
3,00	26,0	0,667	2,6	39	SAL	S		13,00	10,0	0,667	6,7	15	Ao	L - A
3,20	20,0	0,267	1,3	75	S1	S		13,20	10,0	0,533	5,3	19	A3	L - A
3,40	18,0	0,867	4,8	21	A4	L - A		13,40	12,0	0,667	5,6	18	A4	L - A
3,60	17,0	0,600	3,5	28	ASL	L - A		13,60	15,0	0,800	5,3	19	A4	L - A
3,80	21,0	0,600	2,9	35	SAL	S		13,80	14,0	0,800	5,7	18	A4	L - A
4,00	28,0	0,667	2,4	42	SAL	S		14,00	14,0	0,800	5,7	18	A4	L - A
4,20	15,0	0,600	4,0	25	A4	L - A		14,20	11,0	0,600	5,5	18	A4	L - A
4,40	11,0	0,467	4,2	24	A4	L - A		14,40	10,0	0,533	5,3	19	A3	L - A
4,60	9,0	0,533	5,9	17	Ao	L - A		14,60	9,0	0,533	5,9	17	Ao	L - A
4,80	8,0	0,467	5,8	17	Ao	L - A		14,80	12,0	0,467	3,9	26	ASL	L - A
5,00	8,0	0,533	6,7	15	Ao	L - A		15,00	12,0	0,400	3,3	30	ASL	L - A
5,20	8,0	0,533	6,7	15	Ao	L - A		15,20	14,0	0,533	3,8	26	ASL	L - A
5,40	9,0	0,400	4,4	23	A3	L - A		15,40	14,0	0,600	4,3	23	A4	L - A
5,60	10,0	0,400	4,0	25	A3	L - A		15,60	12,0	0,667	5,6	18	A4	L - A
5,80	15,0	0,733	4,9	20	A4	L - A		15,80	10,0	0,667	6,7	15	Ao	L - A
6,00	15,0	0,933	6,2	16	Ao	L - A		16,00	12,0	0,800	6,7	15	Ao	L - A
6,20	16,0	1,000	6,3	16	Ao	L - A		16,20	15,0	0,933	6,2	16	Ao	L - A
6,40	18,0	1,067	5,9	17	A4	L - A		16,40	20,0	1,133	5,7	18	A5	L - A
6,60	15,0	0,867	5,8	17	A4	L - A		16,60	19,0	1,067	5,6	18	A4	L - A
6,80	14,0	0,867	6,2	16	Ao	L - A		16,80	19,0	1,067	5,6	18	A4	L - A
7,00	15,0	0,933	6,2	16	Ao	L - A		17,00	23,0	1,067	4,6	22	ASL	L - A
7,20	16,0	1,000	6,3	16	Ao	L - A		17,20	24,0	1,267	5,3	19	A5	L - A
7,40	16,0	1,000	6,3	16	Ao	L - A		17,40	19,0	0,867	4,6	22	A4	L - A
7,60	14,0	0,733	5,2	19	A4	L - A		17,60	12,0	2,133	17,8	6	Ao	L - A
7,80	15,0	0,733	4,9	20	A4	L - A		17,80	44,0	1,067	2,4	41	SAL	S
8,00	11,0	0,733	6,7	15	Ao	L - A		18,00	70,0	0,667	1,0	105	S1	S
8,20	15,0	0,867	5,8	17	A4	L - A		18,20	60,0	0,667	1,1	90	S1	S
8,40	19,0	1,000	5,3	19	A4	L - A		18,40	66,0	1,333	2,0	50	S1	S
8,60	18,0	1,133	6,3	16	A5	L - A		18,60	100,0	1,333	1,3	75	S2	S
8,80	18,0	0,867	4,8	21	A4	L - A		18,80	110,0	1,200	1,1	92	S2	S
9,00	15,0	0,867	5,8	17	A4	L - A		19,00	92,0	1,200	1,3	77	S1	S
9,20	14,0	0,667	4,8	21	A4	L - A		19,20						
9,40	12,0	0,667	5,6	18	A4	L - A		19,40						
9,60	7,0	0,467	6,7	15	Ao	T - Ao		19,60						
9,80	10,0	0,467	4,7	21	A3	L - A		19,80						
10,00	9,0	0,600	6,7	15	Ao	L - A		20,00						

Committente: Azienda U.S.L. Ferrara
Indirizzo: Ferrara

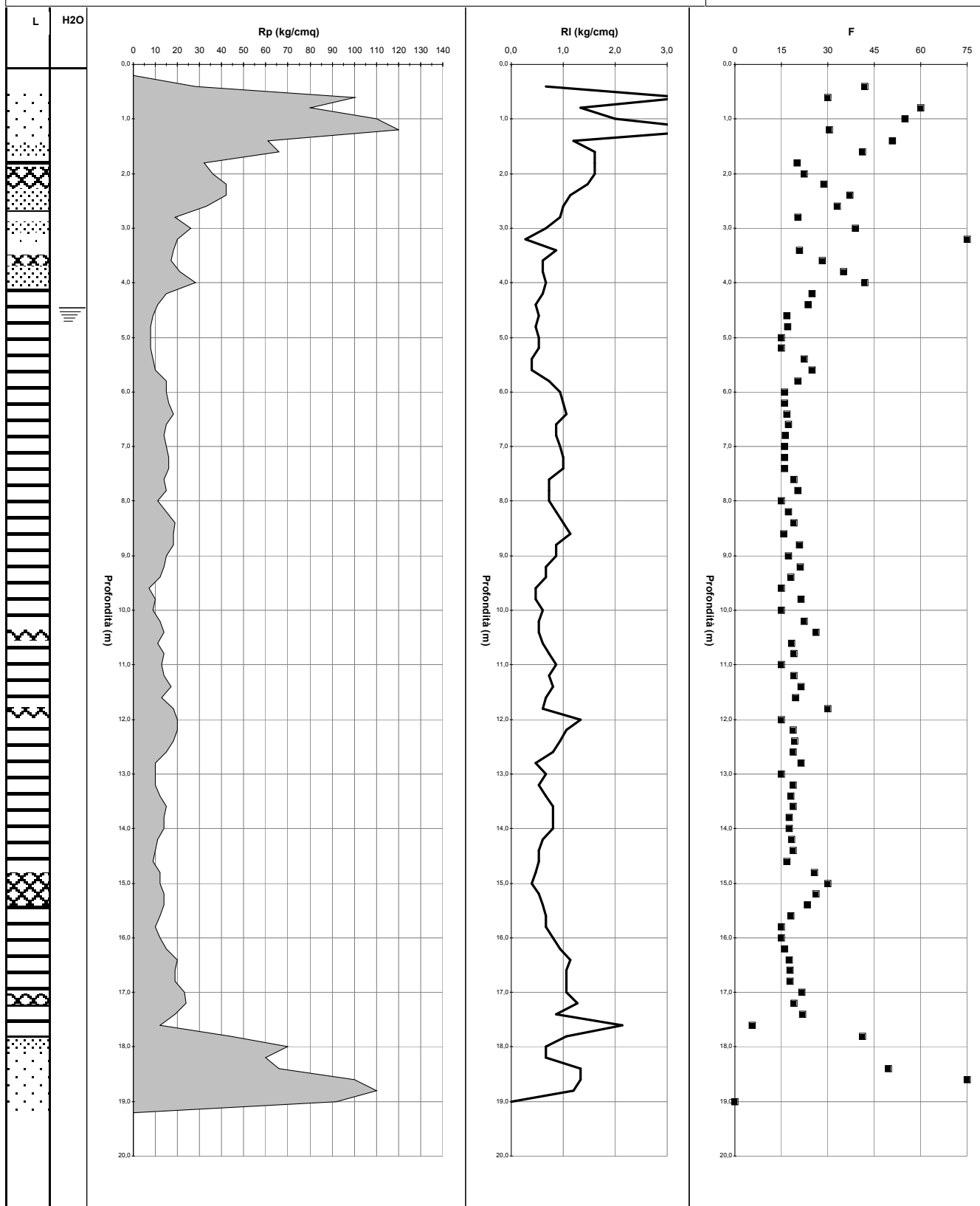
Località: Via Dazio - Bondeno
Data: 15/11/2011
Rif.: 72-11

