

REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI PESARO-URBINO



**COMUNE
Di FANO**

PROPRIETA'

LA SASSONIA S.R.L.

**COMPARTO DI RICUCITURA URBANA
"LOCALITA' SASSONIA VIALE DANTE ALIGHIERI"
ST1_P11**

RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Elaborato

UNICO - RELAZIONE



GEOCON

STUDIO ASSOCIATO PER
LA GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo Renzoni
Geol. Michele Glaschera
Geol. Walter Borghi

Via Gozzi 10/A 61032 FANO (PU)
Tel. Fax 0721 861494 862875
e-mail geocon@fastwebnet.it
P.IVA 02229960410

Commessa **1112/10**

Data **APRILE 2011**

Doc. **01/Rel./All.**



LA SASSONIA S.R.L.

COMPARTO DI RICUCITURA URBANA “LOCALITA’ SASSONIA VIALE DANTE ALIGHIERI” ST1_P11

RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

SOMMARIO

1	SCOPO E MODALITA’ DELL’INDAGINE	Pag. 2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	Pag. 3
3	GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	Pag. 4
4	INDAGINI GEOLOGICHE DI CAMPO	Pag. 6
5	MODELLO E CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO	Pag. 15
6	PERICOLOSITA’ GEOLOGICA	Pag. 21
	a – Pericolosità Idrogeologica	Pag. 21
	b – Pericolosità sismica a azioni sismiche	Pag. 21
	c – Liquefazione	Pag. 24
7	CONSIDERAZIONI FINALI	Pag. 25

ALLEGATI

ALLEGATO 1	CARTA GEOLOGICA
ALLEGATO 2	STRALCIO CARTOGRAFICO PAI
ALLEGATO 3	AEROFOTOGRAMMETRIA
ALLEGATO 4	CARTA PLANOALTIMETRICA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E TRACCIA DEGLI SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI
ALLEGATO 5	CERTIFICATI E GRAFICI DELLE PROVE PENETROMETRICHE
ALLEGATO 6	SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI
ALLEGATO 7	INDAGINE SISMICA MASW
ALLEGATO 8	STRALCI PROGETTUALI



1 - SCOPO E MODALITA' DELL'INDAGINE

Per conto della ditta **LA SASSONIA S.R.L.** è stata redatta la presente Relazione Geologica al fine di fornire il supporto geologico al Comparto di ricucitura urbana "Località Sassonia viale Dante Alighieri" - ST1_P11.

L'intervento consiste nella costruzione di due lotti, uno (lotto 1) di forma rettangolare costituito da uno piano interrato e tre fuori terra, e un altro (lotto 2) a forma di lettera U costituito da un unico piano interrato e tre palazzine fuori terra di tre piani ciascuna. Per un maggior dettaglio si vedano gli stralci progettuali allegati (all. 8).

Per la localizzazione dell'area si rimanda agli allegati n° 1, 2, 3 e 4 in calce alla presente Relazione.

Gli stralci di progetto, così come forniti dal tecnico progettista, sono riportati nell'allegato 8 in calce alla presente relazione.

Lo studio è stato condotto mediante analisi bibliografiche, rilievi geologici di superficie e indagini dirette consistenti in otto prove penetrometriche dinamiche DPSH eseguite con penetrometro Pagani TG 63 (200 KN) e di una prova sismica MASW. Il tutto come dettagliatamente descritto in seguito.


Con riferimento al progetto previsto lo scopo è stato quello di definire:

- le caratteristiche geologiche, geostrutturali e geomorfologiche dell'area;
- le caratteristiche idrogeologiche e idrologiche dell'area;
- lo schema litostratigrafico del sottosuolo e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni;
- le condizioni di pericolosità idrogeologica e sismica.

Vengono altresì eseguite alcune valutazioni di orientamento in merito alla categoria di sottosuolo ed al coeff. di amplificazione topografica previsti nel calcolo delle azioni sismiche di progetto di cui alle nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica (NTC/2008).

Per la localizzazione e l'inquadramento dell'intervento si rimanda alle planimetrie riportate in allegato e più specificatamente:

- Allegato 1 Carta geologica
- Allegato 2 Stralcio cartografico PAI
- Allegato 3 Aerofotogrammetria
- Allegato 4 Carta planoaltimetrica con ubicazione delle indagini geologiche e traccia degli schemi litostratigrafici interpretativi

 GEOCON STUDIO ASSOCIATO PER LA GEOLOGIA E LA SICUREZZA	Commessa 1112/10 LA SASSONIA S.R.L.	<u>RELAZIONE GEOLOGICA</u> <u>D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09</u>	Pag. 3 di 28
---	---	--	--------------

2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa specifica di settore è sostanzialmente riferibile ai seguenti atti:

- ♣ D.P.R. 380/2001 e succ. mod. – Testo Unico per l’Edilizia;
- ♣ Decreto Ministeriale del 14 Febbraio 2008 “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n° 29 – Supplemento Ordinario n° 30;
- ♣ Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617 – Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- ♣ Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dei Bacini di rilievo Regionale delle Marche (PAI) approvato con delibera di Consiglio Regionale n° 116 del 21/01/2004.

Pertanto, preso atto del quadro normativo vigente, per le finalità dello studio geologico si è quindi fatto specifico riferimento al D.M. 14/01/2008, tenendo altresì tenuto conto delle Norme di Attuazione PAI.



3 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Il sito oggetto d'intervento si trova fra la tratta ferroviaria Fano – Pesaro e viale Dante Alighieri, fra la stazione ferroviaria e il complesso residenziale di Sassonia 3, in un'area densamente urbanizzata.

Più precisamente l'intervento in oggetto è ubicato in una zona completamente pianeggiante, ad una distanza minima di 160 metri dal mare Adriatico, a quote topografiche variabili da m 2.50 a m 3.20 circa s.l.m..

Date le condizioni geomorfologiche pianeggianti dell'area e del suo intorno non sussistono pericoli per quanto concerne la stabilità dei terreni; ciò viene confermato anche dalla consultazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e dalle indagini fatte a corredo degli strumenti urbanistici del P.R.G..

Dal punto di vista geologico i terreni dell'area oggetto di studio appartengono ai depositi litoranei e alla coltre di materiale alluvionale depositata dal fiume Metauro.

I materiali che costituiscono tale coltre alluvionale sono stati depositati in quattro momenti diversi e corrispondono a quattro ordini di terrazzi disposti a quote topografiche differenziate.

I terreni oggetto del presente lavoro sono situati in sinistra idrografica del fiume Metauro, sul terrazzo del IV° ordine che è cronologicamente l'ultimo ad essere stato depositato, e sono frammisti ai depositi litoranei data la vicinanza al mare.

La litologia di questi terreni è costituita quindi, in linea di massima, da sabbie, ghiaie e limi argillosi e sabbiosi variamente intercalati fra loro.

Tali depositi alluvionali e litoranei poggiano su un substrato geologico impermeabile, di natura argilloso-marnosa con intercalazioni di arenarie e sabbie debolmente cementate, di origine marina e di età pliocenica (Carta Geologica d'Italia F° 110); gli spessori in loco sono superiori ai 35 metri (dati bibliografici).

Per quanto riguarda l'idrogeologia dell'area è presente una falda idrica più superficiale il cui livello statico, da misure effettuate in alcuni pozzi idrici della zona e durante le prove penetrometriche, risulta essere ad una profondità variabile da m 1.20 a m 1.80 rispetto al p.c. attuale; tale livello, soggetto alle oscillazioni stagionali e alle maree, sicuramente risale anche a quote più prossime alla superficie topografica.

La conformazione idrografica e in particolare la distanza minima di 160 metri dal mare fanno escludere il rischio di possibili esondazioni.

Ciò risulta anche dalla consultazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e dalle indagini geologiche fatte eseguire a corredo degli strumenti urbanistici del P.R.G..

L'area in oggetto è inserita in un contesto urbanizzato e le acque di precipitazione meteorica sono raccolte e canalizzate nella rete fognaria.



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 5 di 28

Dal punto di vista tettonico, facendo riferimento al F° 110 della Carta Geologica d'Italia, si rileva che non esistono faglie del substrato in corrispondenza del sito in oggetto.



4 - INDAGINI GEOLOGICHE DI CAMPO

PROVE PENETROMETRICHE

Per le finalità dello studio si è fatto ricorso all'uso di n° 8 prove penetrometriche dinamiche pesanti tipo DPSH con penetrometro Pagani TG 63 (200 KN); le prove sono state eseguite dalla ditta GEOLAND del Geol. Piagnani Giorgio di Assisi (PG) in data 18 e 24 Gennaio 2011 e sono state spinte fino alla profondità di 10 metri dal p.c. locale.

Le prove sono state ubicate con la sigla DPSH sulla planimetria in allegato 4; i grafici con i valori di resistenza specifica sono esposti nell'allegato n° 5.

L'andamento della resistenza dinamica all'avanzamento della punta è sinteticamente riprodotto nella figura 1 di seguito riportata.

Le caratteristiche del penetrometro utilizzato per le prove penetrometriche dinamiche, così come fornite dalla ditta esecutrice, sono di seguito esposte:

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-200 ISM.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Il coeff. di correlazione (così come fornito dalla ditta esecutrice) che consente di determinare il valore **NSPT** dal valore **N₂₀** della prova DPSH continua è pari a 1.489 e quindi tale per cui:

$$\mathbf{NSPT = 1.489 \times N_{20}}$$



Si riportano di seguito:

- Fig. 1 - Grafico comparato del valore N20 delle prove DPSH
- Fig. 2 - Tabella dei valori N20 delle prove DPSH
- Fig. 3 - Tabella dei valori NSPT correlati ai valori N20 delle prove DPSH
- Fig. 4 - Tabelle principali correlazioni interpretazione prove penetrometriche

Fig. 1 - Grafico dei valori N20 delle prove DPSH

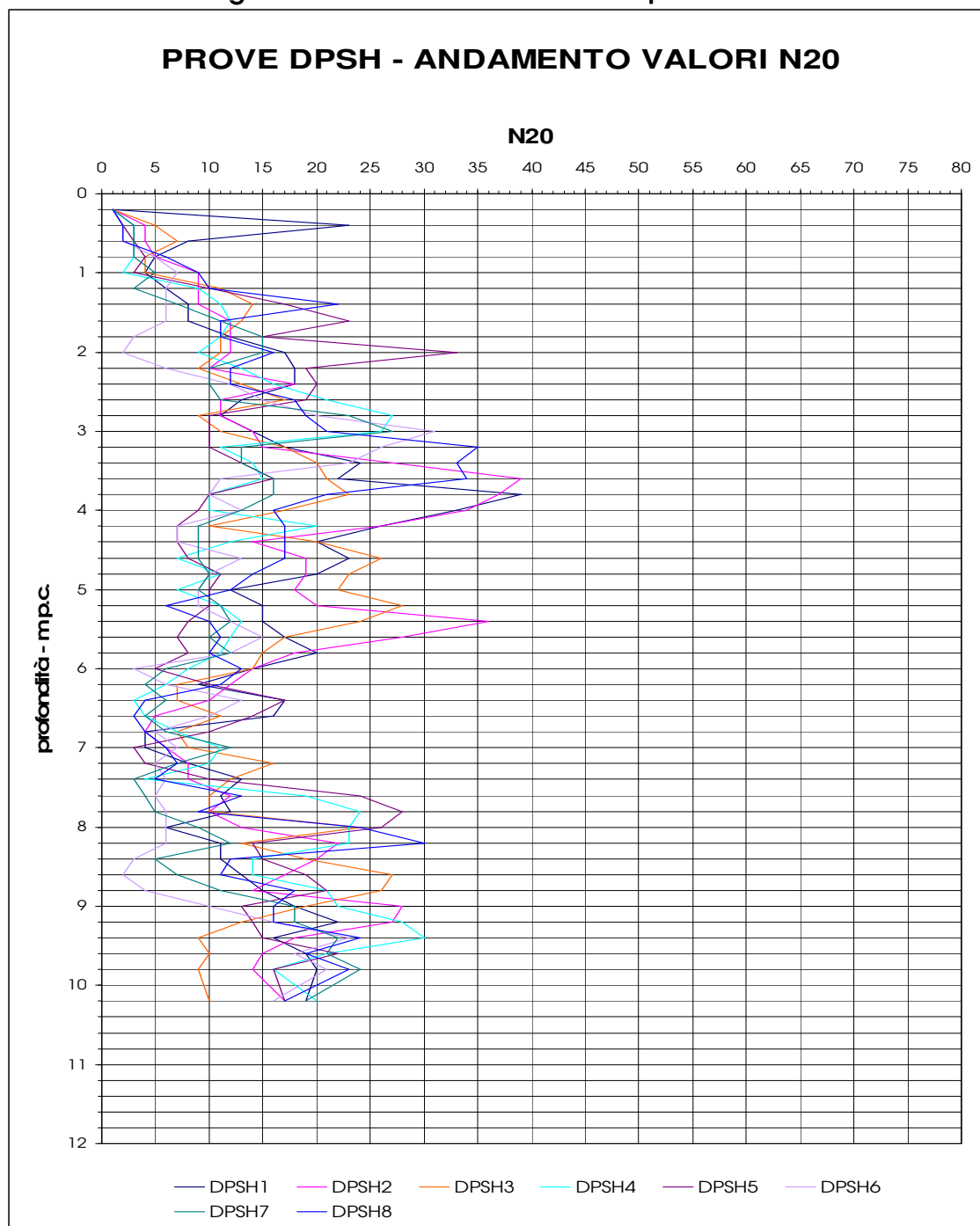




Fig. 2 - Tabella dei valori N20 delle prove DPSH

prof	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
0,2	1	1	1	1	1	1	1	1
0,4	23	4	5	3	2	2	3	2
0,6	8	4	7	3	3	2	3	2
0,8	5	5	4	3	4	5	3	6
1	4	9	4	2	3	7	5	9
1,2	6	9	11	9	10	6	3	10
1,4	8	9	14	11	17	6	7	22
1,6	8	12	13	12	23	6	11	11
1,8	12	12	11	11	15	3	15	11
2	17	12	11	9	33	2	15	16
2,2	18	10	9	13	19	6	10	12
2,4	18	18	13	16	20	12	10	12
2,6	13	11	17	21	19	15	11	18
2,8	11	11	9	27	10	20	23	19
3	14	14	11	26	10	31	27	21
3,2	17	15	17	11	10	26	13	35
3,4	24	27	20	14	13	23	13	33
3,6	22	39	21	15	16	11	16	34
3,8	39	37	23	10	10	10	16	21
4	33	34	17	10	9	13	13	16
4,2	26	26	10	20	7	7	9	17
4,4	20	14	20	12	7	7	9	17
4,6	23	19	26	7	8	13	9	17
4,8	20	19	23	11	11	10	10	14
5	12	18	22	7	10	9	9	12
5,2	15	20	28	11	10	9	11	6
5,4	15	36	24	13	8	12	12	10
5,6	17	28	17	12	7	15	10	11
5,8	20	18	15	11	8	12	12	10
6	14	14	14	8	5	3	6	13
6,2	9	12	7	6	10	6	4	11
6,4	17	10	7	3	17	13	6	4
6,6	16	5	11	4	14	10	4	3
6,8	4	4	7	7	10	5	6	4



7	4	6	8	11	3	7	12	6
7,2	8	8	16	10	4	5	7	7
7,4	13	8	12	4	10	6	3	5
7,6	11	12	10	19	24	5	4	13
7,8	12	10	10	24	28	6	5	9
8	6	13	24	23	26	6	9	24
8,2	11	22	13	23	14	6	12	30
8,4	11	20	19	14	15	3	5	12
8,6	13	17	27	14	19	2	7	11
8,8	15	14	26	21	21	4	11	18
9	18	28	19	22	13	10	18	16
9,2	22	27	13	28	14	16	18	16
9,4	16	18	9	30	15	23	22	24
9,6	19	15	10	21	22	18	21	19
9,8	20	14	9	16	16	21	24	23
10,2	19	17	10	20	17	16	19	17

Fig. 3 - Tabella dei valori NSPT correlati ai valori N20 delle prove DPSH

prof	P1 NSPT	P2 NSPT	P3 NSPT	P4 NSPT	P5 NSPT	P6 NSPT	P7 NSPT	P8 NSPT
0,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
0,4	34,2	6,0	7,4	4,5	3,0	3,0	4,5	3,0
0,6	11,9	6,0	10,4	4,5	4,5	3,0	4,5	3,0
0,8	7,4	7,4	6,0	4,5	6,0	7,4	4,5	8,9
1	6,0	13,4	6,0	3,0	4,5	10,4	7,4	13,4
1,2	8,9	13,4	16,4	13,4	14,9	8,9	4,5	14,9
1,4	11,9	13,4	20,8	16,4	25,3	8,9	10,4	32,8
1,6	11,9	17,9	19,4	17,9	34,2	8,9	16,4	16,4
1,8	17,9	17,9	16,4	16,4	22,3	4,5	22,3	16,4
2	25,3	17,9	16,4	13,4	49,1	3,0	22,3	23,8
2,2	26,8	14,9	13,4	19,4	28,3	8,9	14,9	17,9
2,4	26,8	26,8	19,4	23,8	29,8	17,9	14,9	17,9
2,6	19,4	16,4	25,3	31,3	28,3	22,3	16,4	26,8
2,8	16,4	16,4	13,4	40,2	14,9	29,8	34,2	28,3
3	20,8	20,8	16,4	38,7	14,9	46,2	40,2	31,3
3,2	25,3	22,3	25,3	16,4	14,9	38,7	19,4	52,1
3,4	35,7	40,2	29,8	20,8	19,4	34,2	19,4	49,1



3,6	32,8	58,1	31,3	22,3	23,8	16,4	23,8	50,6
3,8	58,1	55,1	34,2	14,9	14,9	14,9	23,8	31,3
4	49,1	50,6	25,3	14,9	13,4	19,4	19,4	23,8
4,2	38,7	38,7	14,9	29,8	10,4	10,4	13,4	25,3
4,4	29,8	20,8	29,8	17,9	10,4	10,4	13,4	25,3
4,6	34,2	28,3	38,7	10,4	11,9	19,4	13,4	25,3
4,8	29,8	28,3	34,2	16,4	16,4	14,9	14,9	20,8
5	17,9	26,8	32,8	10,4	14,9	13,4	13,4	17,9
5,2	22,3	29,8	41,7	16,4	14,9	13,4	16,4	8,9
5,4	22,3	53,6	35,7	19,4	11,9	17,9	17,9	14,9
5,6	25,3	41,7	25,3	17,9	10,4	22,3	14,9	16,4
5,8	29,8	26,8	22,3	16,4	11,9	17,9	17,9	14,9
6	20,8	20,8	20,8	11,9	7,4	4,5	8,9	19,4
6,2	13,4	17,9	10,4	8,9	14,9	8,9	6,0	16,4
6,4	25,3	14,9	10,4	4,5	25,3	19,4	8,9	6,0
6,6	23,8	7,4	16,4	6,0	20,8	14,9	6,0	4,5
6,8	6,0	6,0	10,4	10,4	14,9	7,4	8,9	6,0
7	6,0	8,9	11,9	16,4	4,5	10,4	17,9	8,9
7,2	11,9	11,9	23,8	14,9	6,0	7,4	10,4	10,4
7,4	19,4	11,9	17,9	6,0	14,9	8,9	4,5	7,4
7,6	16,4	17,9	14,9	28,3	35,7	7,4	6,0	19,4
7,8	17,9	14,9	14,9	35,7	41,7	8,9	7,4	13,4
8	8,9	19,4	35,7	34,2	38,7	8,9	13,4	35,7
8,2	16,4	32,8	19,4	34,2	20,8	8,9	17,9	44,7
8,4	16,4	29,8	28,3	20,8	22,3	4,5	7,4	17,9
8,6	19,4	25,3	40,2	20,8	28,3	3,0	10,4	16,4
8,8	22,3	20,8	38,7	31,3	31,3	6,0	16,4	26,8
9	26,8	41,7	28,3	32,8	19,4	14,9	26,8	23,8
9,2	32,8	40,2	19,4	41,7	20,8	23,8	26,8	23,8
9,4	23,8	26,8	13,4	44,7	22,3	34,2	32,8	35,7
9,6	28,3	22,3	14,9	31,3	32,8	26,8	31,3	28,3
9,8	29,8	20,8	13,4	23,8	23,8	31,3	35,7	34,2
10,2	28,3	25,3	14,9	29,8	25,3	23,8	28,3	25,3



Fig. 4 - Principali correlazioni per l'interpretazione delle prove penetrometriche

N.	PARAMETRO	AUTORE	CORRELAZIONE	
1	Coazione non drenata (Cu)	Racc. AGI 1977 Ricceri et Al 1974 Marsland et Al. 1974/79	$Cu = Qc/A$	A = 20 per Argille normal-consolidate A = 30 per Argille sovra-consolidate A = 20-30 per Argille intermedie
2	Coazione non drenata (Cu)	Mayne – Kemper 1988	$Cu = Qc - Pvo / A$	A = 20 (punta meccanica) 15 (punta elettrica)
3	Coazione non drenata (Cu)	Stroud 1974	$Cu = f \text{ Nspt}$	f = 3.5-6.5 KPa (valore medio 4.4)
4	Coazione non drenata (Cu)	Terzaghi-Peck	$Cu = 0.067 \text{ Nspt}$	Per argille di media plasticità (Kg/cm2)
5	Coazione non drenata (Cu)	Shioi-Fukui 1982	$Cu = 0.025 \text{ Nspt}$ $Cu = 0.05 \text{ Nspt}$	per argille di media plasticità (Kg/cm2) per argille di alta plasticità (Kg/cm2)
6	Coazione non drenata (Cu)	Searle 1979	Grafico	
7	Modulo Edometrico (E)	Mitchell-Gardner 1975	$E = BxQc$	B = 1-2.5 per Argille CL con $Qc > 2 \text{ MPa}$ B = 2-5 per Argille CL con $Qc = 0.7-2 \text{ MPa}$ B = 3-8 per Argille CL con $Qc < 0.7 \text{ MPa}$ B = 2-6 per Argille e limi CH con $Qc < 2 \text{ MPa}$ B = 1-3 per Limi ML con $Qc < 2 \text{ MPa}$ B = 3-6 per Limi ML con $Qc > 2 \text{ MPa}$
8	Modulo Edometrico (E)	Mayne et Al. 1980	$E = 8.25 \times (Qc - Pvo)$	
9	Modulo Edometrico (E)	Stroud – Butler 1975	$E = 5 \text{ Nspt}$ $E = 6 \text{ Nspt}$	per argille di media plasticità (Kg/cm2) per argille di bassa plasticità (Kg/cm2)
10	Angolo attrito efficace (Φ')	Searle 1979	Grafico	
11	Rapporto Qc / Nspt	Robertson et Al. 1983	Qc/Nspt	$Qc/\text{Nspt} = 1-2$ per Argille e Argille Limose $Qc/\text{Nspt} = 2-3$ per Limi argillosi, Limi sabbiosi $Qc/\text{Nspt} = 3-4$ per Sabbie limose $Qc/\text{Nspt} = 4-5$ per Sabbie fini e medio fini $Qc/\text{Nspt} = 5-8$ per Sabbie medie e grossolane
12	Angolo attrito efficace (Φ')	Peck-Hanson-Thorburn, 74	(Φ')	$\Phi' < 25^\circ$ per $\text{Nspt} < 4$ (sabbia molto sciolta) $\Phi' = 25-30^\circ$ per $\text{Nspt} 4-10$ (sabbia sciolta) $\Phi' = 30-36^\circ$ per $\text{Nspt} 10-30$ (sabbia media) $\Phi' = 36-41^\circ$ per $\text{Nspt} 30-50$ (sabbia densa) $\Phi' > 41^\circ$ per $\text{Nspt} > 50$ (sabbia molto densa)
13	Angolo attrito efficace (Φ')	Schmertmann 1977	$\Phi' = 28+0.14 \text{ Dr}$ $\Phi' = 34+0.10 \text{ Dr}$ $\Phi' = 38+0.08 \text{ Dr}$	Per sabbie fini uniformi Per sabbie medie e grossolane Per sabbie e ghiaie, ghiaietto
14	Angolo attrito efficace (Φ')	Japan Road Association 1990	$\Phi' = (15x\text{Nspt})^{0.5} + 15$	
15	Angolo attrito efficace (Φ')	Peck 1953	$\Phi' = 0.3 \times \text{Nspt} + 20$	
16	Angolo attrito efficace (Φ')	Sowers 1961	$\Phi' = 28 + 0.28 \text{ Nspt}$	Per sabbie prof. ottimale < 4.0 m terreni sopra falda Per sabbie prof. ottimale < 7.0 m terreni in falda
17	Angolo attrito efficace (Φ')	Owasaki & Iwasaki	$\Phi' = (20x\text{Nspt})^{0.5} + 15$	Per sabbie medie e grossolane (ghiaiose)
18	Modulo Deformazione (E)	Trofimenkov 1974 Mitchell-Gardner 1975	$E = BxQc$ $E = BxQc$	B = 3.5 per sabbie B = 1.5-3.0 per sabbie
19	Modulo Deformazione (E)	Farrent 1963	$E = 7.1 \text{ Nspt}$	Per sabbie (Kg/cm2)
20	Modulo Deformazione (E)	Menzebach & Malcev	$E = Cx\text{Nspt} + 38$	C = 3.54 (sabbie fini) 4.46 (sabbie medie) C = 10.46 (sabbie e ghiaie) 11.84 (sabbia ghiaiosa)
21	Densità Relativa (Dr)	Terzaghi-Peck 1948 Gibbs-Holtz 1957	Dr %	$\text{Nspt} = 0-4$ Dr = 0-15% Sabbia molto sciolta $\text{Nspt} = 4-10$ Dr = 15-35% Sabbia sciolta $\text{Nspt} = 10-30$ Dr = 35-65% Sabbia media $\text{Nspt} = 30-50$ Dr = 65-85% Sabbia densa $\text{Nspt} > 50$ Dr = 85-100% Sabbia molto densa
22	<p>Qc = resistenza statica alla punta (prova penetrometrica statico) Nspt = numero colpi / 30 cm della prova SPT $P'vo$ = pressione litostatica efficace Pvo = pressione litostatica totale Pa = pressione atmosferica</p>			

I valori NSPT correlati alle usuali correlazioni disponibili in letteratura evidenziano, fino alle profondità investigate, quanto segue:

- l'area indagata presenta una certa eterogeneità nell'ambito delle profondità indagate;
- si riscontrano, al di sotto della copertura detritica superficiale di spessore medio di circa 40 cm, terreni da sciolti, molto sciolti ad addensati e mediamente addensati; la porzione di tetto è omogeneamente caratterizzata da terreni sciolti, molto sciolti per uno spessore di circa 1.00-2.20 m; ai sottostanti terreni addensati e mediamente addensati si intercalano, talvolta in forma lenticolare, sedimenti sciolti di spessore variabile da 0.40 m (DPSH1/DPSH2) a 2.40 m (DPSH6);
- i terreni investigati sono unicamente riferibili ai depositi della sequenza alluvionale, limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi; i terreni più resistenti sono riferibili ai depositi più grossolani sabbiosi e ghiaiosi che caratterizzano prevalentemente gli strati inferiori;
- è stata intercettata la falda idrica superficiale posta a circa 1.2-1.8 m p.c. in funzione della topografia dell'area.

La litologia dei terreni descritti è da ritenersi mediamente indicativa e dedotta, oltre che dalle prove, dai dati bibliografici della zona.

PROVA M.A.S.W.

Per le finalità previste dalla nuova normativa sismica e fornire indicazioni relative alla risposta sismica locale oltre alla classificazione del sottosuolo è stata eseguita una prova sismica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) con stendimento ubicato come da planimetria allegata; la metodologia di prova consente di ricavare la velocità delle onde di Taglio Vs mediante la misura della velocità di propagazione delle onde superficiali di *Rayleigh* in corrispondenza di geofoni posti sulla superficie del terreno lungo uno stendimento. Il metodo utilizzato è quello *attivo* ovvero con misura delle onde generate in un punto della superficie del suolo. E' stato utilizzato uno stendimento lineare di 46 m utilizzando 24 geofoni a 4.5 Hz equidistanti 2.00 m.

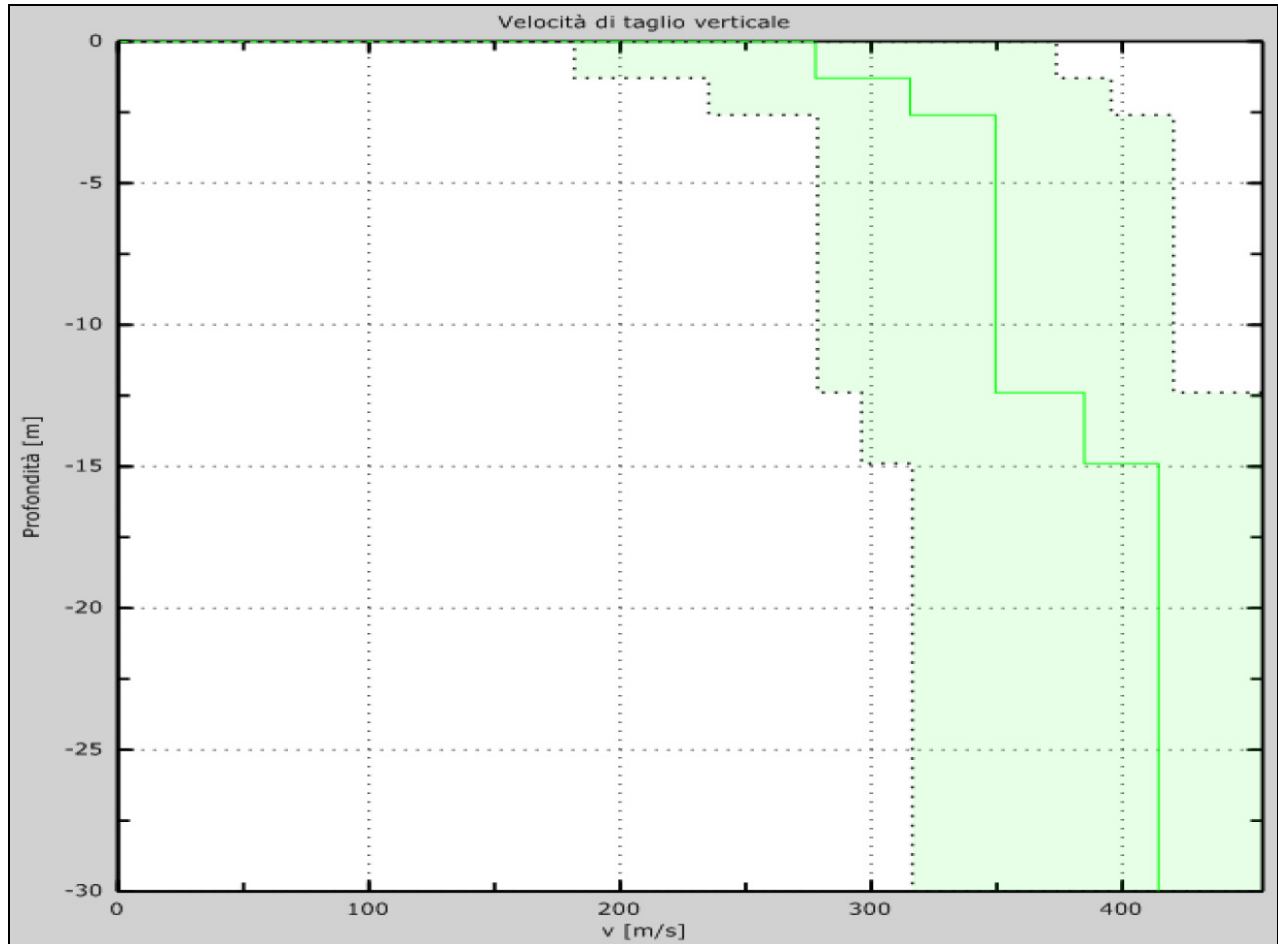
La prova è stata eseguita in data 13/01/2011; nelle figure che seguono si riporta l'ubicazione e il profilo di velocità delle Vs fino a 30 m di profondità; l'elaborato completo è riprodotto nell'allegato 7.



Fig. 5 – Ubicazione Prova MASW



Fig. 6 - Prova MASW
Profilo della velocità delle onde sismiche di taglio Vs



L'andamento delle onde sismiche di taglio Vs in profondità, associato alle diverse litologie riscontrabili nel lotto, consente le seguenti considerazioni:

- i terreni dell'area di indagine sono caratterizzati da un profilo di velocità delle onde sismiche di taglio fino a 30 m di profondità mediamente compreso fra $V_s = 200 - 450$ m/sec;
- nell'ambito di un profilo di Vs generalmente crescente con la profondità e quindi associabile a terreni con rigidità crescente e, di conseguenza, a caratteristiche migliori, si osservano contrasti di impedenza e inversioni di velocità particolarmente evidenti nello strato di sottosuolo più superficiale fino a circa 5 m p.c. e nello strato compreso fra 10-15 m; tali contrasti sono associabili a possibili fenomeni amplificativi delle onde sismiche;
- il valore V_{s30} della velocità equivalente delle onde di taglio fino a 30 m di profondità è risultato pari a **347 m/sec**; il valore è tale da associare il terreno alla categoria di suolo "C" per le applicazioni previste dalle NTC/2008 (di cui si dirà in seguito).



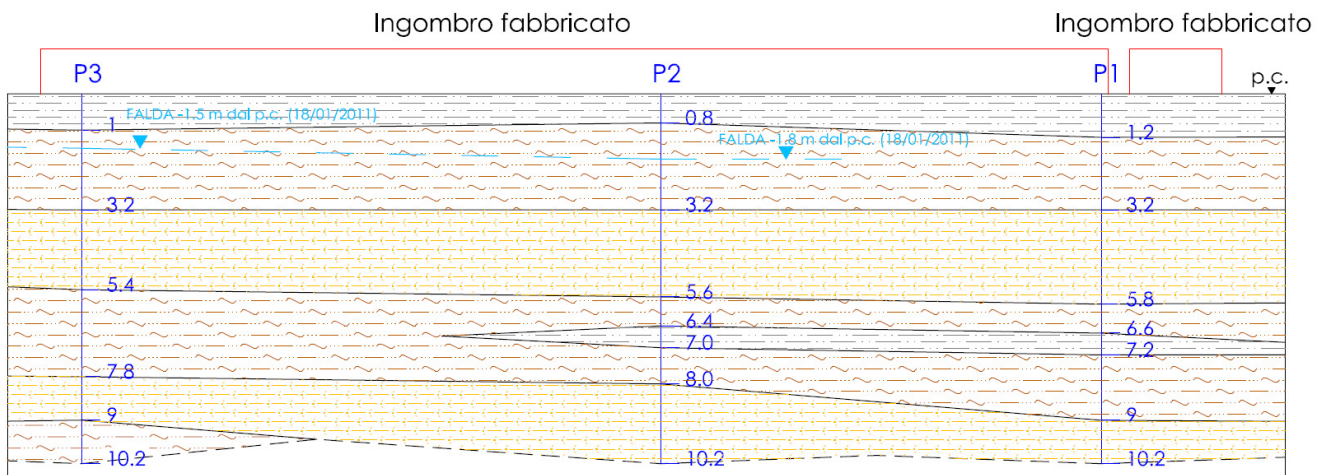
5 - MODELLO E CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

Per le finalità dello studio, sulla base dei risultati delle prove DPSH, usufruendo delle principali correlazioni disponibili in letteratura (fig. 4), con particolare riguardo a quelle che consentono di stimare il valore dell'angolo di resistenza al taglio efficace dei terreni a comportamento incoerente in funzione del valore NSPT, il sottosuolo può essere schematizzato mediante l'assunzione di 3 distinte unità litostratigrafiche come di seguito indicato:

UNITA' LITOSTRATIGRAFICA 1	LIMI E LIMI SABBIOSI DA MOLTO SCIOLTI A SCIOLTI
UNITA' LITOSTRATIGRAFICA 2	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE MEDIAMENTE ADDENSATE
UNITA' LITOSTRATIGRAFICA 3	SABBIE E GHIAIE MEDIAMENTE ADDENSATE E ADDENSATE

Sulla base della suddetta schematizzazione sono state elaborate le sezioni litostratigrafiche A-A' / B-B' / C-C' riprodotte in allegato 6 e schematicamente raffigurate nelle figure 7, 8, 9; lo schema è stato ricostruito sulla base dei dati di indagine puntuali (prove DPSH) e pertanto deve essere verificato in fase esecutiva dei lavori come anche richiamato nelle considerazioni finali.