Prof. inizio dati (m): 0.4
Prof. finale (m): 19
Prof. preforo (m):
Prof. falda (m): 4,3

Prova n. 1

Profili Rp, Ri, F - Stratigrafia

Penetrometro statico 100 kN
Punta meccanica Begemann



Committente: Azienda U.S.L. Ferrara				Località: Via Dazio - Bondeno						Prof. inizio dati (m): 0,4					
Indirizzo: Ferrara				Data: 15/11/2011						Prof. finale (m): 19,0					
				Rif.: 72-11						Prof. preforo (m):					
Prova n. 1										Prof. falda (m): 4,3					
Parametri geotecnici										Penetrometro statico 100kN - punta meccanica Begemann					
<div>prof. / Rp</div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>															

Committente: Azienda U.S.L. Ferrara							Località: Via Dazio			Prof. inizio dati (m): 0,4			
Indirizzo: Ferrara							Data: 15/11/2011			Prof. finale (m): 18,0			
Prova n. 2							Rif.: 72-11			Prof. preforo (m):			
										Prof. falda (m): 3,4			
Stima Litologica									Penetrometro statico 100 kN - punta meccanica Begemann				
Prof. (m)	Rp (kg/cmq)	Rl (kg/cmq)	Rf (%)	F	L		Prof. (m)	Rp (kg/cmq)	Rl (kg/cmq)	Rf (%)	F	L	
					Schmertmann '78	A.G.I.77						Schmertmann '78	A.G.I.77
0,20							10,20	17,0	0,733	4,3	23	A4	L - A
0,40	8,0	0,667	8,3	12			10,40	17,0	0,933	5,5	18	A4	L - A
0,60	13,0	1,067	8,2	12	Ao	L - A	10,60	19,0	0,800	4,2	24	A4	L - A
0,80	48,0	1,467	3,1	33	SAL	S	10,80	20,0	0,867	4,3	23	ASL	L - A
1,00	62,0	1,733	2,8	36	SAL	S	11,00	20,0	1,000	5,0	20	A5	L - A
1,20	58,0	2,000	3,4	29	SAL	L - A	11,20	16,0	0,733	4,6	22	A4	L - A
1,40	30,0	1,133	3,8	26	ASL	L - A	11,40	14,0	0,667	4,8	21	A4	L - A
1,60	18,0	1,400	7,8	13	A5	L - A	11,60	16,0	0,733	4,6	22	A4	L - A
1,80	19,0	1,067	5,6	18	A4	L - A	11,80	13,0	0,667	5,1	20	A4	L - A
2,00	26,0	0,867	3,3	30	ASL	L - A	12,00	19,0	0,800	4,2	24	A4	L - A
2,20	30,0	0,867	2,9	35	SAL	S	12,20	14,0	0,733	5,2	19	A4	L - A
2,40	21,0	0,667	3,2	32	SAL	S	12,40	11,0	0,600	5,5	18	A4	L - A
2,60	35,0	1,000	2,9	35	SAL	S	12,60	10,0	0,533	5,3	19	A3	L - A
2,80	15,0	0,400	2,7	38	SAL	Ls - SI	12,80	10,0	0,400	4,0	25	A3	L - A
3,00	14,0	0,867	6,2	16	Ao	L - A	13,00	9,0	0,467	5,2	19	A3	L - A
3,20	9,0	0,467	5,2	19	A3	L - A	13,20	8,0	0,400	5,0	20	A3	L - A
3,40	11,0	0,400	3,6	28	ASL	L - A	13,40	10,0	0,400	4,0	25	A3	L - A
3,60	10,0	0,333	3,3	30	A3	L - A	13,60	10,0	0,467	4,7	21	A3	L - A
3,80	11,0	0,400	3,6	28	ASL	L - A	13,80	11,0	0,467	4,2	24	A4	L - A
4,00	11,0	0,533	4,8	21	A4	L - A	14,00	12,0	0,733	6,1	16	Ao	L - A
4,20	11,0	0,467	4,2	24	A4	L - A	14,20	12,0	0,533	4,4	23	A4	L - A
4,40	12,0	0,533	4,4	23	A4	L - A	14,40	15,0	0,600	4,0	25	A4	L - A
4,60	12,0	0,467	3,9	26	ASL	L - A	14,60	16,0	0,667	4,2	24	A4	L - A
4,80	12,0	0,533	4,4	23	A4	L - A	14,80	13,0	0,533	4,1	24	A4	L - A
5,00	15,0	0,800	5,3	19	A4	L - A	15,00	9,0	0,400	4,4	23	A3	L - A
5,20	14,0	0,733	5,2	19	A4	L - A	15,20	6,0	0,133	2,2	45	SAL	Ls - SI
5,40	13,0	0,667	5,1	20	A4	L - A	15,40	22,0	0,667	3,0	33	SAL	S
5,60	15,0	0,667	4,4	23	A4	L - A	15,60	25,0	0,333	1,3	75	S1	S
5,80	14,0	0,733	5,2	19	A4	L - A	15,80	36,0	0,333	0,9	108	S1	S
6,00	12,0	0,667	5,6	18	A4	L - A	16,00	41,0	0,400	1,0	103	S1	S
6,20	13,0	0,667	5,1	20	A4	L - A	16,20	28,0	0,267	1,0	105	S1	S
6,40	14,0	0,667	4,8	21	A4	L - A	16,40	15,0	0,600	4,0	25	A4	L - A
6,60	15,0	0,667	4,4	23	A4	L - A	16,60	27,0	0,667	2,5	41	SAL	S
6,80	14,0	0,667	4,8	21	A4	L - A	16,80	66,0	0,667	1,0	99	S1	S
7,00	13,0	0,800	6,2	16	Ao	L - A	17,00	58,0	0,800	1,4	73	S1	S
7,20	8,0	0,400	5,0	20	A3	L - A	17,20	50,0	0,400	0,8	125	S1	S
7,40	9,0	0,267	3,0	34	ASL	Ls - SI	17,40	26,0	0,800	3,1	33	SAL	S
7,60	13,0	0,467	3,6	28	ASL	L - A	17,60	34,0	0,400	1,2	85	S1	S
7,80	13,0	0,667	5,1	20	A4	L - A	17,80	90,0	0,667	0,7	135	S1	S
8,00	8,0	0,467	5,8	17	Ao	L - A	18,00	80,0	0,667	0,8	120	S1	S
8,20	13,0	0,333	2,6	39	SAL	Ls - SI	18,20						
8,40	13,0	0,400	3,1	33	ASL	Ls - SI	18,40						
8,60	12,0	0,400	3,3	30	ASL	L - A	18,60						
8,80	13,0	0,533	4,1	24	A4	L - A	18,80						
9,00	10,0	0,533	5,3	19	A3	L - A	19,00						
9,20	8,0	0,333	4,2	24	A3	L - A	19,20						
9,40	11,0	0,467	4,2	24	A4	L - A	19,40						
9,60	12,0	0,533	4,4	23	A4	L - A	19,60						
9,80	14,0	0,533	3,8	26	ASL	L - A	19,80						
10,00	14,0	0,667	4,8	21	A4	L - A	20,00						