Fig. 7 – Sezione litostratigrafica A-A'



UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE



1 - Limi e limi sabbiosi da molto sciolti a sciolti



2 - Limi sabbiosi e sabbie limose mediamente addensate



3 - Sabbia e ghiaia, da mediamente addensata ad addensata



Fig. 8 – Sezione litostratigrafica B-B'

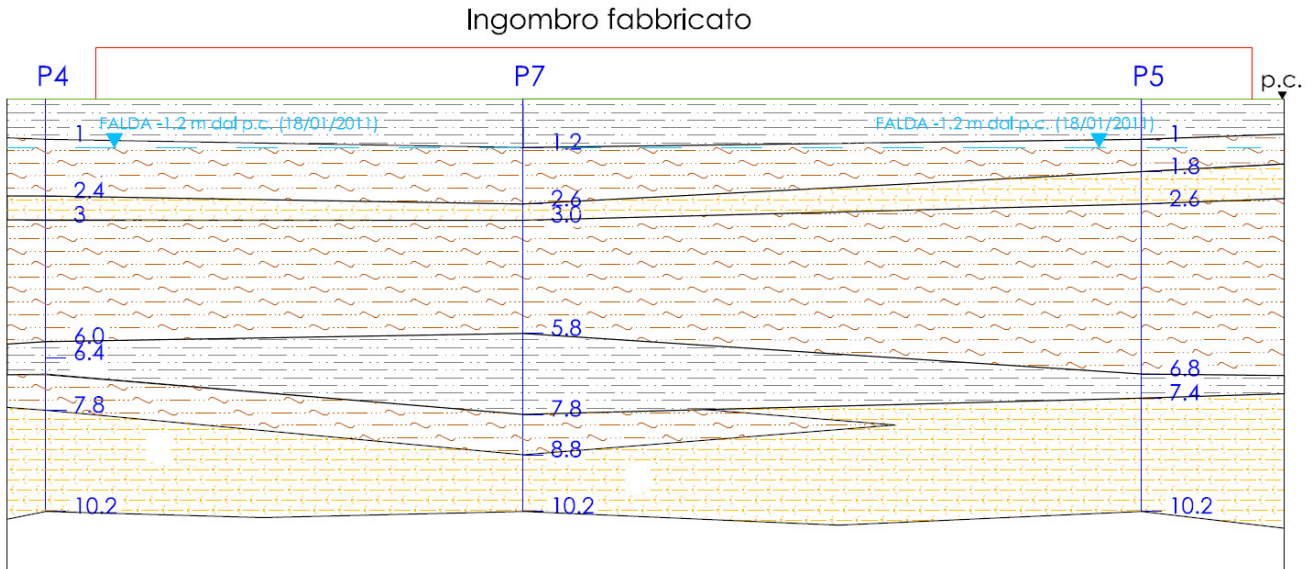
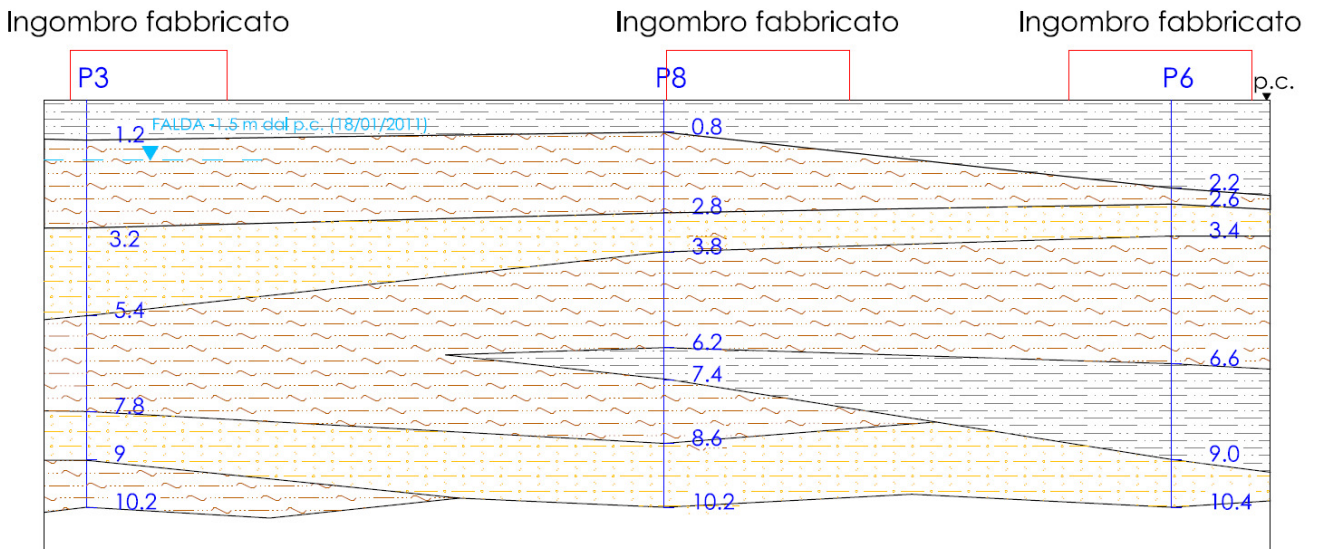


Fig. 9 – Sezione litostratigrafica C-C'



UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE



1 - Limi e limi sabbiosi da molto sciolti a sciolti



2 - Limi sabbiosi e sabbie limose mediamente addensate



3 - Sabbia e ghiaia, da mediamente addensata ad addensata



Per le finalità dello studio geologico, oltre alla ricostruzione dell'assetto litostratigrafico, viene altresì fornita una stima di alcune delle principali proprietà fisico-meccaniche delle suddette unità litostratigrafiche usufruendo delle correlazioni di cui alla fig. 4 in base ai valori NSPT correlati ai valori N_{20} registrati nel corso delle prove DPSH. Il tutto è schematizzato nelle seguenti tabelle:

PROVA DPSH 1 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm ²)	Peso di Volume γ_n' (t/m ³)
			(1)	(2)		
1	7.1	0.40 – 1.20	22	25	63	1.90
2	20.3	1.20 - 3.20	26	32	110	1.95
3	32.8	3.20 – 5.80	30	37	154	2.00
2	20.8	5.80 - 6.60	26	33	112	1.95
1	7.9	6.60 – 7.20	22	26	66	1.90
2	18.2	7.20 – 9.00	25	32	102	1.95
3	28.6	9.00- 10.00	29	36	139	2.00
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – NON RILEVATA						

PROVA DPSH 2 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm ²)	Peso di Volume γ_n' (t/m ³)
			(1)	(2)		
1	5.2	0.40 – 0.80	22	24	56	1.90
2	17.6	0.80 - 3.20	25	31	100	1.95
3	39.3	3.20 – 5.60	32	39	177	2.00
2	20.1	5.60 - 6.40	26	32	109	1.95
1	7.4	6.40 – 7.00	22	26	64	1.90
2	15.2	7.00 – 8.00	25	30	92	1.95
3	28.6	8.00- 10.20	29	36	139	2.00
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – 1.80 m p.c. (18/01/2011)						



PROVA DPSH 3 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm2)	Peso di Volume Yn' (t/m3)
1	6.3	0.40 – 1.00	22	25	60	1.90
2	19.4	1.00 - 3.20	26	32	107	1.95
3	31.8	3.20 – 5.40	30	37	150	2.00
2	16.6	5.40 – 7.80	25	31	97	1.95
3	31.8	7.80 – 9.00	30	37	150	2.00
2	15.2	9.00 – 10.20	25	30	92	1.95
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – 1.50 m p.c. (18/01/2011)						

PROVA DPSH 4 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm2)	Peso di Volume Yn' (t/m3)
1	3.6	0.40 – 1.00	21	22	51	1.90
2	17.2	1.00 – 2.40	25	31	99	1.95
3	36.7	2.40 – 3.00	31	38	168	2.00
2	17.1	3.00 – 6.00	25	31	98	1.95
1	7.4	6.00 – 6.40	22	26	64	1.90
2	12.4	6.40 – 7.80	24	29	82	1.95
3	31.5	7.80 – 10.20	29	37	150	2.00
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – 1.20 m p.c. (18/01/2011)						

PROVA DPSH 5 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm2)	Peso di Volume Yn' (t/m3)
1	3.9	0.40 – 1.00	21	23	52	1.90
2	20.8	1.00 – 1.80	26	33	112	1.95
3	33.9	1.80 – 2.60	30	38	158	2.00
2	14.9	2.60 – 6.80	24	30	91	1.95
1	8.4	6.80 – 7.40	23	26	68	1.90
3	27.9	7.40 – 10.20	28	35	137	2.00
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – 1.20 m p.c. (18/01/2011)						



PROVA DPSH 6 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm ²)	Peso di Volume γ_n' (t/m ³)
1	6.2	0.40 – 2.20	22	25	60	1.90
2	20.1	2.20 – 2.60	26	32	109	1.95
3	37.2	2.60 – 3.40	31	39	170	2.00
2	14.9	3.40 – 6.60	24	30	91	1.95
1	8.1	6.60 – 9.00	22	26	67	1.90
3	28.0	9.00 – 10.40	28	35	137	2.00
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – NON RILEVATA						

PROVA DPSH 7 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm ²)	Peso di Volume γ_n' (t/m ³)
1	4.5	0.40 – 1.20	21	23	54	1.90
2	16.8	1.20 – 2.60	25	31	97	1.95
3	37.2	2.60 – 3.00	31	39	170	2.00
2	17.2	3.00 – 5.80	25	31	99	1.95
1	8.5	5.80 – 7.80	23	26	68	1.90
2	13.1	7.80 – 8.80	24	29	84	1.95
3	30.3	8.80 – 10.20	29	36	145	2.00
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – NON RILEVATA						

PROVA DPSH 8 – Stima delle principali proprietà fisico meccaniche del sottosuolo

Unità litostratigrafica	NSPT	Profondità m piano campagna	Angolo di attrito efficace Φ' (°)		Modulo di deformazione E' (Kg/cm ²)	Peso di Volume γ_n' (t/m ³)
1	4.1	0.40 – 0.80	21	23	52	1.90
2	20.8	0.80 – 2.80	26	33	112	1.95
3	42.9	2.80 – 3.80	33	40	190	2.00
2	19.1	3.80 – 6.20	26	32	106	1.95
1	7.2	6.20 – 7.40	22	25	63	1.90
2	16.8	7.40 – 8.60	25	31	97	1.95
3	28.3	8.60 – 10.20	28	36	138	2.00
CORRELAZIONE			(1)	(2)	(3)	
FALDA IDRICA – NON RILEVATA						



CORRELAZIONI:

- | | |
|----------------------|--|
| (1) Peck (1953) | Angolo di resistenza al taglio efficace $\Phi' = 0.3NSPT + 20$ |
| (2) Japan Road Ass. | Angolo di resistenza al taglio efficace $\Phi' = (15NSPT)^{0.5} + 15$ |
| (3) Menzebach-Malcev | Modulo deformazione $E = CNspt + 38$ (Kg/cm ²); $C = 3.54$) |



6 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA

a - Pericolosità Idrogeologica

A riguardo della pericolosità idrogeologica connessa ai rischi da frana e da esondazione si fa rilevare che l'area di studio è caratterizzata da condizioni geomorfologiche tali da non risultarne esposta: essa infatti è pianeggiante e la sua conformazione idrografica (distanza minima di 160 metri e differenza di quota di almeno m 2.50 dal mare) fanno escludere il rischio di possibili esondazioni.

Ciò d'altronde risulta anche dalla consultazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e dalle indagini geologiche fatte eseguire a corredo degli strumenti urbanistici del P.R.G..

L'area di sedime dei manufatti da realizzare non è quindi attualmente interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico.

b - Pericolosità sismica e azioni sismiche

L'area è caratterizzata da condizioni morfostratigrafiche locali per effetto delle quali è ragionevole attendersi fenomeni di amplificazione delle onde sismiche ($F_a > 1.0$); il sito ricade infatti all'interno di una zona di fondovalle alluvionale con presenza di terreni incoerenti; presenta quindi un certo grado di esposizione ai fenomeni di amplificazione dinamica delle onde sismiche.

Azioni Sismiche di cui al D.M. 14/01/2008

Per le applicazioni previste dalla nuova normativa sismica riferibile al D.M. 14/01/2008 risulta quanto segue:

Zona Sismica

il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone (fig. 10) ciascuna delle quali contrassegnata da un diverso valore di accelerazione sismica massima orizzontale (a_g) riferita a suolo rigido con valori di velocità delle onde di taglio $V_{s30} \geq 800$ m/sec.

Fig. 10

Zona Sismica	a_g
1	0.35
2	0.25
3	0.15
4	0.05



l'area di studio ricade in Zona Sismica 2 con valori convenzionali $a_g = 0,25$

Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la norma definisce sette categorie di sottosuolo (fig. 11) in base ai valori di velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro una profondità di 30 m.

Fig. 11

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/sec eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione di spessore massimo di 3.0 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori > 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di V_{s30} compresi fra 360-800 m/sec ovvero: Nspt30 > 50 per terreni a grana grossa Cu30 > 250 KPa nei terreni a grana fine
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori > 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di V_{s30} compresi fra 180-360 m/sec ovvero: Nspt30 compreso fra 15-50 per terreni a grana grossa Cu30 compreso fra 70-250 KPa nei terreni a grana fine
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori > 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ovvero: Nspt30 < 15 per terreni a grana grossa Cu30 < 70 KPa nei terreni a grana fine
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento con valori di $V_{s30} > 800$ m/sec ovvero: Nspt30 < 15 per terreni a grana grossa Cu30 < 70 KPa nei terreni a grana fine
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/sec, che includono uno strato di almeno 8 m di terreno a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche ovvero: Cu30 compreso fra 10-20 KPa nei terreni a grana fine
S2	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

Le categorie S1 e S2 sono categorie aggiuntive rispetto a quelle principali A/B/C/D/E; per tali categorie è necessario predisporre specifiche analisi per la determinazione delle azioni sismiche.



Il calcolo della velocità equivalente V_{s30} deriva dalla applicazione della seguente relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i spessore dello strato i-esimo
 V_i velocità dell'onda di taglio i-esima
 N numero di strati

Dalla applicazione del metodo previsto dalla Norma NTC/2008 risulta che il valore V_{s30} è fortemente influenzato dagli strati meno rigidi presenti nei 30 m di sottosuolo; il calcolo di N_{spt30} e di C_{u30} deriva dalla applicazione della formula suesposta avendo cura di sostituire V_i con i valori N_{spt} o C_u .

Nel caso specifico, per la definizione indicativa della categoria di sottosuolo ci si è riferiti:

- al valore V_{s30} direttamente calcolato con le prove sismiche MASW;
- alla profondità di 30 m a partire dal p.c. attuale.

IL valore equivalente della velocità delle onde di taglio V_{s30} ricavato dalle prove simiche MASW sull'area di fondovalle è risultato:

$$\mathbf{V_{s30} = 347 \text{ m/sec}}$$

Si può pertanto preliminarmente stimare che l'area rientri nella seguente categoria di sottosuolo:

Categoria di sottosuolo	V_{s30} (NTC/2008)
C	180-360 m/sec

Coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente di amplificazione topografica S_T assume i valori di seguito riportati in funzione della morfologia e dell'ubicazione dell'intervento (fig. 12):



Fig. 12

Categoria topografica	Caratteristiche topografiche	Ubicazione opera	S _T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	-	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Trattandosi di un intervento che ricade in area pianeggiante il coefficiente di amplificazione topografica sarà **S_T = 1.00**.

c - Liquefazione

Il fenomeno della liquefazione sismica durante i terremoti interessa in genere i terreni finemente sabbiosi e/o sabbioso limosi, sostanzialmente sciolti, a granulometria uniforme e saturi; in tali terreni le sollecitazioni indotte dal sisma possono determinare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione di confinamento, annullare la resistenza al taglio efficace e determinare, di conseguenza, una condizione di stato fluido.

La probabilità che un terreno raggiunga tale condizione dipende pertanto da diversi fattori fra i quali: il grado di addensamento, la granulometria, la profondità della falda e la magnitudo dell'evento sismico.

Dalle osservazioni in zone colpite da liquefazione si deduce che generalmente il fenomeno interessa aree caratterizzate da terremoti con magnitudo superiore o uguale a 5.0, con falda prossima al p.c. e spessori di terreno fino a circa 15 metri di profondità.

Nel caso specifico si ritiene che i terreni alluvionali, costituenti i primi 50/60 metri del sottosuolo (dati bibliografici), caratterizzati da materiali eterogranulari, ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi, mediamente addensati e addensati con locali intercalazioni di limi argillosi, non risultino fra quelli suscettibili al fenomeno della liquefazione.



7 - CONSIDERAZIONI FINALI

I risultati dello studio hanno evidenziato che il sito non presenta problematiche tali da condizionare negativamente la fattibilità geologica dell'intervento: si tratta infatti di opere che saranno realizzate su di un'area pianeggiante, all'interno di una zona che non risulta interessata da condizioni di pericolosità idrogeologica.

Anche in un intorno significativo non sono stati rilevati fenomeni di dissesto in atto o potenziale che possano coinvolgere direttamente o indirettamente la zona oggetto di indagine, come risulta anche dalla consultazione della documentazione di cui agli studi condotti per il Piano Regolatore e degli elaborati del PAI.

L'intervento consiste nella costruzione di due lotti, uno (lotto 1) di forma rettangolare costituito da uno piano interrato e tre fuori terra, e un altro (lotto 2) a forma di lettera U costituito da un unico piano interrato e tre palazzine fuori terra di tre piani ciascuna. Per un maggior dettaglio si vedano gli stralci progettuali allegati (all. 8).

Riguardo alla profondità delle fondazioni si ricorda che in ogni caso i piani di posa dovranno risultare comunque a profondità tali da non risentire delle variazioni climatiche stagionali e/o cicliche del contenuto d'acqua al fine di evitare che i fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni, particolarmente evidenti in corrispondenza di litotipi più marcatamente argillosi superficiali, possano creare pregiudizio alla stabilità delle opere, dei fabbricati e manufatti in genere. A tal riguardo si fa presente che mediamente la fascia dei terreni superficiali (così detta zona attiva) particolarmente vulnerabile è di almeno m 1.50.

Tenendo poi in debita considerazione il fatto che il livello statico della falda più superficiale è stato rinvenuto ad una profondità variabile da m 1.20 a m 1.80 rispetto al piano campagna attuale e che è suscettibile di sensibili variazioni dovute al cambiare dei fattori climatici stagionali e, data la vicinanza al mare, alle maree e quindi capace di risalire a quote anche più prossime alla superficie topografica, si raccomanda di tenere tutto ciò in debita considerazione.

Per i calcoli della capacità portante dei terreni, per i cedimenti e per le azioni sismiche si dovrà fare riferimento ai parametri da noi stimati e riportati nei capitoli 4, 5 e 6.

Dal punto di vista della pericolosità sismica l'area è caratterizzata da condizioni morfostratigrafiche locali per effetto delle quali è ragionevole attendersi fenomeni di amplificazione delle onde sismiche; per le applicazioni previste dalla vigente normativa sismica di cui al D.M. 14/01/2008 le indagini sismiche eseguite hanno consentito di definire un profilo di V_{s30} a partire dal p.c. attuale pari a **347 m/sec**, tale da associare il sottosuolo alla **categoria "C"** quindi *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori > 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di V_{s30} compresi fra 180-360 m/sec ovvero: N_{spt30} compreso fra 15-50 per terreni a grana grossa Cu_{30} compreso fra 70-250 KPa nei terreni a grana fine"*.



Si raccomanda inoltre:

- di porre la dovuta e necessaria attenzione alle acque meteoriche superficiali di apporto diretto e indiretto al fine di evitare l'infiltrazione nel sottosuolo e nei terreni di fondazione in corrispondenza dell'area di sedime del nuovo manufatto e delle relative opere; dovranno quindi essere realizzate opere permanenti di regimazione idrogeologica delle acque meteoriche che consentano, sin dall'avvio della fase esecutiva e quindi della cantierizzazione dell'area, l'allontanamento delle acque al di fuori dell'area di pertinenza di tutte le opere in progetto;
- di mantenere inderogabilmente in efficienza la rete di scolo e drenaggio delle acque meteoriche;
- di verificare, prima dell'avvio della fase esecutiva, l'esatta geometria degli sbancamenti rispetto alle reali condizioni al contorno; ciò al fine di prevedere ed eseguire, laddove necessario, quelle opere provvisorie di sostegno a salvaguardia della stabilità dell'area e delle opere, fabbricati e manufatti limitrofi; in ogni caso, per le opere e/o manufatti ricadenti all'interno del cuneo di spinta del terreno a tergo delle pareti di sbanco e comunque ubicati entro 5.00 metri dal perimetro di sbanco si raccomanda di prevedere opere provvisorie preventive allo sbanco stesso al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza.

In ordine alle modalità esecutive degli sbancamenti, in assenza di manufatti in adiacenza o limitrofi, si raccomanda di adottare le normali precauzioni connesse alla esecuzione di sbancamenti avendo cura:

- di evitare sovraccarichi a ridosso del perimetro di sbanco;
- di evitare fronti di sbanco verticali;
- di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque meteoriche al fine di evitare il deflusso idrico dall'esterno in direzione dello sbanco; contestualmente si suggerisce di proteggere con teli impermeabili le pareti di sbanco.

In fase esecutiva si resta a disposizione per fornire assistenza per quanto di competenza in ordine agli interventi previsti al fine di:

- verificare, anche attraverso osservazioni e misure in corso d'opera, la validità delle ipotesi assunte;
- adeguare, eventualmente, le opere alle situazioni effettivamente riscontrate;
- valutare soluzioni d'intervento opportune per garantire adeguate condizioni di sicurezza e stabilità.

Resta inteso che tutte le valutazioni contenute nel presente studio dovranno essere riconsiderate, e, laddove necessario, oggetto di specifici approfondimenti, e/o adeguamenti, qualora risultassero variazioni rispetto al progetto messo a disposizione e riportato in stralcio in allegato.

Fano, Aprile 2011



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 27 di 28

ALLEGATI



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 28 di 28



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 1 di 2

ALLEGATO 1

CARTA GEOLOGICA



GEOCON

STUDIO ASSOCIATO PER LA GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI
Geol. Michele GLIASCHERA
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzi n. 10/A 61032 Fano (PU)

Tel. 0721 861494/862875

e-mail geocn@fastwebnet.it

COMPARTO DI RICUCITURA
URBANA "LOCALITA' SASSONIA
VIALE DANTE ALIGHIERI" ST1_P11

ALLEGATO

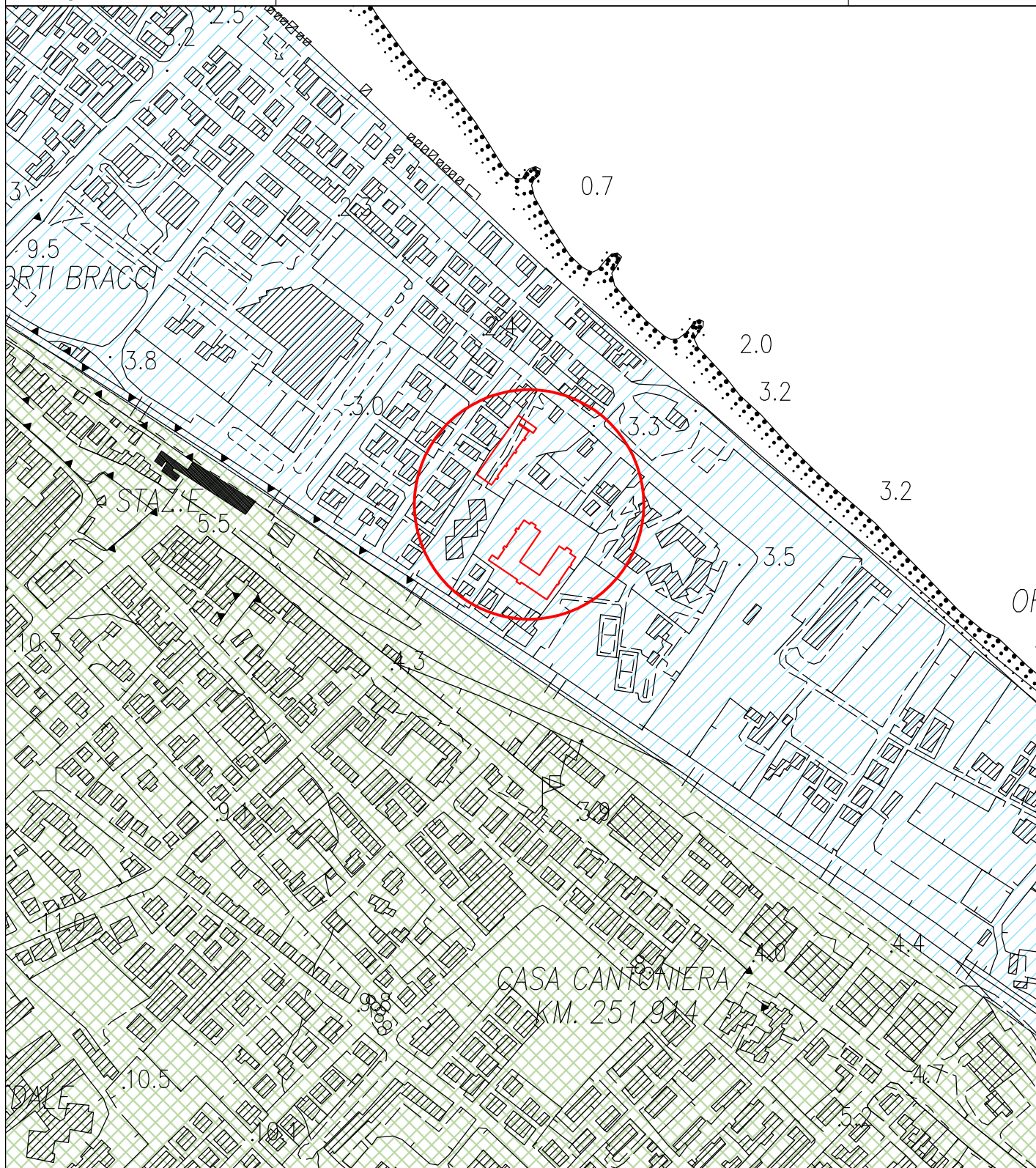
1

CARTA GEOLOGICA

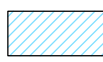
SCALA 1:5.000

Commessa:1112/10

Data: APRILE 2011



Area di intervento



Alluvioni e depositi litoranei, ghiaiosi e talora parzialmente sabbiosi, del IV ordine dei terrazzi, a 5-8 m sul fondovalle. (Pleistocene medio-sup.)



Alluvioni e depositi litoranei, ghiaiosi e talora parzialmente sabbiosi, del III ordine dei terrazzi, a 10-30m sul fondovalle. (Pleistocene medio-sup.)



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

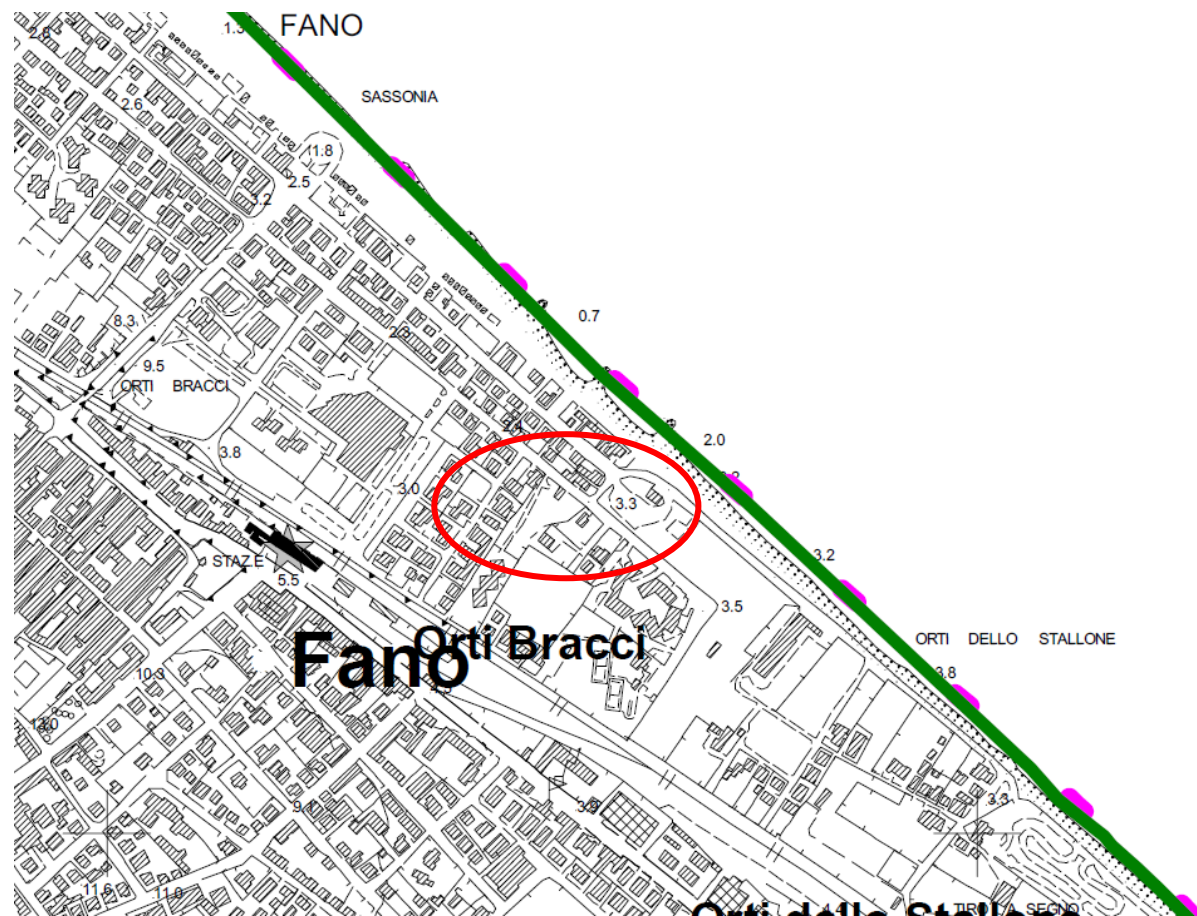
RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 1 di 2

ALLEGATO 2

STRALCIO CARTOGRAFICO PAI

Piano Assetto Idrogeologico (PAI) CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO



LEGENDA

Aree a rischio frana
(codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio esondazione
(codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga
(codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

Limite di bacino idrografico



Ubicazione area in oggetto

ESTRATTO CARTOGRAFICO PAI TAV. RI 7



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 1 di 2

ALLEGATO 3

AEROFOTOGRAMMETRIA



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 1 di 2

ALLEGATO 4

CARTA PLANOALTIMETRICA

**CON UBICAZIONE INDAGINI GEOLOGICHE E TRACCIA DEGLI
SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI**



GEOCON

STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI
Geol. Michele GLIASCHERA
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzi n. 10/A 61032 Fano (PU)
Tel. 0721 861494/862875
e-mail geocon@fastwebnet.it

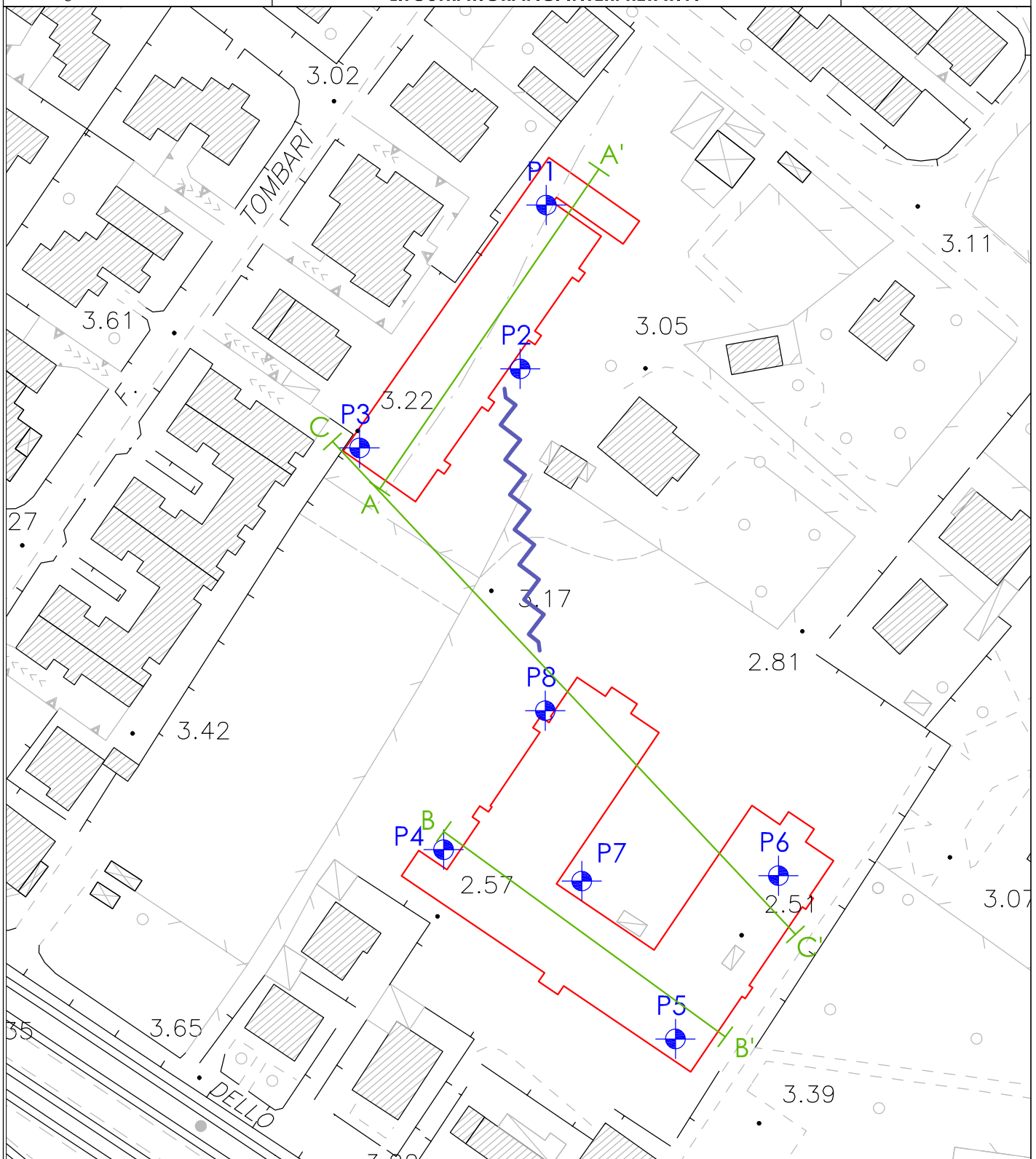
COMPARTO DI RICUCITURA
URBANA "LOCALITA' SASSONIA
VIALE DANTE ALIGHIERI" ST1_P11

ALLEGATO

4

**CARTA PLANOALTIMETRICA CON UBICAZIONE DELLE
INDAGINI GEOLOGICHE E TRACCIA DEGLI SCHEMI
LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI**

SCALA 1: 1.000
Commessa:1112/10
Data: APRILE 2011



— Area di intervento



Prova penetrometrica
dinamica (24/01/2011)



Indagine MASW



Traccia dello schema
litostratigrafico



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 1 di 1

ALLEGATO 5

CERTIFICATI E GRAFICI DELLE PROVE PENETROMETRICHE

PENETROMETRO DINAMICO PAGANI: TG 63-200 ISM.C matricola **P 000988**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-200 ISM.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