Committente: Azienda U.S.L. Ferrara
Indirizzo: Ferrara

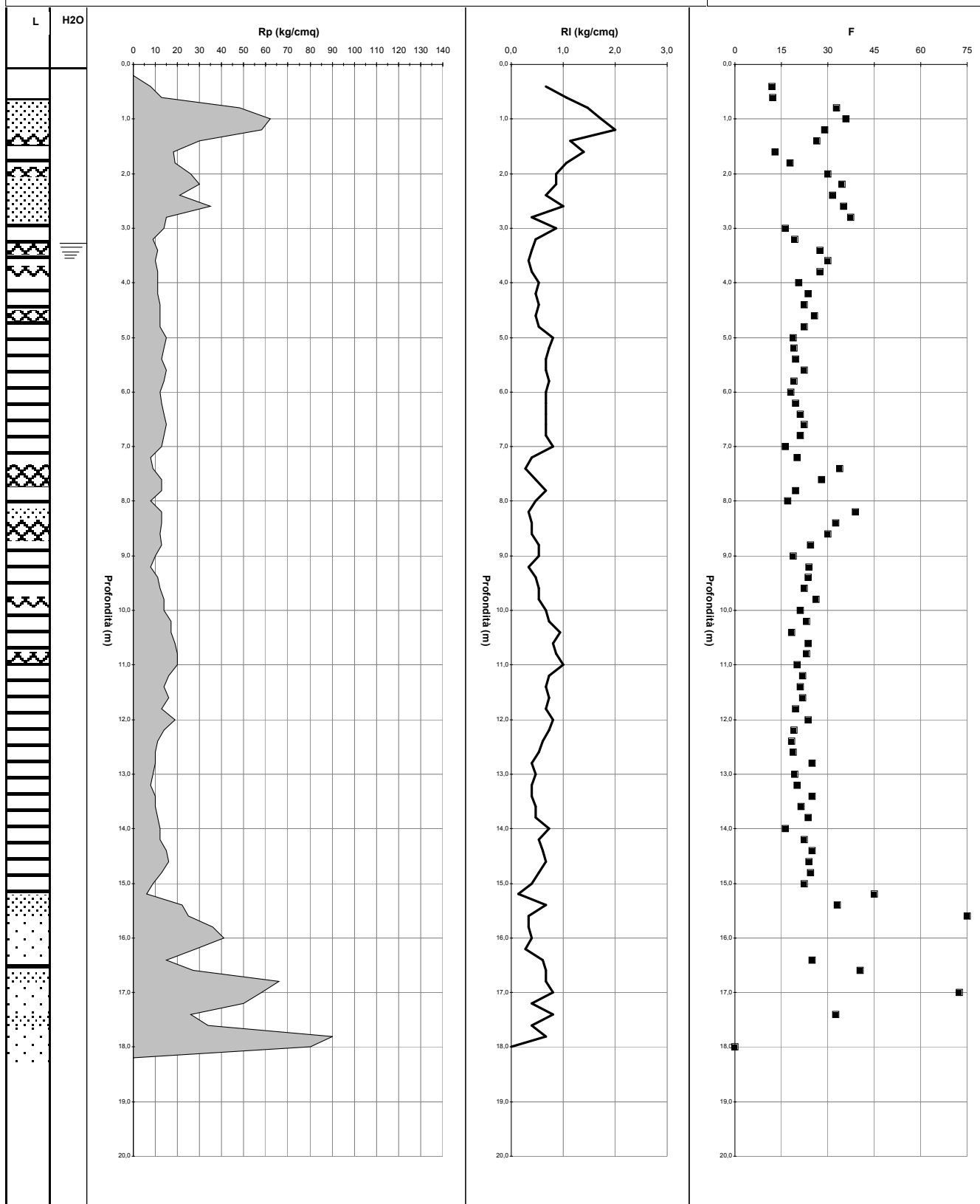
Località: Via Dazio - Bondeno
Data: 15/11/2011
Rif.: 72-11

Prof. inizio dati (m): 0.4
Prof. finale (m): 18
Prof. preforo (m):
Prof. falda (m): 3,4

Prova n. 2

Profili Rp, RI, F - Stratigrafia

Penetrometro statico 100 kN
Punta meccanica Begemann

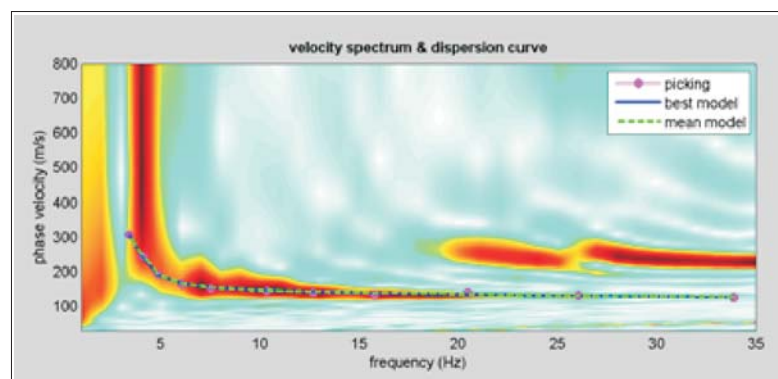
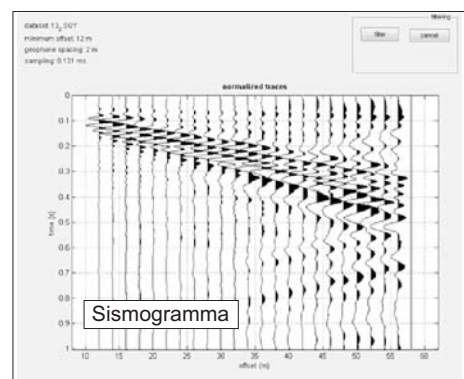