GEOLAND
Giorgio Piagnani

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 29/01/2011

- note : Falda non rilevata per chiusura foro

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	15	108,9	6
0,20 - 0,40	23	241,7	1	5,20 - 5,40	15	108,9	6
0,40 - 0,60	8	77,1	2	5,40 - 5,60	17	116,2	7
0,60 - 0,80	5	48,2	2	5,60 - 5,80	20	136,7	7
0,80 - 1,00	4	38,6	2	5,80 - 6,00	14	95,7	7
1,00 - 1,20	6	57,9	2	6,00 - 6,20	9	61,5	7
1,20 - 1,40	8	77,1	2	6,20 - 6,40	17	116,2	7
1,40 - 1,60	8	71,3	3	6,40 - 6,60	16	103,3	8
1,60 - 1,80	12	106,9	3	6,60 - 6,80	4	25,8	8
1,80 - 2,00	17	151,5	3	6,80 - 7,00	4	25,8	8
2,00 - 2,20	18	160,4	3	7,00 - 7,20	8	51,7	8
2,20 - 2,40	18	160,4	3	7,20 - 7,40	13	84,0	8
2,40 - 2,60	13	107,7	4	7,40 - 7,60	11	67,3	9
2,60 - 2,80	11	91,1	4	7,60 - 7,80	12	73,5	9
2,80 - 3,00	14	115,9	4	7,80 - 8,00	6	36,7	9
3,00 - 3,20	17	140,8	4	8,00 - 8,20	11	67,3	9
3,20 - 3,40	24	198,8	4	8,20 - 8,40	11	67,3	9
3,40 - 3,60	22	170,2	5	8,40 - 8,60	13	75,6	10
3,60 - 3,80	39	301,7	5	8,60 - 8,80	15	87,3	10
3,80 - 4,00	33	255,3	5	8,80 - 9,00	18	104,7	10
4,00 - 4,20	26	201,1	5	9,00 - 9,20	22	128,0	10
4,20 - 4,40	20	154,7	5	9,20 - 9,40	16	93,1	10
4,40 - 4,60	23	166,9	6	9,40 - 9,60	19	105,3	11
4,60 - 4,80	20	145,1	6	9,60 - 9,80	20	110,8	11
4,80 - 5,00	12	87,1	6	9,80 - 10,00	19	105,3	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	20	145,1	6
0,20 - 0,40	4	42,0	1	5,20 - 5,40	36	261,2	6
0,40 - 0,60	4	38,6	2	5,40 - 5,60	28	191,4	7
0,60 - 0,80	5	48,2	2	5,60 - 5,80	18	123,0	7
0,80 - 1,00	9	86,8	2	5,80 - 6,00	14	95,7	7
1,00 - 1,20	9	86,8	2	6,00 - 6,20	12	82,0	7
1,20 - 1,40	9	86,8	2	6,20 - 6,40	10	68,3	7
1,40 - 1,60	12	106,9	3	6,40 - 6,60	5	32,3	8
1,60 - 1,80	12	106,9	3	6,60 - 6,80	4	25,8	8
1,80 - 2,00	12	106,9	3	6,80 - 7,00	6	38,7	8
2,00 - 2,20	10	89,1	3	7,00 - 7,20	8	51,7	8
2,20 - 2,40	18	160,4	3	7,20 - 7,40	8	51,7	8
2,40 - 2,60	11	91,1	4	7,40 - 7,60	12	73,5	9
2,60 - 2,80	11	91,1	4	7,60 - 7,80	10	61,2	9
2,80 - 3,00	14	115,9	4	7,80 - 8,00	13	79,6	9
3,00 - 3,20	15	124,2	4	8,00 - 8,20	22	134,7	9
3,20 - 3,40	27	223,6	4	8,20 - 8,40	20	122,4	9
3,40 - 3,60	39	301,7	5	8,40 - 8,60	17	98,9	10
3,60 - 3,80	37	286,2	5	8,60 - 8,80	14	81,4	10
3,80 - 4,00	34	263,0	5	8,80 - 9,00	28	162,9	10
4,00 - 4,20	26	201,1	5	9,00 - 9,20	27	157,1	10
4,20 - 4,40	14	108,3	5	9,20 - 9,40	18	104,7	10
4,40 - 4,60	19	137,9	6	9,40 - 9,60	15	83,1	11
4,60 - 4,80	19	137,9	6	9,60 - 9,80	14	77,6	11
4,80 - 5,00	18	130,6	6	9,80 - 10,00	17	94,2	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	28	203,2	6
0,20 - 0,40	5	52,5	1	5,20 - 5,40	24	174,2	6
0,40 - 0,60	7	67,5	2	5,40 - 5,60	17	116,2	7
0,60 - 0,80	4	38,6	2	5,60 - 5,80	15	102,5	7
0,80 - 1,00	4	38,6	2	5,80 - 6,00	14	95,7	7
1,00 - 1,20	11	106,1	2	6,00 - 6,20	7	47,8	7
1,20 - 1,40	14	135,0	2	6,20 - 6,40	7	47,8	7
1,40 - 1,60	13	115,8	3	6,40 - 6,60	11	71,0	8
1,60 - 1,80	11	98,0	3	6,60 - 6,80	7	45,2	8
1,80 - 2,00	11	98,0	3	6,80 - 7,00	8	51,7	8
2,00 - 2,20	9	80,2	3	7,00 - 7,20	16	103,3	8
2,20 - 2,40	13	115,8	3	7,20 - 7,40	12	77,5	8
2,40 - 2,60	17	140,8	4	7,40 - 7,60	10	61,2	9
2,60 - 2,80	9	74,5	4	7,60 - 7,80	10	61,2	9
2,80 - 3,00	11	91,1	4	7,80 - 8,00	24	146,9	9
3,00 - 3,20	17	140,8	4	8,00 - 8,20	13	79,6	9
3,20 - 3,40	20	165,6	4	8,20 - 8,40	19	116,3	9
3,40 - 3,60	21	162,4	5	8,40 - 8,60	27	157,1	10
3,60 - 3,80	23	177,9	5	8,60 - 8,80	26	151,2	10
3,80 - 4,00	17	131,5	5	8,80 - 9,00	19	110,5	10
4,00 - 4,20	10	77,4	5	9,00 - 9,20	13	75,6	10
4,20 - 4,40	20	154,7	5	9,20 - 9,40	9	52,4	10
4,40 - 4,60	26	188,7	6	9,40 - 9,60	10	55,4	11
4,60 - 4,80	23	166,9	6	9,60 - 9,80	9	49,9	11
4,80 - 5,00	22	159,7	6	9,80 - 10,00	10	55,4	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	11	79,8	6
0,20 - 0,40	3	31,5	1	5,20 - 5,40	13	94,3	6
0,40 - 0,60	3	28,9	2	5,40 - 5,60	12	82,0	7
0,60 - 0,80	3	28,9	2	5,60 - 5,80	11	75,2	7
0,80 - 1,00	2	19,3	2	5,80 - 6,00	8	54,7	7
1,00 - 1,20	9	86,8	2	6,00 - 6,20	6	41,0	7
1,20 - 1,40	11	106,1	2	6,20 - 6,40	3	20,5	7
1,40 - 1,60	12	106,9	3	6,40 - 6,60	4	25,8	8
1,60 - 1,80	11	98,0	3	6,60 - 6,80	7	45,2	8
1,80 - 2,00	9	80,2	3	6,80 - 7,00	11	71,0	8
2,00 - 2,20	13	115,8	3	7,00 - 7,20	10	64,6	8
2,20 - 2,40	16	142,6	3	7,20 - 7,40	4	25,8	8
2,40 - 2,60	21	173,9	4	7,40 - 7,60	19	116,3	9
2,60 - 2,80	27	223,6	4	7,60 - 7,80	24	146,9	9
2,80 - 3,00	26	215,3	4	7,80 - 8,00	23	140,8	9
3,00 - 3,20	11	91,1	4	8,00 - 8,20	23	140,8	9
3,20 - 3,40	14	115,9	4	8,20 - 8,40	14	85,7	9
3,40 - 3,60	15	116,0	5	8,40 - 8,60	14	81,4	10
3,60 - 3,80	10	77,4	5	8,60 - 8,80	21	122,2	10
3,80 - 4,00	10	77,4	5	8,80 - 9,00	22	128,0	10
4,00 - 4,20	20	154,7	5	9,00 - 9,20	28	162,9	10
4,20 - 4,40	12	92,8	5	9,20 - 9,40	30	174,5	10
4,40 - 4,60	7	50,8	6	9,40 - 9,60	21	116,4	11
4,60 - 4,80	11	79,8	6	9,60 - 9,80	16	88,7	11
4,80 - 5,00	7	50,8	6	9,80 - 10,00	20	110,8	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 5

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	10	72,6	6
0,20 - 0,40	2	21,0	1	5,20 - 5,40	8	58,1	6
0,40 - 0,60	3	28,9	2	5,40 - 5,60	7	47,8	7
0,60 - 0,80	4	38,6	2	5,60 - 5,80	8	54,7	7
0,80 - 1,00	3	28,9	2	5,80 - 6,00	5	34,2	7
1,00 - 1,20	10	96,4	2	6,00 - 6,20	10	68,3	7
1,20 - 1,40	17	163,9	2	6,20 - 6,40	17	116,2	7
1,40 - 1,60	23	204,9	3	6,40 - 6,60	14	90,4	8
1,60 - 1,80	15	133,7	3	6,60 - 6,80	10	64,6	8
1,80 - 2,00	33	294,1	3	6,80 - 7,00	3	19,4	8
2,00 - 2,20	19	169,3	3	7,00 - 7,20	4	25,8	8
2,20 - 2,40	20	178,2	3	7,20 - 7,40	10	64,6	8
2,40 - 2,60	19	157,4	4	7,40 - 7,60	24	146,9	9
2,60 - 2,80	10	82,8	4	7,60 - 7,80	28	171,4	9
2,80 - 3,00	10	82,8	4	7,80 - 8,00	26	159,1	9
3,00 - 3,20	10	82,8	4	8,00 - 8,20	14	85,7	9
3,20 - 3,40	13	107,7	4	8,20 - 8,40	15	91,8	9
3,40 - 3,60	16	123,8	5	8,40 - 8,60	19	110,5	10
3,60 - 3,80	10	77,4	5	8,60 - 8,80	21	122,2	10
3,80 - 4,00	9	69,6	5	8,80 - 9,00	13	75,6	10
4,00 - 4,20	7	54,1	5	9,00 - 9,20	14	81,4	10
4,20 - 4,40	7	54,1	5	9,20 - 9,40	15	87,3	10
4,40 - 4,60	8	58,1	6	9,40 - 9,60	22	121,9	11
4,60 - 4,80	11	79,8	6	9,60 - 9,80	16	88,7	11
4,80 - 5,00	10	72,6	6	9,80 - 10,00	17	94,2	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 6

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 24/01/2011
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	9	65,3	6
0,20 - 0,40	2	21,0	1	5,20 - 5,40	12	87,1	6
0,40 - 0,60	2	19,3	2	5,40 - 5,60	15	102,5	7
0,60 - 0,80	5	48,2	2	5,60 - 5,80	12	82,0	7
0,80 - 1,00	7	67,5	2	5,80 - 6,00	3	20,5	7
1,00 - 1,20	6	57,9	2	6,00 - 6,20	6	41,0	7
1,20 - 1,40	6	57,9	2	6,20 - 6,40	13	88,8	7
1,40 - 1,60	6	53,5	3	6,40 - 6,60	10	64,6	8
1,60 - 1,80	3	26,7	3	6,60 - 6,80	5	32,3	8
1,80 - 2,00	2	17,8	3	6,80 - 7,00	7	45,2	8
2,00 - 2,20	6	53,5	3	7,00 - 7,20	5	32,3	8
2,20 - 2,40	12	106,9	3	7,20 - 7,40	6	38,7	8
2,40 - 2,60	15	124,2	4	7,40 - 7,60	5	30,6	9
2,60 - 2,80	20	165,6	4	7,60 - 7,80	6	36,7	9
2,80 - 3,00	31	256,7	4	7,80 - 8,00	6	36,7	9
3,00 - 3,20	26	215,3	4	8,00 - 8,20	6	36,7	9
3,20 - 3,40	23	190,5	4	8,20 - 8,40	3	18,4	9
3,40 - 3,60	11	85,1	5	8,40 - 8,60	2	11,6	10
3,60 - 3,80	10	77,4	5	8,60 - 8,80	4	23,3	10
3,80 - 4,00	13	100,6	5	8,80 - 9,00	10	58,2	10
4,00 - 4,20	7	54,1	5	9,00 - 9,20	16	93,1	10
4,20 - 4,40	7	54,1	5	9,20 - 9,40	23	133,8	10
4,40 - 4,60	13	94,3	6	9,40 - 9,60	18	99,8	11
4,60 - 4,80	10	72,6	6	9,60 - 9,80	21	116,4	11
4,80 - 5,00	9	65,3	6	9,80 - 10,00	16	88,7	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 7

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 24/01/2011
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	11	79,8	6
0,20 - 0,40	3	31,5	1	5,20 - 5,40	12	87,1	6
0,40 - 0,60	3	28,9	2	5,40 - 5,60	10	68,3	7
0,60 - 0,80	3	28,9	2	5,60 - 5,80	12	82,0	7
0,80 - 1,00	5	48,2	2	5,80 - 6,00	6	41,0	7
1,00 - 1,20	3	28,9	2	6,00 - 6,20	4	27,3	7
1,20 - 1,40	7	67,5	2	6,20 - 6,40	6	41,0	7
1,40 - 1,60	11	98,0	3	6,40 - 6,60	4	25,8	8
1,60 - 1,80	15	133,7	3	6,60 - 6,80	6	38,7	8
1,80 - 2,00	15	133,7	3	6,80 - 7,00	12	77,5	8
2,00 - 2,20	10	89,1	3	7,00 - 7,20	7	45,2	8
2,20 - 2,40	10	89,1	3	7,20 - 7,40	3	19,4	8
2,40 - 2,60	11	91,1	4	7,40 - 7,60	4	24,5	9
2,60 - 2,80	23	190,5	4	7,60 - 7,80	5	30,6	9
2,80 - 3,00	27	223,6	4	7,80 - 8,00	9	55,1	9
3,00 - 3,20	13	107,7	4	8,00 - 8,20	12	73,5	9
3,20 - 3,40	13	107,7	4	8,20 - 8,40	5	30,6	9
3,40 - 3,60	16	123,8	5	8,40 - 8,60	7	40,7	10
3,60 - 3,80	16	123,8	5	8,60 - 8,80	11	64,0	10
3,80 - 4,00	13	100,6	5	8,80 - 9,00	18	104,7	10
4,00 - 4,20	9	69,6	5	9,00 - 9,20	18	104,7	10
4,20 - 4,40	9	69,6	5	9,20 - 9,40	22	128,0	10
4,40 - 4,60	9	65,3	6	9,40 - 9,60	21	116,4	11
4,60 - 4,80	10	72,6	6	9,60 - 9,80	24	133,0	11
4,80 - 5,00	9	65,3	6	9,80 - 10,00	19	105,3	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 8

- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 24/01/2011
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	1	5,00 - 5,20	6	43,5	6
0,20 - 0,40	2	21,0	1	5,20 - 5,40	10	72,6	6
0,40 - 0,60	2	19,3	2	5,40 - 5,60	11	75,2	7
0,60 - 0,80	6	57,9	2	5,60 - 5,80	10	68,3	7
0,80 - 1,00	9	86,8	2	5,80 - 6,00	13	88,8	7
1,00 - 1,20	10	96,4	2	6,00 - 6,20	11	75,2	7
1,20 - 1,40	22	212,2	2	6,20 - 6,40	4	27,3	7
1,40 - 1,60	11	98,0	3	6,40 - 6,60	3	19,4	8
1,60 - 1,80	11	98,0	3	6,60 - 6,80	4	25,8	8
1,80 - 2,00	16	142,6	3	6,80 - 7,00	6	38,7	8
2,00 - 2,20	12	106,9	3	7,00 - 7,20	7	45,2	8
2,20 - 2,40	12	106,9	3	7,20 - 7,40	5	32,3	8
2,40 - 2,60	18	149,1	4	7,40 - 7,60	13	79,6	9
2,60 - 2,80	19	157,4	4	7,60 - 7,80	9	55,1	9
2,80 - 3,00	21	173,9	4	7,80 - 8,00	24	146,9	9
3,00 - 3,20	35	289,9	4	8,00 - 8,20	30	183,6	9
3,20 - 3,40	33	273,3	4	8,20 - 8,40	12	73,5	9
3,40 - 3,60	34	263,0	5	8,40 - 8,60	11	64,0	10
3,60 - 3,80	21	162,4	5	8,60 - 8,80	18	104,7	10
3,80 - 4,00	16	123,8	5	8,80 - 9,00	16	93,1	10
4,00 - 4,20	17	131,5	5	9,00 - 9,20	16	93,1	10
4,20 - 4,40	17	131,5	5	9,20 - 9,40	24	139,6	10
4,40 - 4,60	17	123,4	6	9,40 - 9,60	19	105,3	11
4,60 - 4,80	14	101,6	6	9,60 - 9,80	23	127,5	11
4,80 - 5,00	12	87,1	6	9,80 - 10,00	17	94,2	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



SEDE LEGALE:
P.zza I° maggio n.5
06081 - Assisi (PG)

tel. & fax: 075.800.37.80
mobile: 338.29.40.003
mail: geolandpg@tiscali.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 100

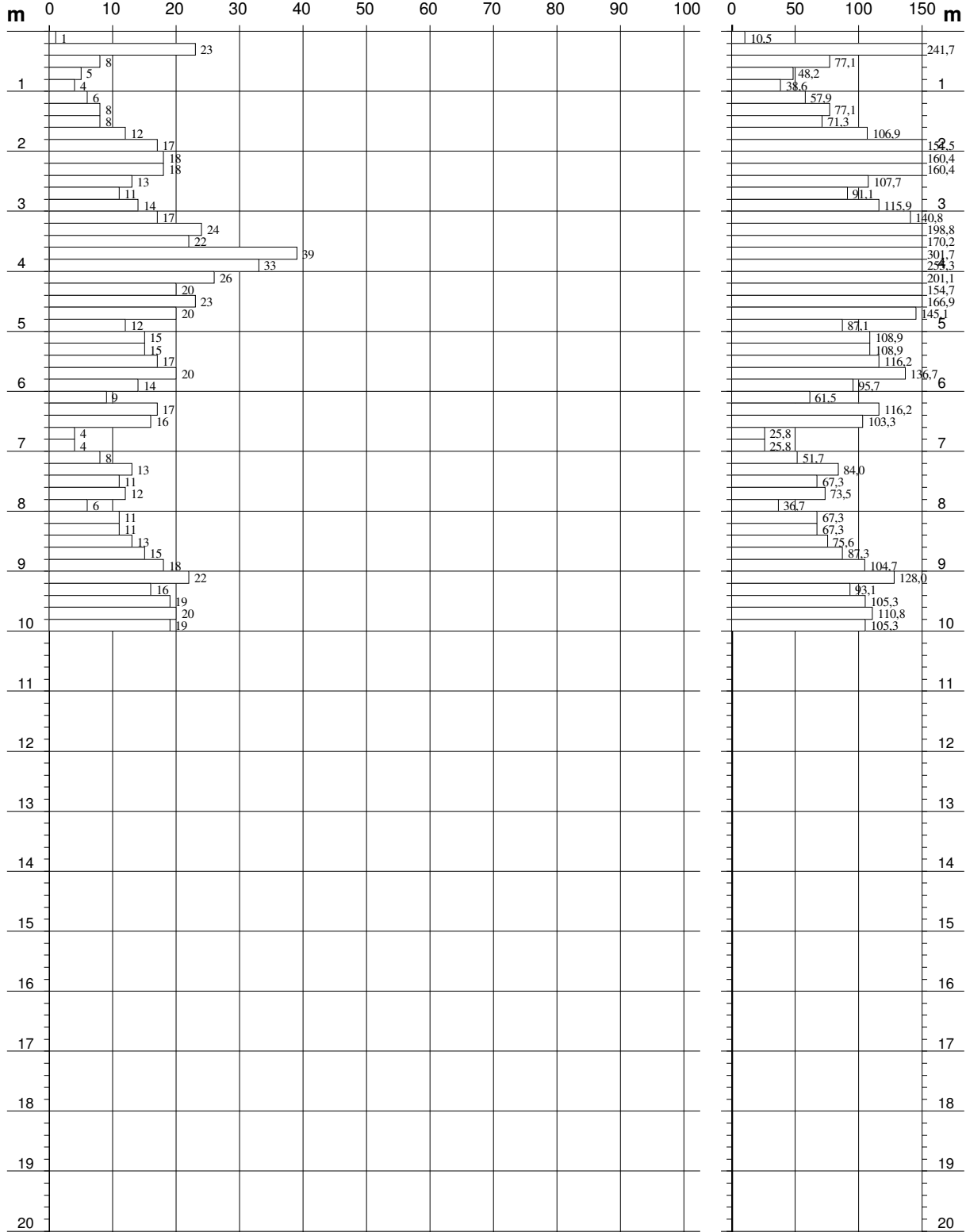
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 29/01/2011