Committente: Azienda U.S.L. Ferrara			Località: Via Dazio - Bondeno							Prof. inizio dati (m): 0,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Indirizzo: Ferrara			Data: 15/11/2011							Prof. finale (m): 18,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			Rif.: 72-11							Prof. preforo (m):																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Prova n. 2										Prof. falda (m): 3,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Parametri geotecnici										Penetrometro statico 100kN - punta meccanica Begemann																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<table><tr><th>Prof.</th><th>Rp</th><th>C-G</th><th>γ</th><th>1φ*</th><th>2φ*</th><th>DR</th><th>σ</th><th>σ*</th><th>Cu</th><th>OCR</th><th>E</th><th>M</th><th>mv</th><th>Unità</th></tr><tr><td>m</td><td>kg/cmq</td><td></td><td>Ton/mc</td><td>(°)</td><td>(°)</td><td>%</td><td>kg/cmq</td><td>kg/cmq</td><td>kg/cmq</td><td></td><td>kg/cmq</td><td>kg/cmq</td><td>cmq/kg</td><td></td></tr></table>																	Prof.	Rp	C-G	γ	1φ*	2φ*	DR	σ	σ*	Cu	OCR	E	M	mv	Unità	m	kg/cmq		Ton/mc	(°)	(°)	%	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq		kg/cmq	kg/cmq	cmq/kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Prof.	Rp	C-G	γ	1φ*	2φ*	DR	σ	σ*	Cu	OCR	E	M	mv	Unità																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
m	kg/cmq		Ton/mc	(°)	(°)	%	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq		kg/cmq	kg/cmq	cmq/kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<div><div><div>0 10 20 30 40 50 60 70 80 90</div><div>prof. / Rp</div></div><table><tr><td>0,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0,2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0,4</td><td>8,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0,6</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,70</td><td></td><td></td><td></td><td>0,102</td><td>0,102</td><td>0,61</td><td>59,2</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>0,8</td><td>48,0</td><td>G</td><td>1,70</td><td>32</td><td>42</td><td>98</td><td>0,136</td><td>0,136</td><td></td><td></td><td>120</td><td>168</td><td>144</td><td>0,007</td><td></td></tr><tr><td>1,0</td><td>62,0</td><td>G</td><td>1,70</td><td>33</td><td>42</td><td>101</td><td>0,170</td><td>0,170</td><td></td><td></td><td>155</td><td>217</td><td>186</td><td>0,005</td><td>A</td></tr><tr><td>1,2</td><td>58,0</td><td>CS</td><td>1,70</td><td></td><td></td><td></td><td>0,204</td><td>0,204</td><td>2,06</td><td>113,3</td><td>464</td><td>174</td><td>0,006</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1,4</td><td>30,0</td><td>CS</td><td>1,70</td><td></td><td></td><td></td><td>0,238</td><td>0,238</td><td>1,06</td><td>40,8</td><td>240</td><td>90</td><td>0,011</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1,6</td><td>18,0</td><td>CS</td><td>1,70</td><td></td><td></td><td></td><td>0,272</td><td>0,272</td><td>0,77</td><td>23,1</td><td>144</td><td>63</td><td>0,016</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1,8</td><td>19,0</td><td>CS</td><td>1,70</td><td></td><td></td><td></td><td>0,306</td><td>0,306</td><td>0,81</td><td>21,3</td><td>152</td><td>67</td><td>0,015</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2,0</td><td>26,0</td><td>CS</td><td>1,70</td><td></td><td></td><td></td><td>0,340</td><td>0,340</td><td>0,92</td><td>21,7</td><td>208</td><td>78</td><td>0,013</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2,2</td><td>30,0</td><td>G</td><td>1,70</td><td>29</td><td>35</td><td>53</td><td>0,374</td><td>0,374</td><td></td><td></td><td>75</td><td>105</td><td>90</td><td>0,011</td><td>B</td></tr><tr><td>2,4</td><td>21,0</td><td>G</td><td>1,70</td><td>28</td><td>33</td><td>38</td><td>0,408</td><td>0,408</td><td></td><td></td><td>53</td><td>74</td><td>63</td><td>0,016</td><td></td></tr><tr><td>2,6</td><td>35,0</td><td>G</td><td>1,70</td><td>30</td><td>35</td><td>54</td><td>0,442</td><td>0,442</td><td></td><td></td><td>88</td><td>123</td><td>105</td><td>0,010</td><td></td></tr><tr><td>2,8</td><td>15,0</td><td>G</td><td>1,70</td><td>26</td><td>31</td><td>21</td><td>0,476</td><td>0,476</td><td></td><td></td><td>38</td><td>53</td><td>45</td><td>0,022</td><td></td></tr><tr><td>3,0</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,80</td><td></td><td></td><td></td><td>0,512</td><td>0,512</td><td>0,64</td><td>8,3</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3,2</td><td>9,0</td><td>CS</td><td>1,80</td><td></td><td></td><td></td><td>0,548</td><td>0,548</td><td>0,47</td><td>5,2</td><td>72</td><td>32</td><td>0,032</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3,4</td><td>11,0</td><td>CS</td><td>1,80</td><td></td><td></td><td></td><td>0,584</td><td>0,584</td><td>0,50</td><td>5,1</td><td>88</td><td>39</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3,6</td><td>10,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>0,622</td><td>0,602</td><td>0,52</td><td>5,2</td><td>80</td><td>35</td><td>0,029</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3,8</td><td>11,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>0,660</td><td>0,620</td><td>0,49</td><td>4,7</td><td>88</td><td>39</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4,0</td><td>11,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>0,698</td><td>0,638</td><td>0,49</td><td>4,5</td><td>88</td><td>39</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4,2</td><td>11,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>0,736</td><td>0,656</td><td>0,49</td><td>4,3</td><td>88</td><td>39</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4,4</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>0,774</td><td>0,674</td><td>0,53</td><td>4,7</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4,6</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>0,812</td><td>0,692</td><td>0,53</td><td>4,5</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4,8</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>0,850</td><td>0,710</td><td>0,53</td><td>4,4</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5,0</td><td>15,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>0,889</td><td>0,729</td><td>0,67</td><td>5,7</td><td>120</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5,2</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>0,927</td><td>0,747</td><td>0,62</td><td>5,0</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5,4</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>0,965</td><td>0,765</td><td>0,57</td><td>4,4</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5,6</td><td>15,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,003</td><td>0,783</td><td>0,67</td><td>5,1</td><td>120</td><td>53</td><td>0,019</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5,8</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,041</td><td>0,801</td><td>0,62</td><td>4,5</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>6,0</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>1,079</td><td>0,819</td><td>0,52</td><td>3,6</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>6,2</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,117</td><td>0,837</td><td>0,57</td><td>3,8</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>6,4</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,156</td><td>0,856</td><td>0,61</td><td>4,1</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>6,6</td><td>15,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,194</td><td>0,874</td><td>0,66</td><td>4,4</td><td>120</td><td>53</td><td>0,019</td><td></td><td></td></tr><tr><td>6,8</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,232</td><td>0,892</td><td>0,61</td><td>3,9</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>7,0</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,270</td><td>0,910</td><td>0,56</td><td>3,4</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>7,2</td><td>8,0</td><td>CS</td><td>1,78</td><td></td><td></td><td></td><td>1,306</td><td>0,926</td><td>0,37</td><td>2,0</td><td>64</td><td>28</td><td>0,036</td><td></td><td></td></tr><tr><td>7,4</td><td>9,0</td><td>G</td><td>1,84</td><td>23</td><td>25</td><td></td><td>1,342</td><td>0,942</td><td></td><td></td><td>23</td><td>32</td><td>0,032</td><td></td><td></td></tr><tr><td>7,6</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,381</td><td>0,961</td><td>0,55</td><td>3,2</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>7,8</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,419</td><td>0,979</td><td>0,55</td><td>3,1</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8,0</td><td>8,0</td><td>CS</td><td>1,78</td><td></td><td></td><td></td><td>1,454</td><td>0,994</td><td>0,36</td><td>1,8</td><td>64</td><td>28</td><td>0,036</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8,2</td><td>13,0</td><td>G</td><td>1,85</td><td>25</td><td>27</td><td></td><td>1,491</td><td>1,011</td><td></td><td></td><td>33</td><td>46</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8,4</td><td>13,0</td><td>G</td><td>1,85</td><td>25</td><td>27</td><td></td><td>1,528</td><td>1,028</td><td></td><td></td><td>33</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8,6</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>1,566</td><td>1,046</td><td>0,50</td><td>2,5</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8,8</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,604</td><td>1,064</td><td>0,54</td><td>2,7</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>9,0</td><td>10,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>1,642</td><td>1,082</td><td>0,46</td><td>2,2</td><td>80</td><td>35</td><td>0,029</td><td></td><td>C</td></tr><tr><td>9,2</td><td>8,0</td><td>CS</td><td>1,78</td><td></td><td></td><td></td><td>1,678</td><td>1,098</td><td>0,35</td><td>1,5</td><td>64</td><td>28</td><td>0,036</td><td></td><td></td></tr><tr><td>9,4</td><td>11,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>1,716</td><td>1,116</td><td>0,44</td><td>2,0</td><td>88</td><td>39</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>9,6</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>1,754</td><td>1,134</td><td>0,49</td><td>2,2</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>9,8</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,792</td><td>1,152</td><td>0,58</td><td>2,7</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10,0</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,830</td><td>1,170</td><td>0,58</td><td>2,6</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10,2</td><td>17,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,869</td><td>1,189</td><td>0,66</td><td>3,0</td><td>136</td><td>60</td><td>0,017</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10,4</td><td>17,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>1,907</td><td>1,207</td><td>0,66</td><td>2,9</td><td>136</td><td>60</td><td>0,017</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10,6</td><td>19,0</td><td>CS</td><td>1,92</td><td></td><td></td><td></td><td>1,945</td><td>1,225</td><td>0,74</td><td>3,4</td><td>152</td><td>67</td><td>0,015</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10,8</td><td>20,0</td><td>CS</td><td>1,92</td><td></td><td></td><td></td><td>1,984</td><td>1,244</td><td>0,78</td><td>3,5</td><td>160</td><td>60</td><td>0,017</td><td></td><td></td></