- note : Falda non rilevata per chiusura foro

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1: 100

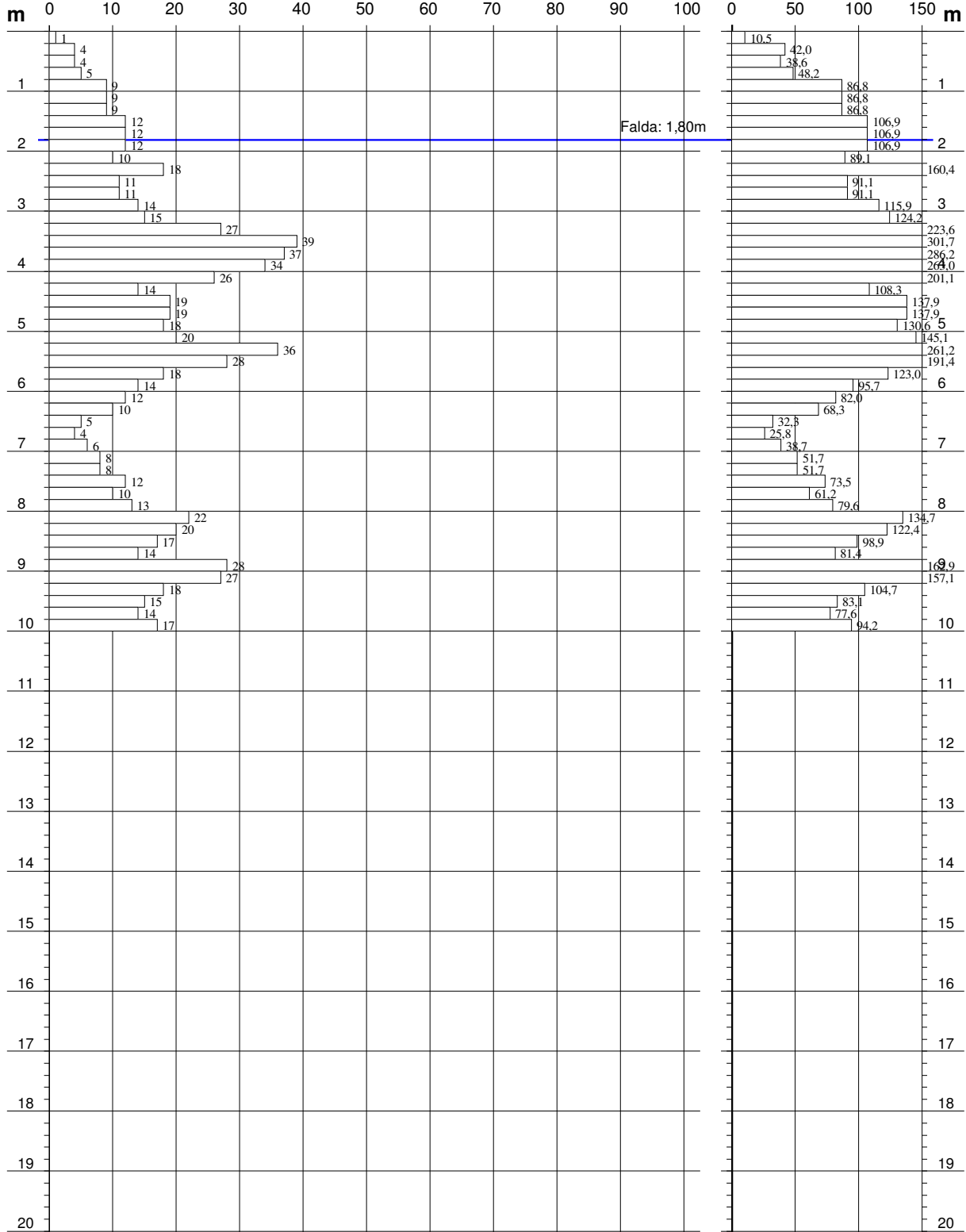
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 3

Scala 1: 100

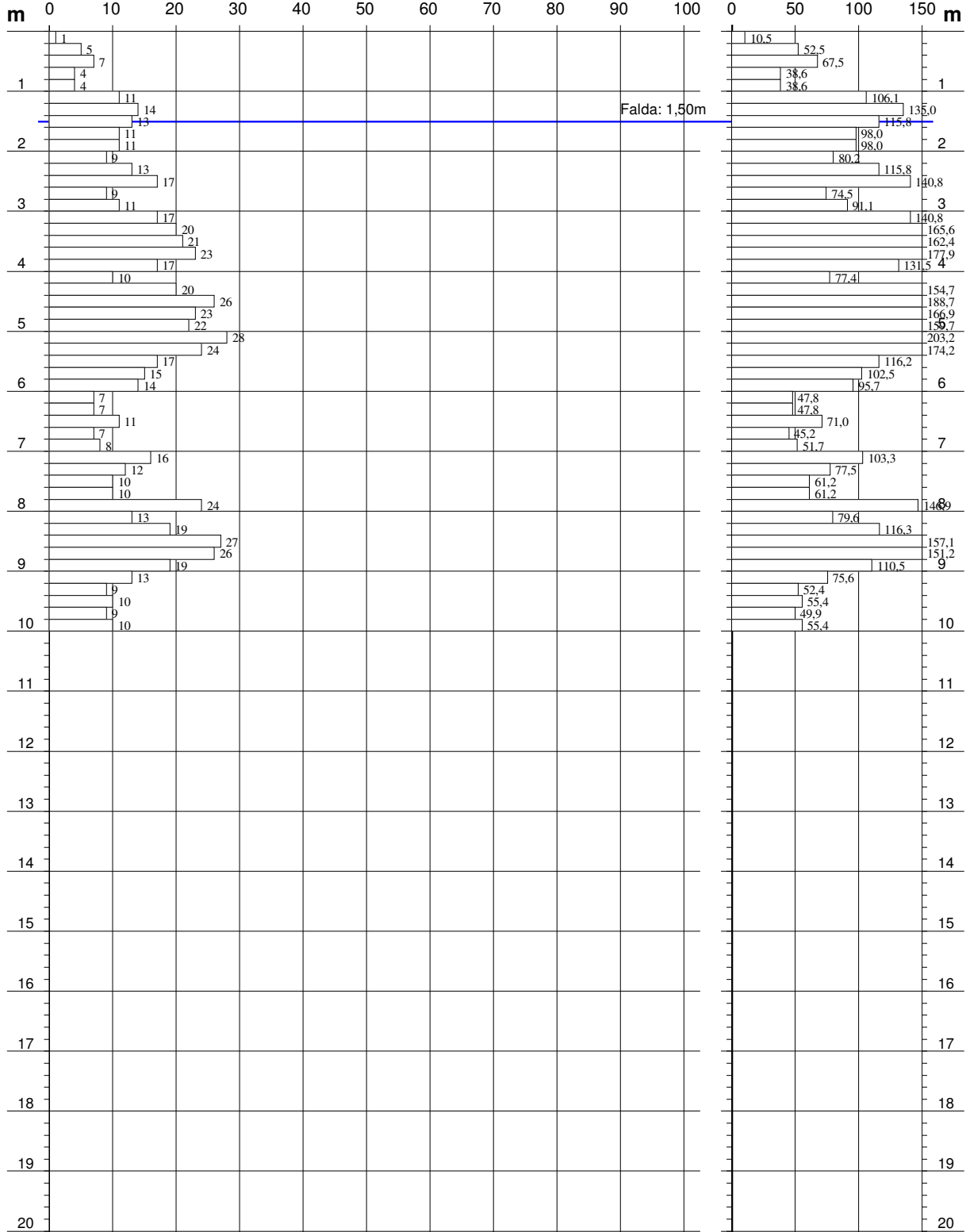
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

Scala 1: 100

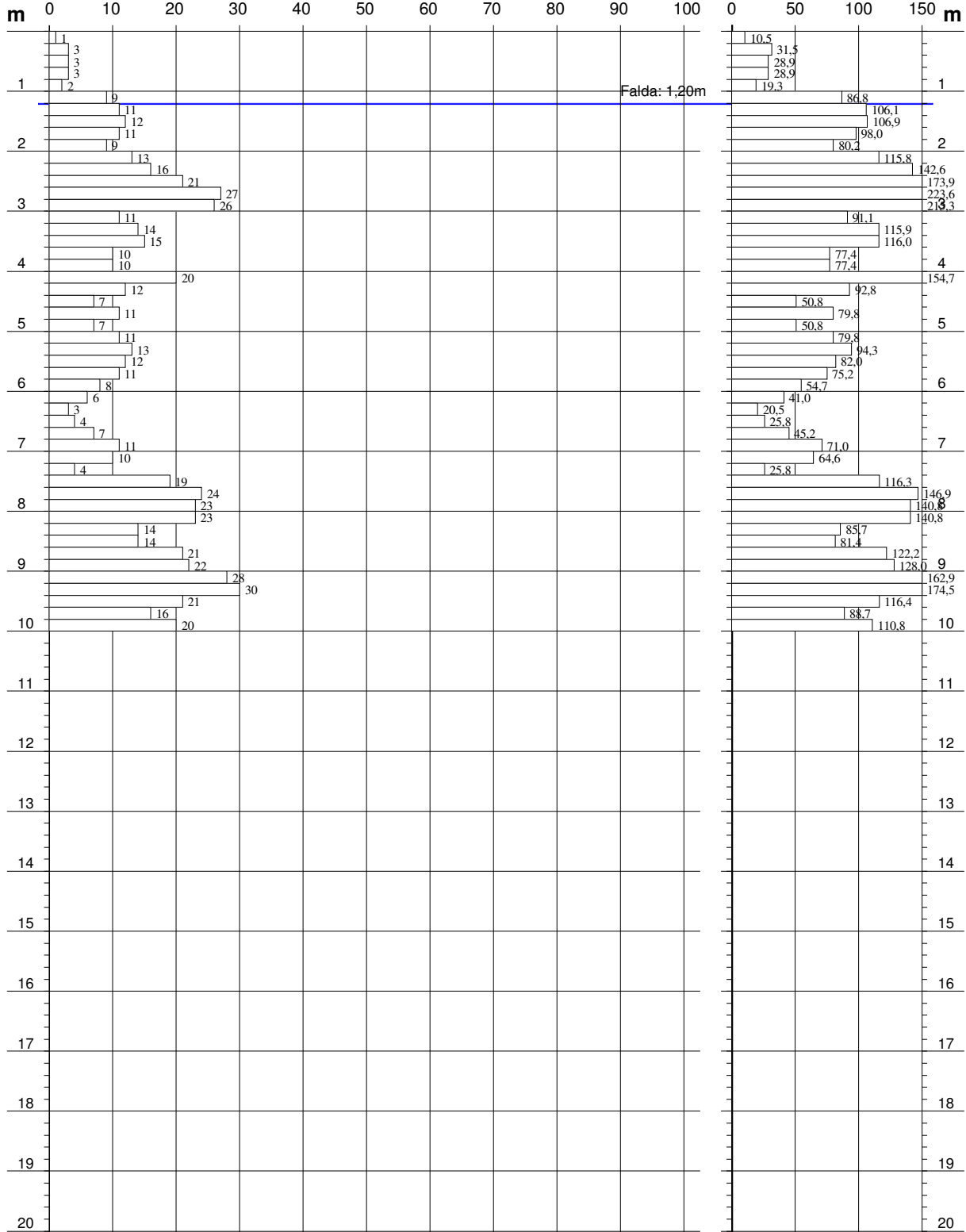
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 5

Scala 1: 100

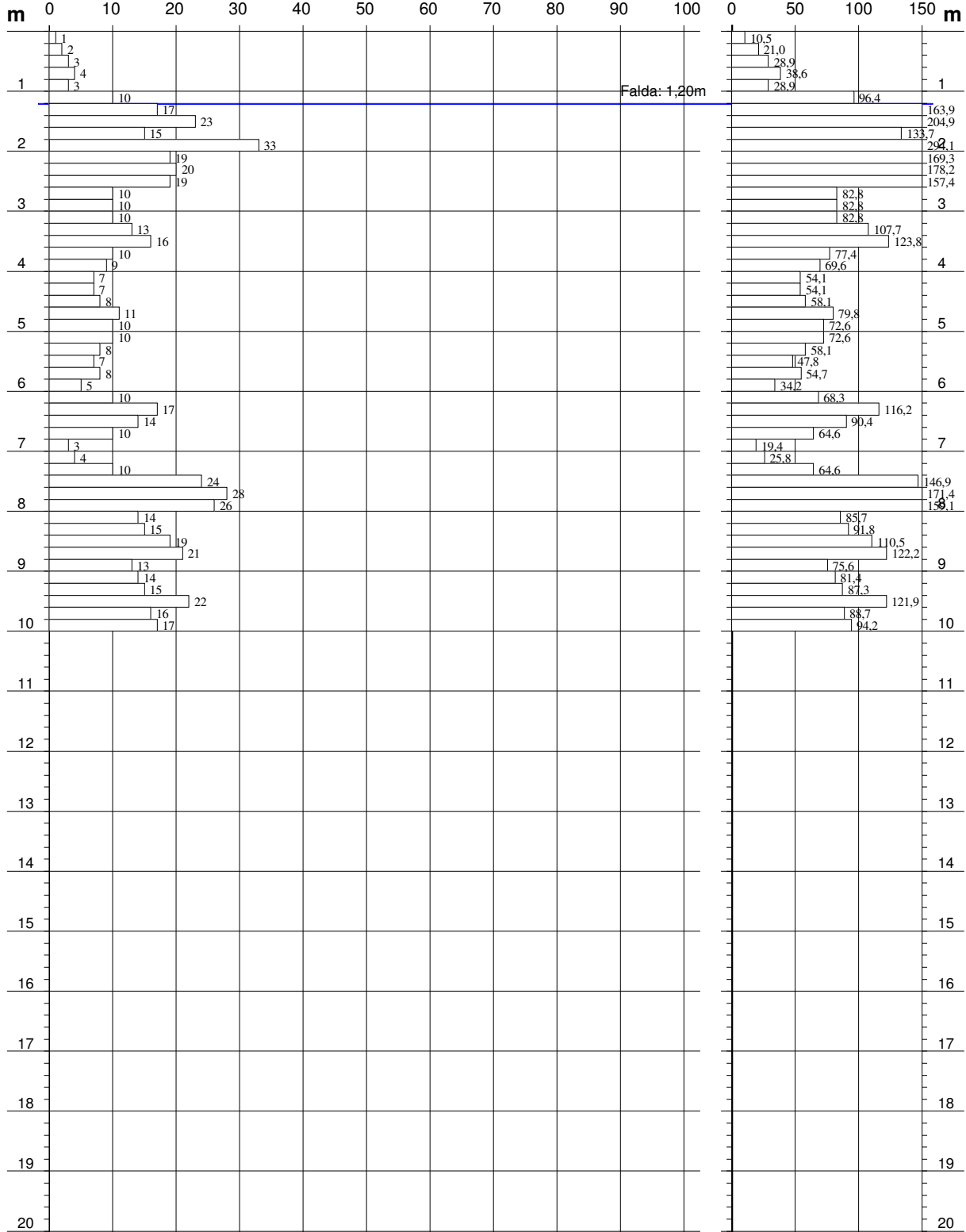
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 18/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 6

Scala 1: 100

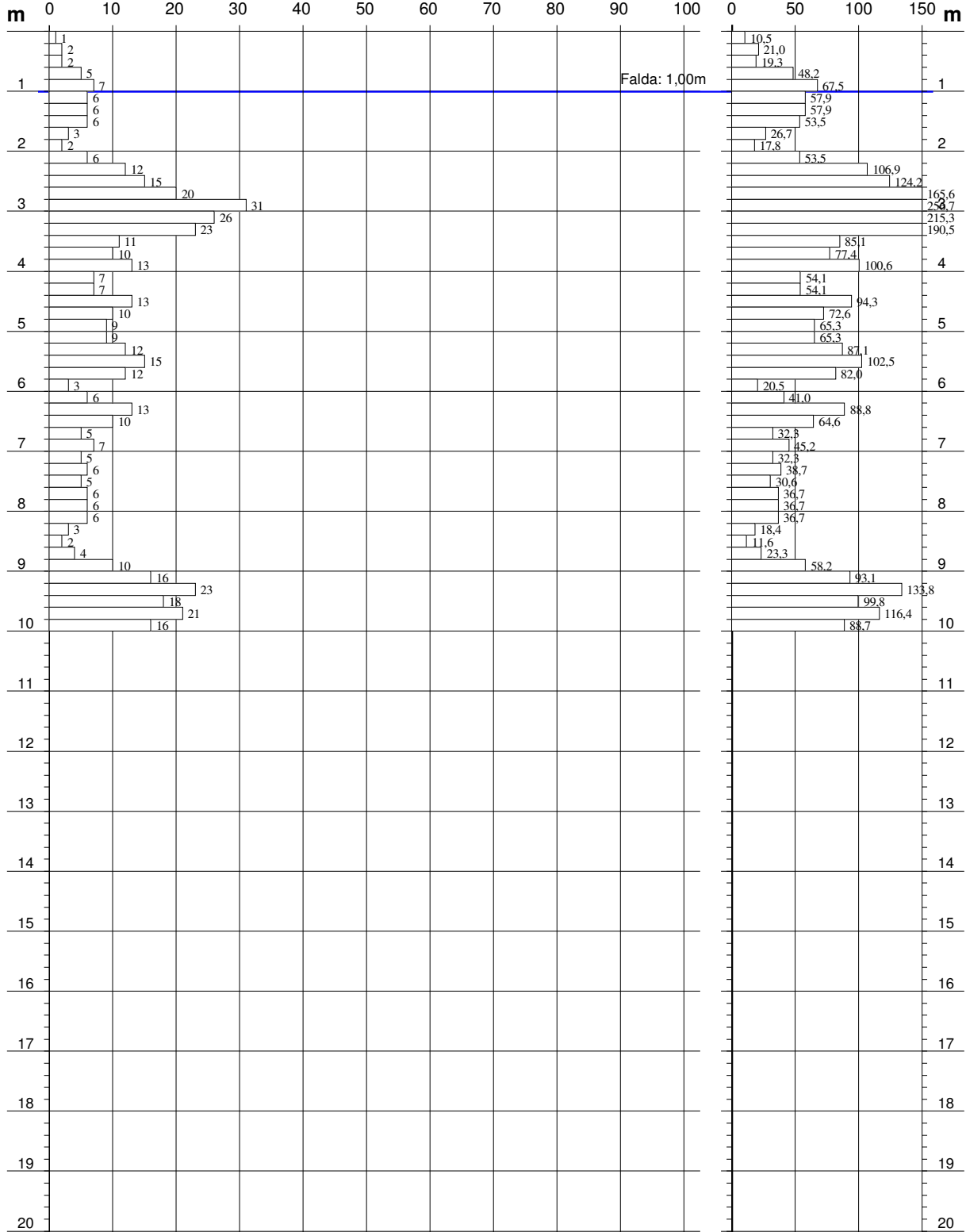
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 24/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 7