tr><tr><td>11,0</td><td>20,0</td><td>CS</td><td>1,92</td><td></td><td></td><td></td><td>2,022</td><td>1,262</td><td>0,78</td><td>3,4</td><td>160</td><td>60</td><td>0,017</td><td></td><td></td></tr><tr><td>11,2</td><td>16,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,060</td><td>1,280</td><td>0,61</td><td>2,5</td><td>128</td><td>56</td><td>0,018</td><td></td><td></td></tr><tr><td>11,4</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,098</td><td>1,298</td><td>0,57</td><td>2,2</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>11,6</td><td>16,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,137</td><td>1,317</td><td>0,60</td><td>2,4</td><td>128</td><td>56</td><td>0,018</td><td></td><td></td></tr><tr><td>11,8</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,175</td><td>1,335</td><td>0,52</td><td>1,9</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12,0</td><td>19,0</td><td>CS</td><td>1,92</td><td></td><td></td><td></td><td>2,213</td><td>1,353</td><td>0,73</td><td>2,9</td><td>152</td><td>67</td><td>0,015</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12,2</td><td>14,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,251</td><td>1,371</td><td>0,56</td><td>2,0</td><td>112</td><td>49</td><td>0,020</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12,4</td><td>11,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,289</td><td>1,389</td><td>0,41</td><td>1,4</td><td>88</td><td>39</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12,6</td><td>10,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,327</td><td>1,407</td><td>0,43</td><td>1,4</td><td>80</td><td>35</td><td>0,029</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12,8</td><td>10,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,365</td><td>1,425</td><td>0,42</td><td>1,4</td><td>80</td><td>35</td><td>0,029</td><td></td><td></td></tr><tr><td>13,0</td><td>9,0</td><td>CS</td><td>1,84</td><td></td><td></td><td></td><td>2,402</td><td>1,442</td><td>0,37</td><td>1,1</td><td>72</td><td>32</td><td>0,032</td><td></td><td></td></tr><tr><td>13,2</td><td>8,0</td><td>CS</td><td>1,78</td><td></td><td></td><td></td><td>2,438</td><td>1,458</td><td>0,31</td><td>0,9</td><td>64</td><td>28</td><td>0,036</td><td></td><td></td></tr><tr><td>13,4</td><td>10,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,476</td><td>1,476</td><td>0,42</td><td>1,3</td><td>80</td><td>35</td><td>0,029</td><td></td><td></td></tr><tr><td>13,6</td><td>10,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,514</td><td>1,494</td><td>0,42</td><td>1,3</td><td>80</td><td>35</td><td>0,029</td><td></td><td></td></tr><tr><td>13,8</td><td>11,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,552</td><td>1,512</td><td>0,40</td><td>1,2</td><td>88</td><td>39</td><td>0,026</td><td></td><td></td></tr><tr><td>14,0</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,590</td><td>1,530</td><td>0,45</td><td>1,4</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>14,2</td><td>12,0</td><td>CS</td><td>1,90</td><td></td><td></td><td></td><td>2,628</td><td>1,548</td><td>0,45</td><td>1,3</td><td>96</td><td>42</td><td>0,024</td><td></td><td></td></tr><tr><td>14,4</td><td>15,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,666</td><td>1,566</td><td>0,59</td><td>1,8</td><td>120</td><td>53</td><td>0,019</td><td></td><td></td></tr><tr><td>14,6</td><td>16,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,704</td><td>1,584</td><td>0,58</td><td>1,8</td><td>128</td><td>56</td><td>0,018</td><td></td><td></td></tr><tr><td>14,8</td><td>13,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>2,743</td><td>1,603</td><td>0,49</td><td>1,4</td><td>104</td><td>46</td><td>0,022</td><td></td><td></td></tr><tr><td>15,0</td><td>9,0</td><td>CS</td><td>1,84</td><td></td><td></td><td></td><td>2,779</td><td>1,619</td><td>0,35</td><td>0,9</td><td>72</td><td>32</td><td>0,032</td><td></td><td></td></tr><tr><td>15,2</td><td>6,0</td><td>G</td><td>1,83</td><td>19</td><td>21</td><td></td><td>2,816</td><td>1,636</td><td></td><td></td><td>15</td><td>21</td><td>18</td><td>0,056</td><td></td></tr><tr><td>15,4</td><td>22,0</td><td>G</td><td>1,86</td><td>28</td><td>27</td><td>2</td><td>2,853</td><td>1,653</td><td></td><td></td><td>55</td><td>77</td><td>66</td><td>0,015</td><td></td></tr><tr><td>15,6</td><td>25,0</td><td>G</td><td>1,87</td><td>28</td><td>28</td><td>6</td><td>2,891</td><td>1,671</td><td></td><td></td><td>63</td><td>88</td><td>75</td><td>0,013</td><td></td></tr><tr><td>15,8</td><td>36,0</td><td>G</td><td>1,99</td><td>30</td><td>29</td><td>19</td><td>2,928</td><td>1,688</td><td></td><td></td><td>90</td><td>126</td><td>108</td><td>0,008</td><td></td></tr><tr><td>16,0</td><td>41,0</td><td>G</td><td>1,90</td><td>31</td><td>30</td><td>24</td><td>2,967</td><td>1,707</td><td></td><td></td><td>103</td><td>144</td><td>123</td><td>0,008</td><td></td></tr><tr><td>16,2</td><td>28,0</td><td>G</td><td>1,88</td><td>29</td><td>28</td><td>10</td><td>3,004</td><td>1,724</td><td></td><td></td><td>70</td><td>98</td><td>84</td><td>0,012</td><td></td></tr><tr><td>16,4</td><td>15,0</td><td>CS</td><td>1,91</td><td></td><td></td><td></td><td>3,042</td><td>1,742</td><td>0,57</td><td>1,6</td><td>120</td><td>53</td><td>0,019</td><td></td><td></td></tr><tr><td>16,6</td><td>27,0</td><td>G</td><td>1,87</td><td>29</td><td>28</td><td>8</td><td>3,080</td><td>1,760</td><td></td><td></td><td>68</td><td>95</td><td>81</td><td>0,012</td><td></td></tr><tr><td>16,8</td><td>66,0</td><td>G</td><td>1,94</td><td>33</td><td>32</td><td>40</td><td>3,119</td><td>1,779</td><td></td><td></td><td>165</td><td>231</td><td>198</td><td>0,005</td><td>D</td></tr><tr><td>17,0</td><td>58,0</td><td>G</td><td>1,93</td><td>33</td><td>31</td><td>35</td><td>3,157</td><td>1,797</td><td></td><td></td><td>145</td><td>203</td><td>174</td><td>0,006</td><td></td></tr><tr><td>17,2</td><td>50,0</td><td>G</td><td>1,92</td><td>32</td><td>30</td><td>29</td><td>3,195</td><td>1,815</td><td></td><td></td><td>125</td><td>175</td><td>150</td><td>0,007</td><td></td></tr><tr><td>17,4</td><td>26,0</td><td>G</td><td>1,87</td><td>29</td><td>27</td><td>5</td><td>3,233</td><td>1,833</td><td></td><td></td><td>65</td><td>91</td><td>78</td><td>0,013</td><td></td></tr><tr><td>17,6</td><td>34,0</td><td>G</td><td>1,89</td><td>30</td><td>29</td><td>15</td><td>3,271</td><td>1,851</td><td></td><td></td><td>85</td><td>119</td><td>102</td><td>0,010</td><td></td></tr><tr><td>17,8</td><td>90,0</td><td>G</td><td>1,98</td><td>35</td><td>33</td><td>50</td><td>3,310</td><td>1,870</td><td></td><td></td><td>225</td><td>315</td><td>270</td><td>0,004</td><td></td></tr><tr><td>18,0</td><td>80,0</td><td>G</td><td>1,96</td><td>34</td><td>33</td><td>45</td><td>3,350</td><td>1,890</td><td></td><td></td><td>200</td><td>280</td><td>240</td><td>0,004</td><td></td></tr><tr><td>18,2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>18,4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>18,6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>18,8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>19,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>19,2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>19,4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>19,6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>19,8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>20,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></div>																	0,0																0,2																0,4	8,0															0,6	13,0	CS	1,70				0,102	0,102	0,61	59,2	104	46	0,022			0,8	48,0	G	1,70	32	42	98	0,136	0,136			120	168	144	0,007		1,0	62,0	G	1,70	33	42	101	0,170	0,170			155	217	186	0,005	A	1,2	58,0	CS	1,70				0,204	0,204	2,06	113,3	464	174	0,006			1,4	30,0	CS	1,70				0,238	0,238	1,06	40,8	240	90	0,011			1,6	18,0	CS	1,70				0,272	0,272	0,77	23,1	144	63	0,016			1,8	19,0	CS	1,70				0,306	0,306	0,81	21,3	152	67	0,015			2,0	26,0	CS	1,70				0,340	0,340	0,92	21,7	208	78	0,013			2,2	30,0	G	1,70	29	35	53	0,374	0,374			75	105	90	0,011	B	2,4	21,0	G	1,70	28	33	38	0,408	0,408			53	74	63	0,016		2,6	35,0	G	1,70	30	35	54	0,442	0,442			88	123	105	0,010		2,8	15,0	G	1,70	26	31	21	0,476	0,476			38	53	45	0,022		3,0	14,0	CS	1,80				0,512	0,512	0,64	8,3	112	49	0,020			3,2	9,0	CS	1,80				0,548	0,548	0,47	5,2	72	32	0,032			3,4	11,0	CS	1,80				0,584	0,584	0,50	5,1	88	39	0,026			3,6	10,0	CS	1,90				0,622	0,602	0,52	5,2	80	35	0,029			3,8	11,0	CS	1,90				0,660	0,620	0,49	4,7	88	39	0,026			4,0	11,0	CS	1,90				0,698	0,638	0,49	4,5	88	39	0,026			4,2	11,0	CS	1,90				0,736	0,656	0,49	4,3	88	39	0,026			4,4	12,0	CS	1,90				0,774	0,674	0,53	4,7	96	42	0,024			4,6	12,0	CS	1,90				0,812	0,692	0,53	4,5	96	42	0,024			4,8	12,0	CS	1,90				0,850	0,710	0,53	4,4	96	42	0,024			5,0	15,0	CS	1,91				0,889	0,729	0,67	5,7	120	46	0,022			5,2	14,0	CS	1,91				0,927	0,747	0,62	5,0	112	49	0,020			5,4	13,0	CS	1,91				0,965	0,765	0,57	4,4	104	46	0,022			5,6	15,0	CS	1,91				1,003	0,783	0,67	5,1	120	53	0,019			5,8	14,0	CS	1,91				1,041	0,801	0,62	4,5	112	49	0,020			6,0	12,0	CS	1,90				1,079	0,819	0,52	3,6	96	42	0,024			6,2	13,0	CS	1,91				1,117	0,837	0,57	3,8	104	46	0,022			6,4	14,0	CS	1,91				1,156	0,856	0,61	4,1	112	49	0,020			6,6	15,0	CS	1,91				1,194	0,874	0,66	4,4	120	53	0,019			6,8	14,0	CS	1,91				1,232	0,892	0,61	3,9	112	49	0,020			7,0	13,0	CS	1,91				1,270	0,910	0,56	3,4	104	46	0,022			7,2	8,0	CS	1,78				1,306	0,926	0,37	2,0	64	28	0,036			7,4	9,0	G	1,84	23	25		1,342	0,942			23	32	0,032			7,6	13,0	CS	1,91				1,381	0,961	0,55	3,2	104	46	0,022			7,8	13,0	CS	1,91				1,419	0,979	0,55	3,1	104	46	0,022			8,0	8,0	CS	1,78				1,454	0,994	0,36	1,8	64	28	0,036			8,2	13,0	G	1,85	25	27		1,491	1,011			33	46	0,026			8,4	13,0	G	1,85	25	27		1,528	1,028			33	46	0,022			8,6	12,0	CS	1,90				1,566	1,046	0,50	2,5	96	42	0,024			8,8	13,0	CS	1,91				1,604	1,064	0,54	2,7	104	46	0,022			9,0	10,0	CS	1,90				1,642	1,082	0,46	2,2	80	35	0,029		C	9,2	8,0	CS	1,78				1,678	1,098	0,35	1,5	64	28	0,036			9,4	11,0	CS	1,90				1,716	1,116	0,44	2,0	88	39	0,026			9,6	12,0	CS	1,90				1,754	1,134	0,49	2,2	96	42	0,024			9,8	14,0	CS	1,91				1,792	1,152	0,58	2,7	112	49	0,020			10,0	14,0	CS	1,91				1,830	1,170	0,58	2,6	112	49	0,020			10,2	17,0	CS	1,91				1,869	1,189	0,66	3,0	136	60	0,017			10,4	17,0	CS	1,91				1,907	1,207	0,66	2,9	136	60	0,017			10,6	19,0	CS	1,92				1,945	1,225	0,74	3,4	152	67	0,015			10,8	20,0	CS	1,92				1,984	1,244	0,78	3,5	160	60	0,017			11,0	20,0	CS	1,92				2,022	1,262	0,78	3,4	160	60	0,017			11,2	16,0	CS	1,91				2,060	1,280	0,61	2,5	128	56	0,018			11,4	14,0	CS	1,91				2,098	1,298	0,57	2,2	112	49	0,020			11,6	16,0	CS	1,91				2,137	1,317	0,60	2,4	128	56	0,018			11,8	13,0	CS	1,91				2,175	1,335	0,52	1,9	104	46	0,022			12,0	19,0	CS	1,92				2,213	1,353	0,73	2,9	152	67	0,015			12,2	14,0	CS	1,91				2,251	1,371	0,56	2,0	112	49	0,020			12,4	11,0	CS	1,90				2,289	1,389	0,41	1,4	88	39	0,026			12,6	10,0	CS	1,90				2,327	1,407	0,43	1,4	80	35	0,029			12,8	10,0	CS	1,90				2,365	1,425	0,42	1,4	80	35	0,029			13,0	9,0	CS	1,84				2,402	1,442	0,37	1,1	72	32	0,032			13,2	8,0	CS	1,78				2,438	1,458	0,31	0,9	64	28	0,036			13,4	10,0	CS	1,90				2,476	1,476	0,42	1,3	80	35	0,029			13,6	10,0	CS	1,90				2,514	1,494	0,42	1,3	80	35	0,029			13,8	11,0	CS	1,90				2,552	1,512	0,40	1,2	88	39	0,026			14,0	12,0	CS	1,90				2,590	1,530	0,45	1,4	96	42	0,024			14,2	12,0	CS	1,90				2,628	1,548	0,45	1,3	96	42	0,024			14,4	15,0	CS	1,91				2,666	1,566	0,59	1,8	120	53	0,019			14,6	16,0	CS	1,91				2,704	1,584	0,58	1,8	128	56	0,018			14,8	13,0	CS	1,91				2,743	1,603	0,49	1,4	104	46	0,022			15,0	9,0	CS	1,84				2,779	1,619	0,35	0,9	72	32	0,032			15,2	6,0	G	1,83	19	21		2,816	1,636			15	21	18	0,056		15,4	22,0	G	1,86	28	27	2	2,853	1,653			55	77	66	0,015		15,6	25,0	G	1,87	28	28	6	2,891	1,671			63	88	75	0,013		15,8	36,0	G	1,99	30	29	19	2,928	1,688			90	126	108	0,008		16,0	41,0	G	1,90	31	30	24	2,967	1,707			103	144	123	0,008		16,2	28,0	G	1,88	29	28	10	3,004	1,724			70	98	84	0,012		16,4	15,0	CS	1,91				3,042	1,742	0,57	1,6	120	53	0,019			16,6	27,0	G	1,87	29	28	8	3,080	1,760			68	95	81	0,012		16,8	66,0	G	1,94	33	32	40	3,119	1,779			165	231	198	0,005	D	17,0	58,0	G	1,93	33	31	35	3,157	1,797			145	203	174	0,006		17,2	50,0	G	1,92	32	30	29	3,195	1,815			125	175	150	0,007		17,4	26,0	G	1,87	29	27	5	3,233	1,833			65	91	78	0,013		17,6	34,0	G	1,89	30	29	15	3,271	1,851			85	119	102	0,010		17,8	90,0	G	1,98	35	33	50	3,310	1,870			225	315	270	0,004		18,0	80,0	G	1,96	34	33	45	3,350	1,890			200	280	240	0,004		18,2																18,4																18,6																18,8																19,0																19,2																19,4																19,6																19,8																20,0															