Scala 1: 100

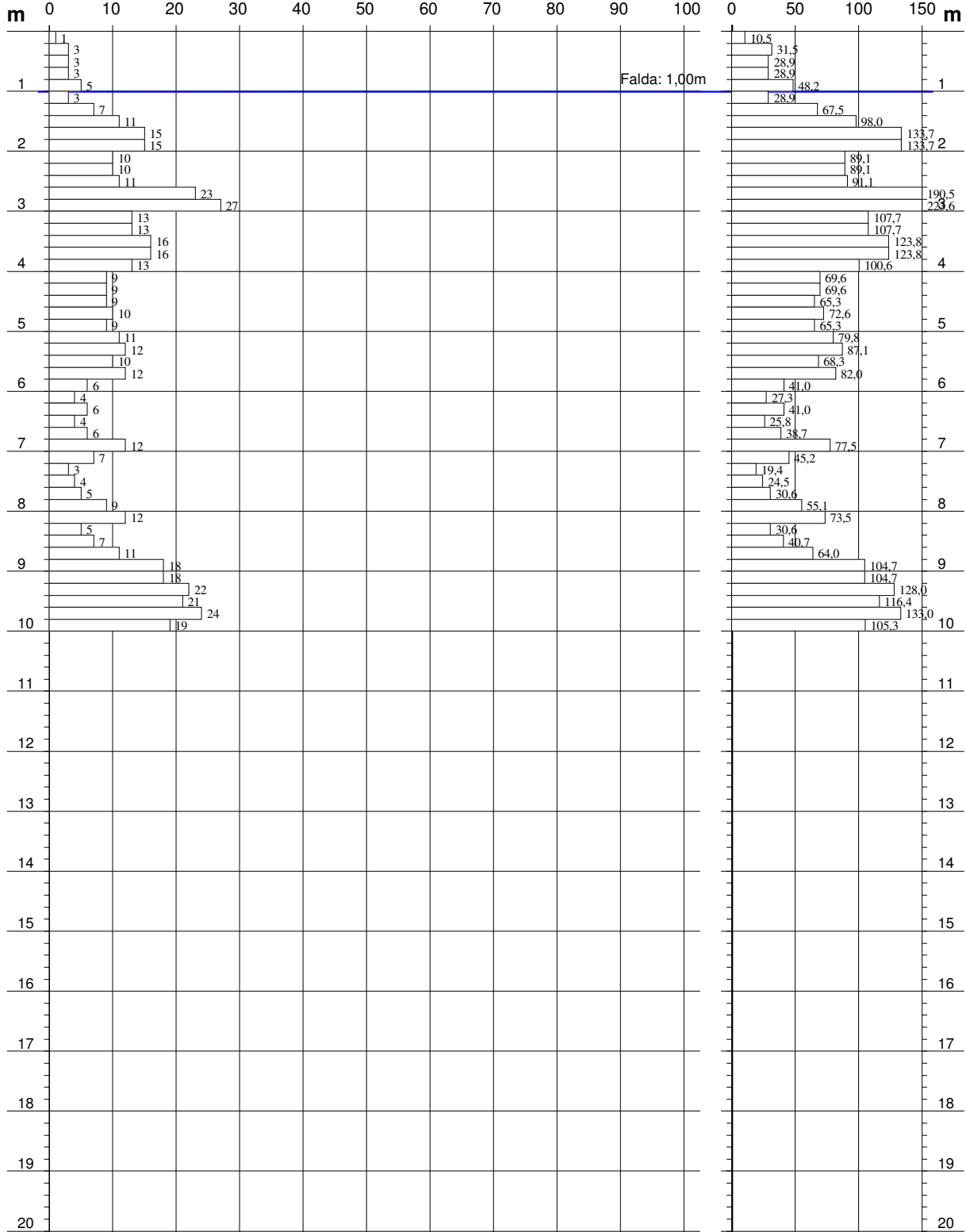
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 24/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 8

Scala 1: 100

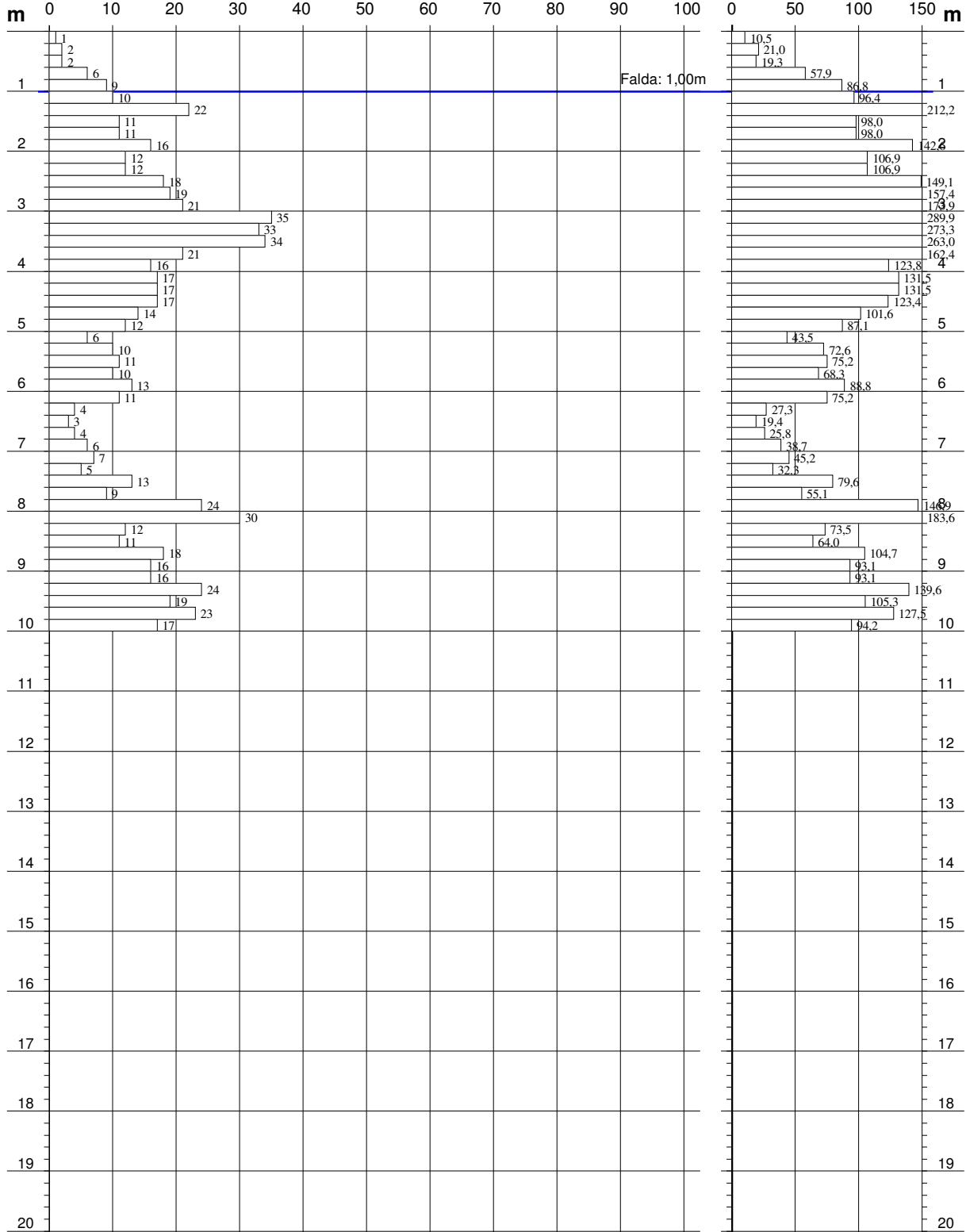
- cantiere : La Sassonia Srl
- lavoro : Realizzazione fabbricati
- località : Fano (PU) - Via D. Alighieri

- data prova : 24/01/2011
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- data emiss. : 29/01/2011

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm

Rpd (kg/cm²)





GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 1 di 2

ALLEGATO 6

SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI

INTERPRETATIVI



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI
Geol. Michele GIASCHERA
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzini, 10/A, 61032 Fano (PU)
Tel. 0721 861494/862875
e-mail: geoccon@fastwebnet.it

COMPARTO DI RICUCITURA
URBANA "LOCALITA' SASSONIA
VALE DANTE ALIGHIERI" ST1_P11

**SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO
INTERPRETATIVO A-A'**

ALLEGATO

6.0

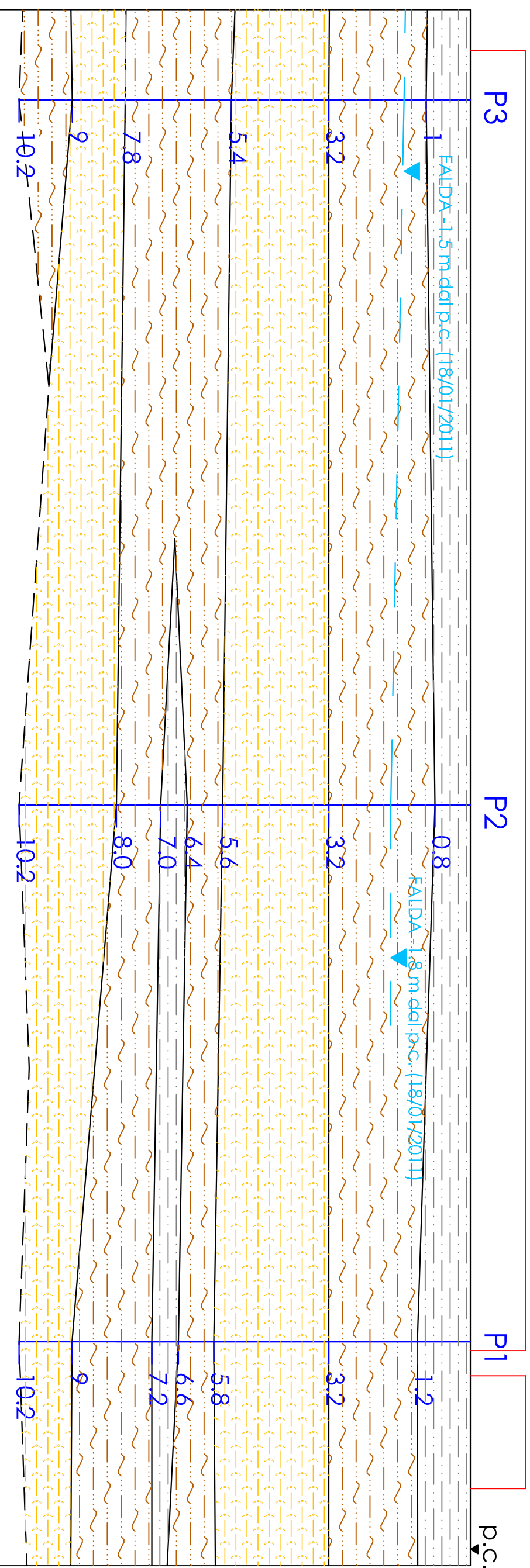
SCALA L1:200/H1:100

Commessa: 11/2/10

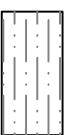
Data: APRILE 2011

Ingombro fabbricato

Ingombro fabbricato



UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE



1 - Limi e limi sabbiosi da molto sciolti a sciolti



2 - Limi sabbiosi e sabbie limose mediamente addensate



3 - Sabbia e ghiaia, da mediamente addensata ad addensata

P1

Prova penetrometrica dinamica DPSH
(24/01/2011)



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI
Geol. Michele GIASCHERA
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzini, 10/A, 61032 Fano (PU)
Tel. 0721 861494/862875
e-mail: geoccon@fastwebnet.it

COMPARTO DI RICUCITURA
URBANA "LOCALITA' SASSONIA
VALE DANTE ALIGHIERI" ST1_P11

**SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO
INTERPRETATIVO B-B''**

ALLEGATO

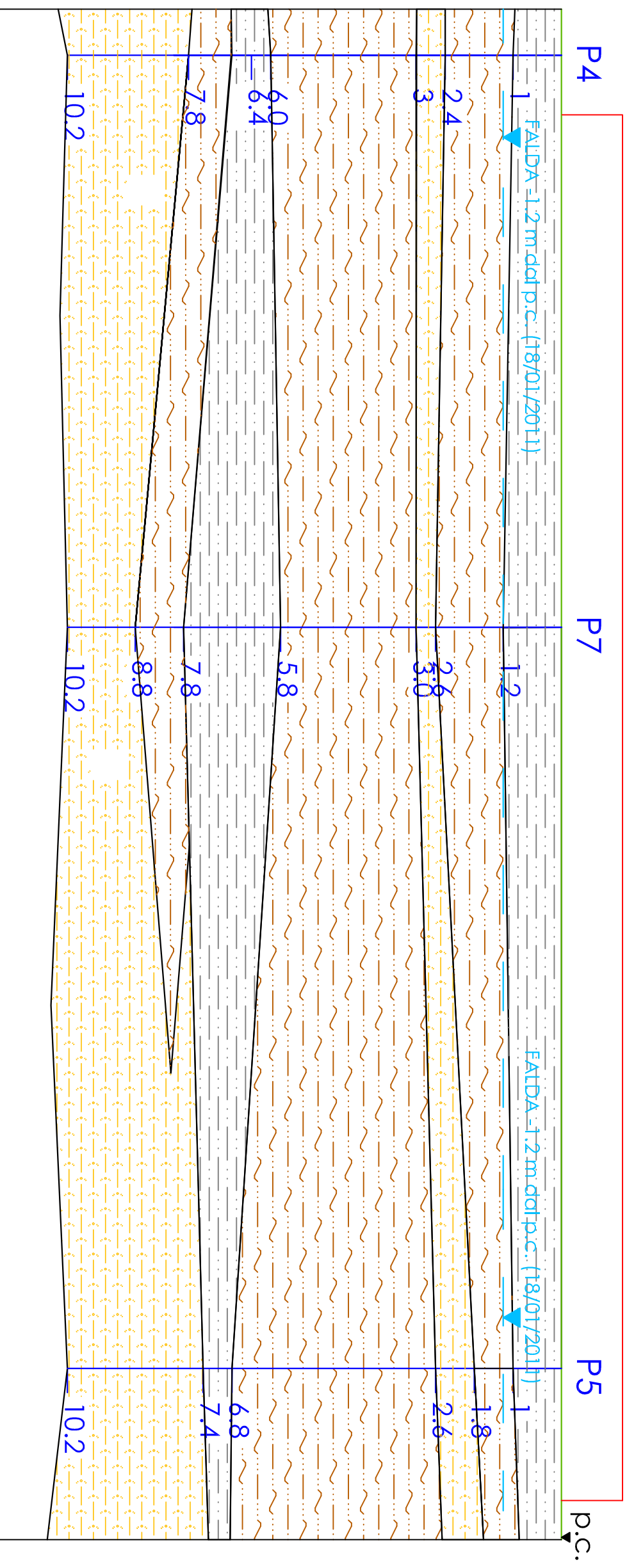
6.b

SCALA L1:200/H1:100

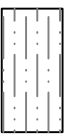
Commissa: 11/2/10

Data: APRILE 2011

Ingombro fabbricato



UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE



1 - Limi e limi sabbiosi da molto sciolti a sciolti



2 - Limi sabbiosi e sabbie limose mediamente addensate



3 - Sabbia e ghiaia, da mediamente addensata ad addensata

P1

Prova penetrometrica dinamica DPSH
(24/01/2011)



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI
Geol. Michele GIASCHERA
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzini, 10/A, 61032 Fano (PU)
Tel. 0721 861494/862875
e-mail: geocon@fastwebnet.it

COMPARTO DI RICUCITURA
URBANA "LOCALITA' SASSONIA
VALE DANTE ALIGHIERI" ST1_P11

**SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO
INTERPRETATIVO C-C'**

ALLEGATO

6.C

SCALA L1:400/H1:100

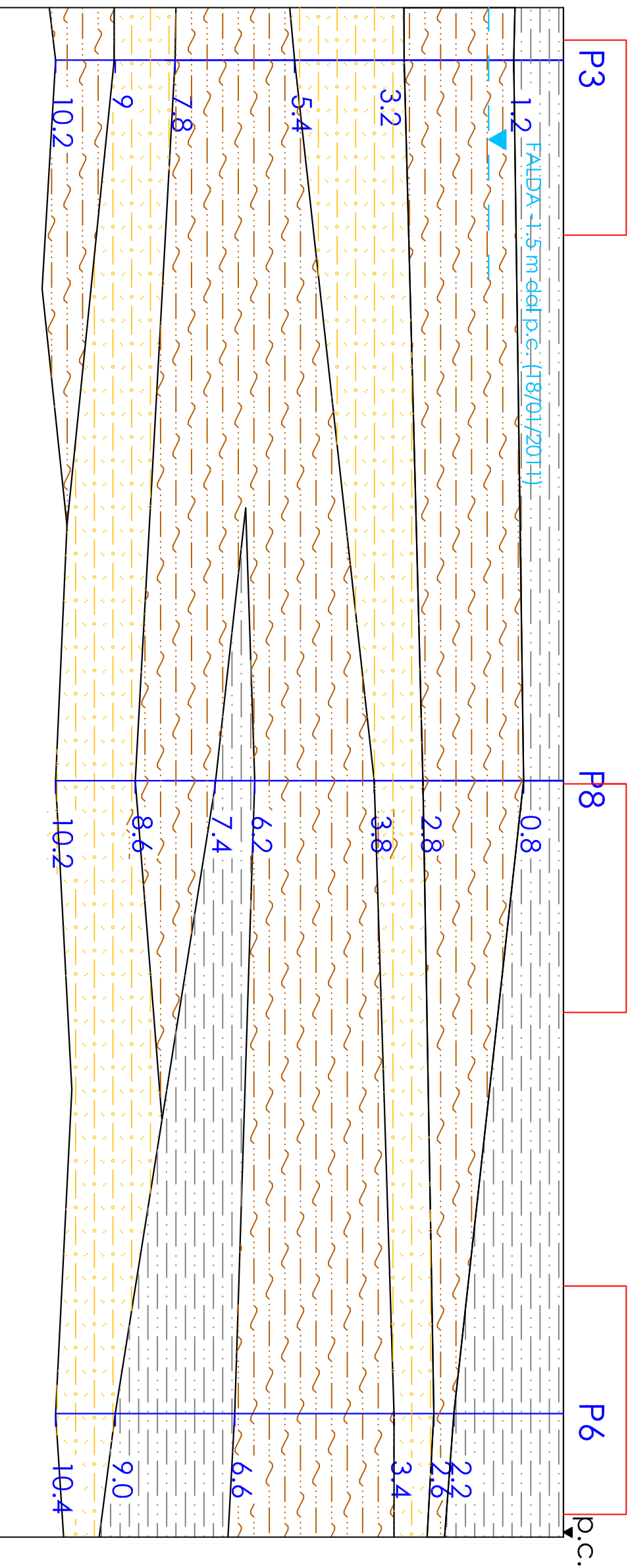
Commissa: 11/2/10

Data: APRILE 2011

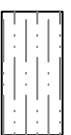
Ingombro fabbricato

Ingombro fabbricato

Ingombro fabbricato



UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE



1 - Limi e limi sabbiosi da molto sciolti a sciolti



2 - Limi sabbiosi e sabbie limose mediamente addensate



3 - Sabbia e ghiaia, da mediamente addensata ad addensata

P1

Prova penetrometrica dinamica DPSH
(24/01/2011)



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

Pag. 1 di 2

ALLEGATO 7

INDAGINE SISMICA MASW

Dott. Marco Gaggiotti

Via Osoppo, 38
60015 Falconara M.ma (AN)

e-mail: gaggiotti_m@yahoo.it

C.F: GGGMRC68S12A271H

TEL. +39.328.20.40.857

P.IVA 02438320422



**INDAGINE GEOFISICA AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA
ESEGUITA IN VIA DANTE ALIGHIERI PRESSO IL COMUNE DI FANO (PU)**

Oggetto: Indagine geofisica con tecnica *MASW*.