0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
0,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
0,4	8,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0,6	13,0	CS	1,70				0,102	0,102	0,61	59,2	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0,8	48,0	G	1,70	32	42	98	0,136	0,136			120	168	144	0,007																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1,0	62,0	G	1,70	33	42	101	0,170	0,170			155	217	186	0,005	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1,2	58,0	CS	1,70				0,204	0,204	2,06	113,3	464	174	0,006																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1,4	30,0	CS	1,70				0,238	0,238	1,06	40,8	240	90	0,011																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1,6	18,0	CS	1,70				0,272	0,272	0,77	23,1	144	63	0,016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1,8	19,0	CS	1,70				0,306	0,306	0,81	21,3	152	67	0,015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
2,0	26,0	CS	1,70				0,340	0,340	0,92	21,7	208	78	0,013																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
2,2	30,0	G	1,70	29	35	53	0,374	0,374			75	105	90	0,011	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2,4	21,0	G	1,70	28	33	38	0,408	0,408			53	74	63	0,016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
2,6	35,0	G	1,70	30	35	54	0,442	0,442			88	123	105	0,010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
2,8	15,0	G	1,70	26	31	21	0,476	0,476			38	53	45	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
3,0	14,0	CS	1,80				0,512	0,512	0,64	8,3	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3,2	9,0	CS	1,80				0,548	0,548	0,47	5,2	72	32	0,032																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3,4	11,0	CS	1,80				0,584	0,584	0,50	5,1	88	39	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3,6	10,0	CS	1,90				0,622	0,602	0,52	5,2	80	35	0,029																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3,8	11,0	CS	1,90				0,660	0,620	0,49	4,7	88	39	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4,0	11,0	CS	1,90				0,698	0,638	0,49	4,5	88	39	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4,2	11,0	CS	1,90				0,736	0,656	0,49	4,3	88	39	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4,4	12,0	CS	1,90				0,774	0,674	0,53	4,7	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4,6	12,0	CS	1,90				0,812	0,692	0,53	4,5	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4,8	12,0	CS	1,90				0,850	0,710	0,53	4,4	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5,0	15,0	CS	1,91				0,889	0,729	0,67	5,7	120	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5,2	14,0	CS	1,91				0,927	0,747	0,62	5,0	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5,4	13,0	CS	1,91				0,965	0,765	0,57	4,4	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5,6	15,0	CS	1,91				1,003	0,783	0,67	5,1	120	53	0,019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5,8	14,0	CS	1,91				1,041	0,801	0,62	4,5	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6,0	12,0	CS	1,90				1,079	0,819	0,52	3,6	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6,2	13,0	CS	1,91				1,117	0,837	0,57	3,8	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6,4	14,0	CS	1,91				1,156	0,856	0,61	4,1	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6,6	15,0	CS	1,91				1,194	0,874	0,66	4,4	120	53	0,019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6,8	14,0	CS	1,91				1,232	0,892	0,61	3,9	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7,0	13,0	CS	1,91				1,270	0,910	0,56	3,4	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7,2	8,0	CS	1,78				1,306	0,926	0,37	2,0	64	28	0,036																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7,4	9,0	G	1,84	23	25		1,342	0,942			23	32	0,032																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7,6	13,0	CS	1,91				1,381	0,961	0,55	3,2	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7,8	13,0	CS	1,91				1,419	0,979	0,55	3,1	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8,0	8,0	CS	1,78				1,454	0,994	0,36	1,8	64	28	0,036																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8,2	13,0	G	1,85	25	27		1,491	1,011			33	46	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8,4	13,0	G	1,85	25	27		1,528	1,028			33	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8,6	12,0	CS	1,90				1,566	1,046	0,50	2,5	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8,8	13,0	CS	1,91				1,604	1,064	0,54	2,7	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9,0	10,0	CS	1,90				1,642	1,082	0,46	2,2	80	35	0,029		C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
9,2	8,0	CS	1,78				1,678	1,098	0,35	1,5	64	28	0,036																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9,4	11,0	CS	1,90				1,716	1,116	0,44	2,0	88	39	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9,6	12,0	CS	1,90				1,754	1,134	0,49	2,2	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9,8	14,0	CS	1,91				1,792	1,152	0,58	2,7	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10,0	14,0	CS	1,91				1,830	1,170	0,58	2,6	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10,2	17,0	CS	1,91				1,869	1,189	0,66	3,0	136	60	0,017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10,4	17,0	CS	1,91				1,907	1,207	0,66	2,9	136	60	0,017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10,6	19,0	CS	1,92				1,945	1,225	0,74	3,4	152	67	0,015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10,8	20,0	CS	1,92				1,984	1,244	0,78	3,5	160	60	0,017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11,0	20,0	CS	1,92				2,022	1,262	0,78	3,4	160	60	0,017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11,2	16,0	CS	1,91				2,060	1,280	0,61	2,5	128	56	0,018																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11,4	14,0	CS	1,91				2,098	1,298	0,57	2,2	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11,6	16,0	CS	1,91				2,137	1,317	0,60	2,4	128	56	0,018																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11,8	13,0	CS	1,91				2,175	1,335	0,52	1,9	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12,0	19,0	CS	1,92				2,213	1,353	0,73	2,9	152	67	0,015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12,2	14,0	CS	1,91				2,251	1,371	0,56	2,0	112	49	0,020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12,4	11,0	CS	1,90				2,289	1,389	0,41	1,4	88	39	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12,6	10,0	CS	1,90				2,327	1,407	0,43	1,4	80	35	0,029																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12,8	10,0	CS	1,90				2,365	1,425	0,42	1,4	80	35	0,029																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13,0	9,0	CS	1,84				2,402	1,442	0,37	1,1	72	32	0,032																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13,2	8,0	CS	1,78				2,438	1,458	0,31	0,9	64	28	0,036																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13,4	10,0	CS	1,90				2,476	1,476	0,42	1,3	80	35	0,029																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13,6	10,0	CS	1,90				2,514	1,494	0,42	1,3	80	35	0,029																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13,8	11,0	CS	1,90				2,552	1,512	0,40	1,2	88	39	0,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14,0	12,0	CS	1,90				2,590	1,530	0,45	1,4	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14,2	12,0	CS	1,90				2,628	1,548	0,45	1,3	96	42	0,024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14,4	15,0	CS	1,91				2,666	1,566	0,59	1,8	120	53	0,019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14,6	16,0	CS	1,91				2,704	1,584	0,58	1,8	128	56	0,018																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14,8	13,0	CS	1,91				2,743	1,603	0,49	1,4	104	46	0,022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
15,0	9,0	CS	1,84				2,779	1,619	0,35	0,9	72	32	0,032																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
15,2	6,0	G	1,83	19	21		2,816	1,636			15	21	18	0,056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15,4	22,0	G	1,86	28	27	2	2,853	1,653			55	77	66	0,015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15,6	25,0	G	1,87	28	28	6	2,891	1,671			63	88	75	0,013																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15,8	36,0	G	1,99	30	29	19	2,928	1,688			90	126	108	0,008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16,0	41,0	G	1,90	31	30	24	2,967	1,707			103	144	123	0,008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16,2	28,0	G	1,88	29	28	10	3,004	1,724			70	98	84	0,012																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16,4	15,0	CS	1,91				3,042	1,742	0,57	1,6	120	53	0,019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16,6	27,0	G	1,87	29	28	8	3,080	1,760			68	95	81	0,012																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16,8	66,0	G	1,94	33	32	40	3,119	1,779			165	231	198	0,005	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17,0	58,0	G	1,93	33	31	35	3,157	1,797			145	203	174	0,006																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17,2	50,0	G	1,92	32	30	29	3,195	1,815			125	175	150	0,007																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17,4	26,0	G	1,87	29	27	5	3,233	1,833			65	91	78	0,013																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17,6	34,0	G	1,89	30	29	15	3,271	1,851			85	119	102	0,010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
17,8	90,0	G	1,98	35	33	50	3,310	1,870			225	315	270	0,004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
18,0	80,0	G	1,96	34	33	45	3,350	1,890			200	280	240	0,004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
18,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
19,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
19,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
19,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
19,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
19,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
20,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

PROFILO SISMICO MASW 01

Comm.te: Azienda U.S.L. Ferrara
Località: Via Dazio - Bondeno
Progetto: vulnerabilità sismica
Data: 15/11/2011

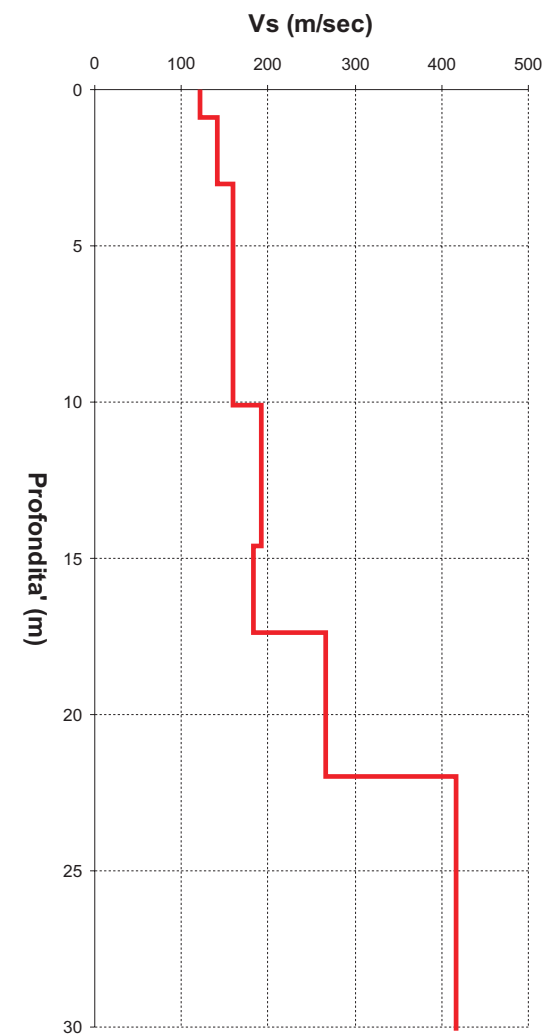
STUDIO GEOLOGICO DOTT. ANDREA GARBELLINI
Via A. Gramsci n.74, 45034 Canaro (RO)
tel 0425.940066, fax 0425.940240, Email geplan@geplanstudio.it



Strato	Spessore (m)	Prof. (m)	Vs (m/s)	densità kg/mc	G (MPa) Rigidità
1	0,9	0,9	122	1730	26
2	2,1	3,0	141	1750	35
3	7,1	10,1	160	1790	46
4	4,5	14,6	192	1830	67
5	2,8	17,4	183	1830	61
6	4,6	22,0	267	1880	134
7	10,0	32,0	417	2000	348

Valore calcolato Vs30 = 211 m/sec

Profilo verticale onde S



BONDENO, OSPEDALE

Instrument: TRZ-0017/01-09

Start recording: 15/11/11 14:02:50 End recording: 15/11/11 14:22:51

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

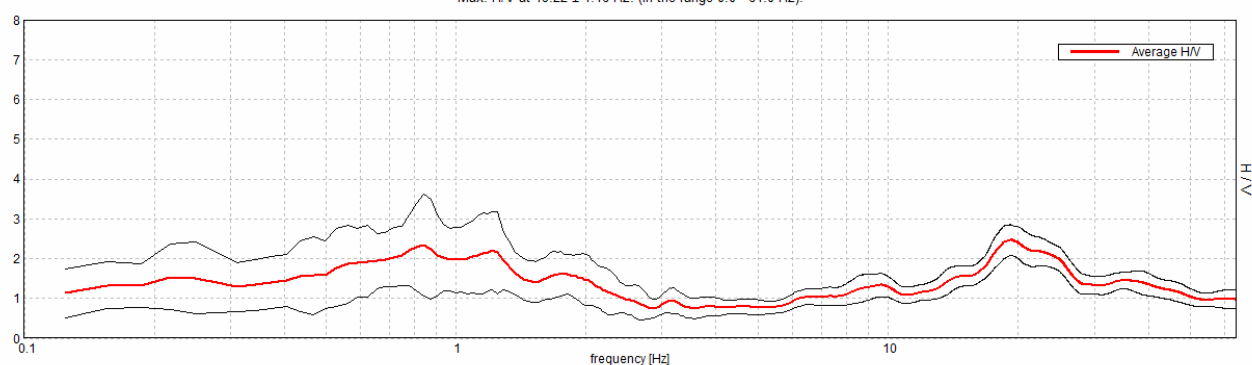
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

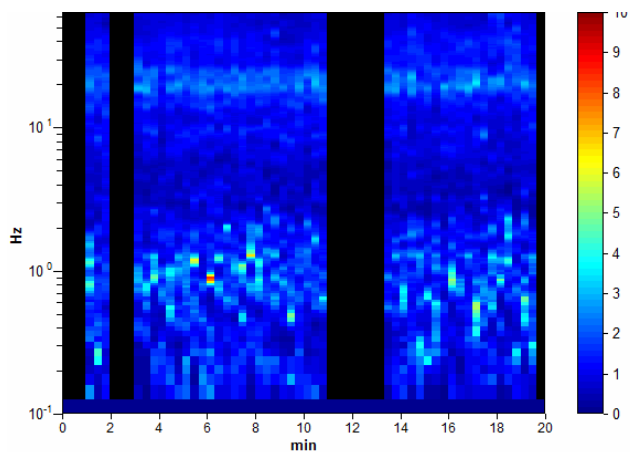
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

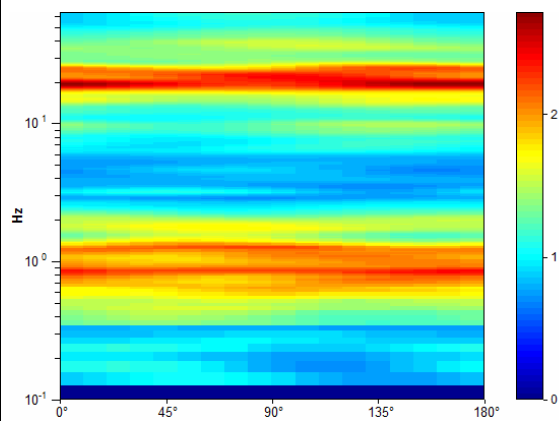
Max. H/V at 19.22 ± 4.46 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



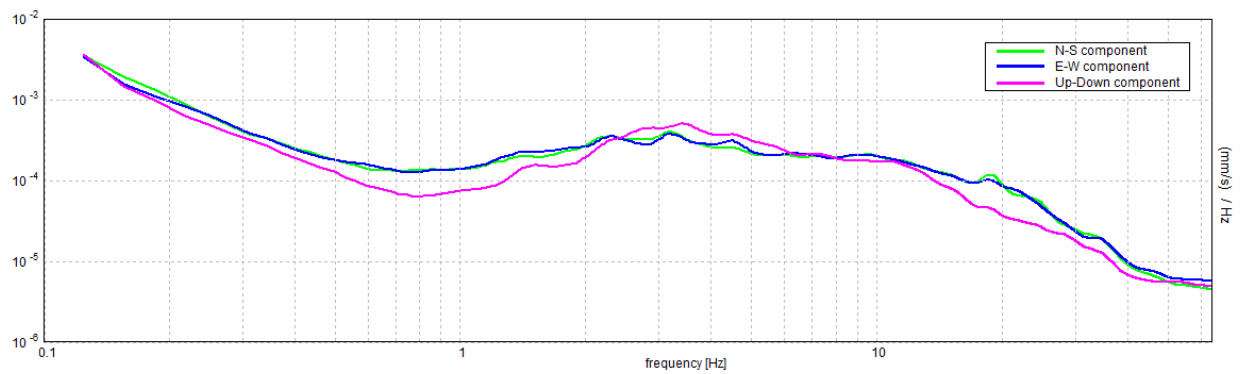
H/V TIME HISTORY



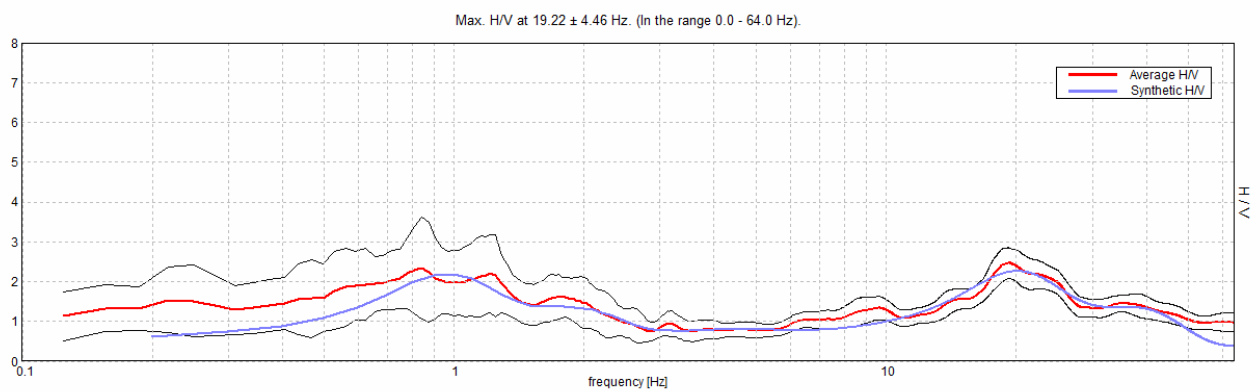
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



1. **Max. H/V at 19.22 ± 4.46 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**
2. **Max. H/V at 0.84 ± 0.02 Hz (in the range 0.0 - 10.0 Hz).**

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 19.22 ± 4.46 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$19.22 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$17681.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 924 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	12.906 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	43.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.47 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11383 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.18768 < 0.96094$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1877 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 0.84 ± 0.02 Hz (in the range 0.0 - 10.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$759.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 42 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.43 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00913 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0077 < 0.12656$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6836 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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