Committente: La Sassonia s.r.l.

Commessa: 006M -11

Falconara M.ma, li 20 Gennaio 2011

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	3
2.1 Strumentazione utilizzata.....	3
2.2 Indagine <i>MASW</i> : metodologia ed acquisizione.....	4
3. INTERPRETAZIONE E RISULTATI.....	6
3.1 Risultati delle analisi.....	7
3.2 Curva di dispersione.....	7
3.3 Profilo in sito.....	9
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	12

TAVOLE

TAV.1 Ubicazione stendimento sismico (scala 1:5.000)

Falconara M.ma, 20 Gennaio 2011

1. PREMESSA

Su incarico dello Studio Geologico Geocon e per conto della ditta La Sassonia s.r.l. è stata eseguita in data 13 Gennaio 2011, una indagine geofisica mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (*Rayleigh*) con tecnica *MASW*, sita in Viale Dante Alighieri presso il Comune di Fano (PU).

L'utilizzo di tale metodologia ha permesso di ricavare le velocità delle onde di taglio S, le quali sono state utilizzate per il calcolo del valore del parametro V_{S30} , necessario per la definizione della categoria di suolo di fondazione (Nuove NTC -D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i.).

2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito è stata eseguita un'indagine di sismica superficiale mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (*Rayleigh*) con tecnica *MASW*.

2.1 Strumentazione utilizzata

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde S_v , in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali;
- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria 4.5 Hz (*Masw*), ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali prodotte da una specifica sorgente;
- sistema di acquisizione dati: Sismografo *Geometrix* ES-2401 con memoria dinamica a 12 bit composto da 12 *dataloggers* a 2 canali ciascuno per un totale di 24 canali, n° 2 cavi sismici telemetrici di 60 m ciascuno, il sistema è in grado

di registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale dal sistema di ricezione;

- un sistema di *trigger*: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta (piastra metallica), consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

2.2 Indagine MASW: metodologia ed acquisizione

Il metodo *MASW* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di *Rayleigh*, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di *Rayleigh* sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (*Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980*) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di *Rayleigh* dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 2-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa tra i 10m ed i 50m, in funzione della rigidità del suolo e

delle caratteristiche della sorgente e presenta una maggiore affidabilità per profondità di circa 20m.

. Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S.

I vantaggi della tecnica M.A.S.W. possono essere così riassunti:

- particolarmente indicata per terreni attenuanti ed ambienti rumorosi;
- è in grado di evidenziare inversioni di velocità nel profilo di velocità;
- buona risoluzione.

Tali caratteristiche ne hanno reso particolarmente indicato l'uso nel sito in oggetto, caratterizzato dalla presenza di terreni alluvionali in cui le inversioni di velocità sono possibili e situato in un'area urbanizzata e quindi tipicamente rumorosa.

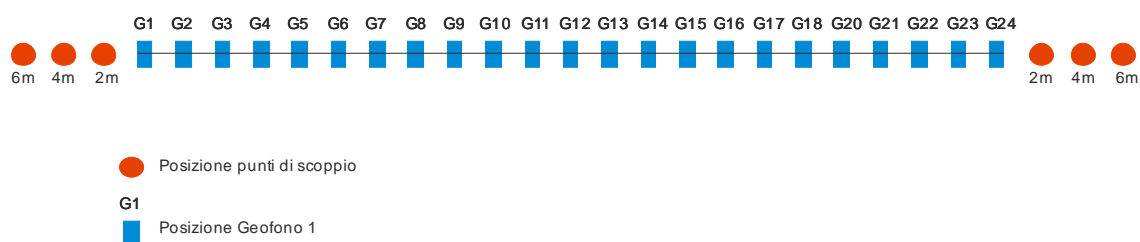
Schematicamente il processo di analisi è il seguente:

- Creazione dello spettro FK;
- Ricerca del miglior fit fra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica;
- Profilo di velocità delle onde s.

I limiti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali ed omogenei, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata sia dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°. Nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. Si rammenta in ogni caso che la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira generalmente attorno al 10-20 %.

La "copertura" dei tiri sulla base sismica è stata tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale fino alla profondità stabilita dall'indagine. L'elaborazione è stata eseguita tramite il *software MASW* (V. Roma, 2007). L'acquisizione è stata eseguita posizionando i 24 geofoni da 4.5 Hz, secondo la seguente configurazione spaziale e temporale:

- lunghezza stendimento ricevitori: 46.0 m
- n. geofoni: 24
- distanza intergeofonica: 2.0 m
- n. punti di energizzazione: 6
- offset sorgenti: 2.0 m, 4.0m e 6.0m
- durata acquisizione: 1024 ms e 2048ms
- intervallo di campionamento: 0.5 ms 1 ms



Schema 1 : geometria di acquisizione ed ubicazione punti di energizzazione.

3. INTERPRETAZIONE E RISULTATI

Nome del file delle tracce 21601
 Numero di ricevitori..... 24
 Numero di campioni temporali 1024
 Passo temporale di acquisizione 0,5ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi..... 24
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1024ms
 Coordinate Topografiche verticale *MASW*: **43° 50' 35.93"**, **13° 01' 41.32"**

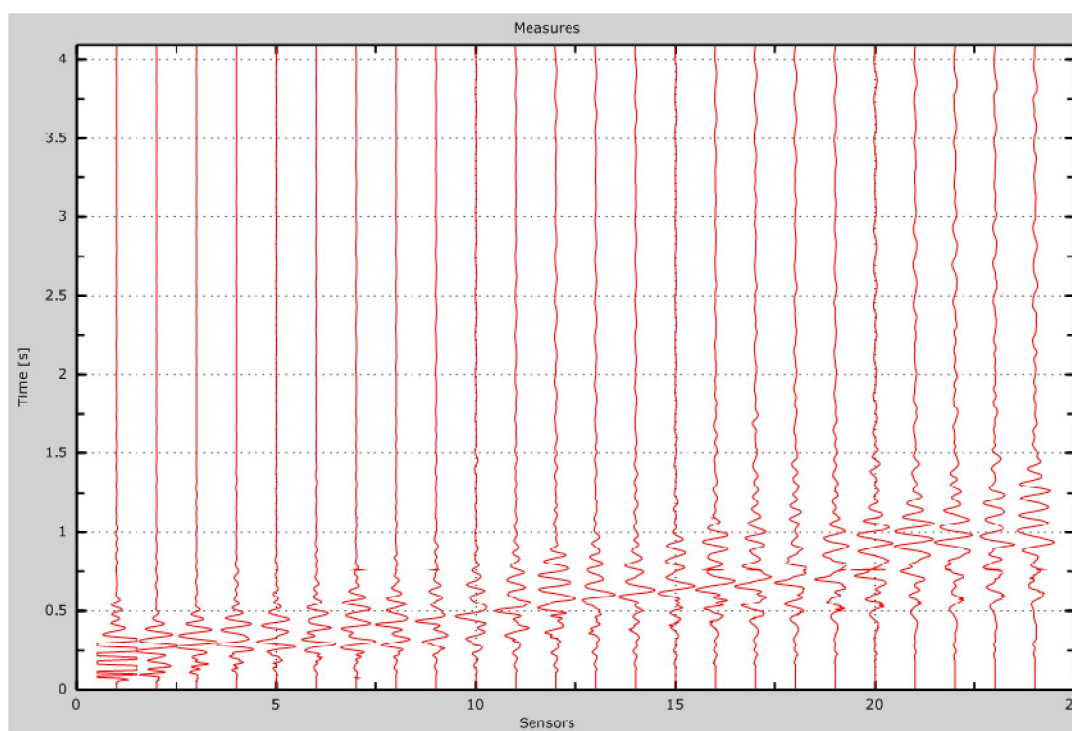


Figura 1: Tracce sperimentali

3.1 Risultati delle analisi

Frequenza finale 70Hz
Frequenza iniziale 02Hz

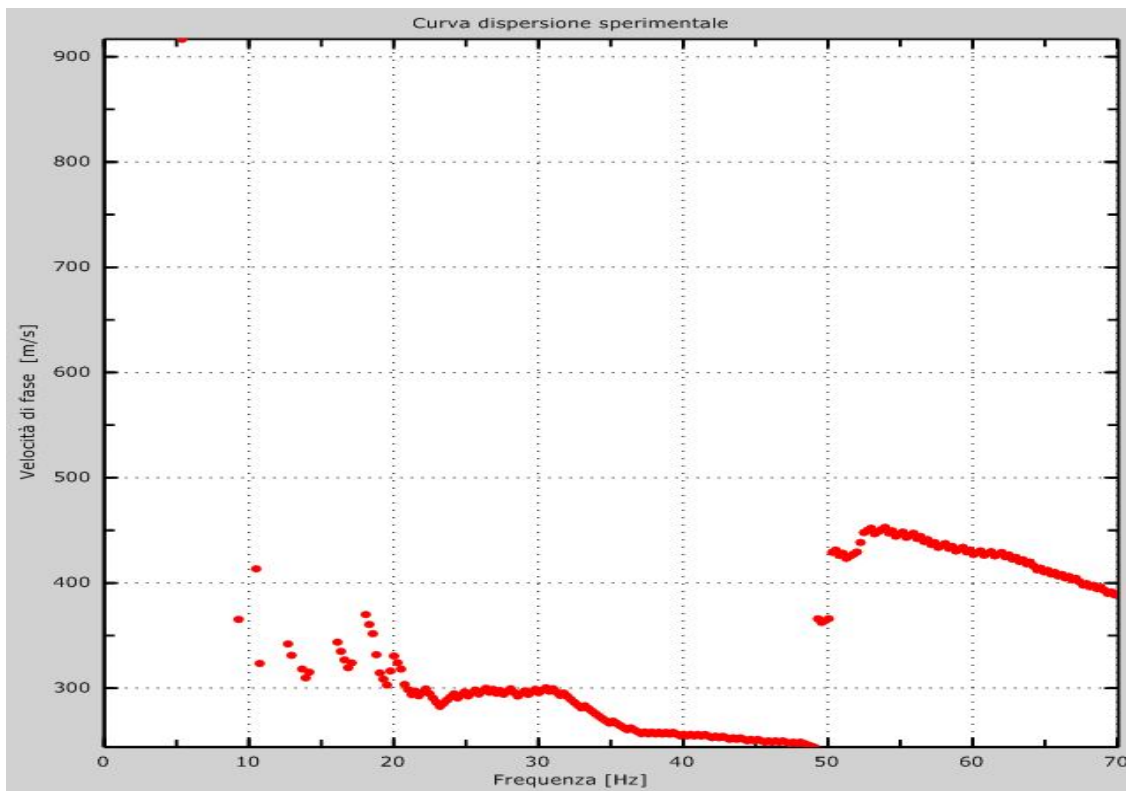


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3.2 Curva di dispersione

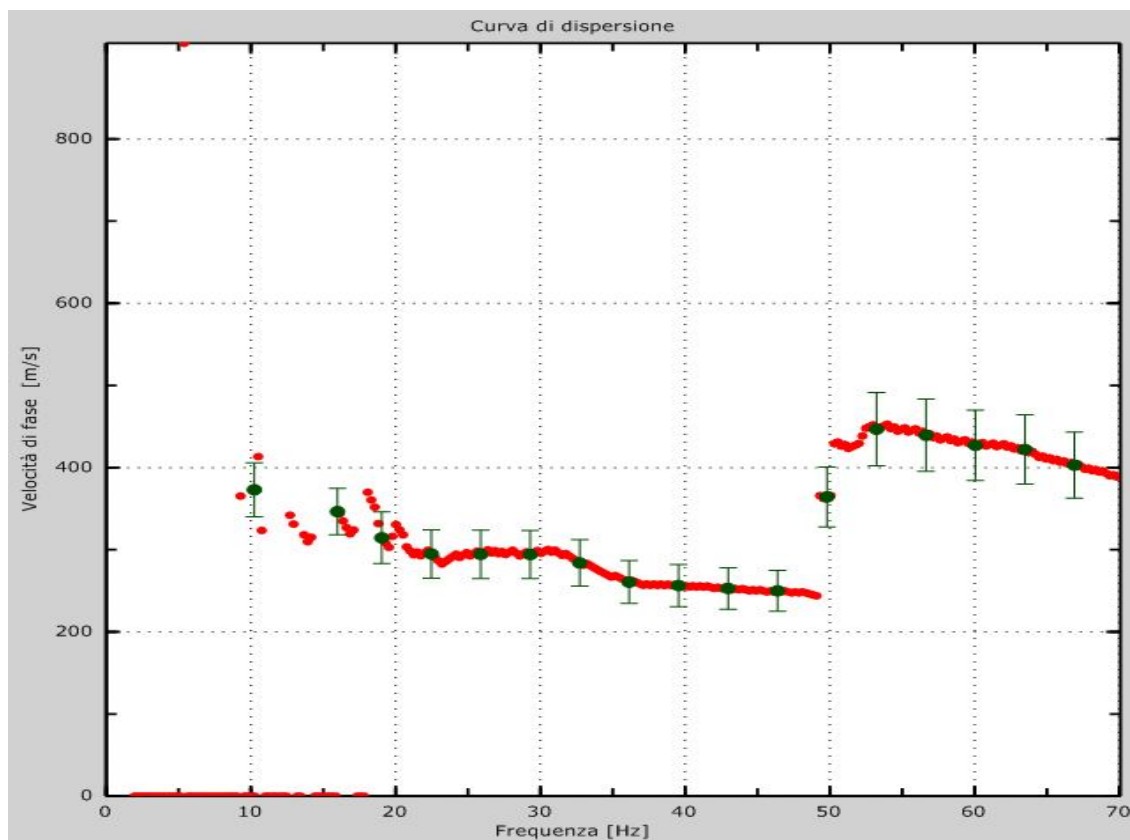


Figura 3: Curva di dispersione.

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
10.2369	372.974	340.13	405.819
15.9821	346.386	318.233	374.538
19.043	314.516	283.065	345.968
22.4609	294.872	265.385	324.359
25.8789	294.444	265.000	323.889
29.2969	294.118	264.706	323.529
32.7148	283.898	255.508	312.288
36.1328	260.563	234.507	286.620
39.5508	256.329	230.696	281.962
42.9688	252.874	227.586	278.161
46.3867	250.000	225.000	275.000

49.8047	364.286	327.857	400.714
53.2227	446.721	402.049	491.393
56.6406	439.394	395.455	483.333
60.0586	427.083	384.375	469.792
63.4766	422.078	379.870	464.286
66.8945	402.941	362.647	443.235

Tabella 1: Curva di dispersione

3.3 Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	5
Spaziatura ricevitori [m]	2
Numero ricevitori	24
Numero modi	5
Numero iterazioni	5
Errore tra curva e curva sperimentale [%]	16
Offset [m]	4

Strato 1: Terreno di Riporto

h [m]	1,3
z [m]	-1.3
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.2
Vs [m/s]	277.78
Vp [m/s]	453.61
Vs min [m/s]	138.89
Vs max [m/s]	555.56
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin. [m/s]	277.780

Strato 2: Sabbia con ghiaia

h [m]	1,3
z [m]	-2.6
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.2
Vs [m/s]	315.44
Vp [m/s]	515.11
Vs min [m/s]	157.72
Vs max [m/s]	630.88

Falda non presente nello strato

Strato alluvionale

Vs fin. [m/s] 315.440

Strato 3: Ghiaia con sabbia

h [m] 9,8

z [m] -12.4

Densità [kg/m³] 1800

Poisson 0.48

Vs [m/s] 349.46

Vp [m/s] 1781.90

Vs min [m/s] 174.73

Vs max [m/s] 698.92

Falda presente nello strato

Strato alluvionale

Vs fin. [m/s] 349.460

Strato 4: Ghiaia con Sabbia

h [m] 2,5

z [m] -14.9

Densità [kg/m³] 1800

Poisson 0.48

Vs [m/s] 384.87

Vp [m/s] 1962.46

Vs min [m/s] 192.44

Vs max [m/s] 769.75

Falda presente nello strato

Strato alluvionale

Vs fin. [m/s] 384.870

Strato 5: Alternanza di ghiaie e sabbie

h [m] 15.1

z [m] -30.0

Densità [kg/m³] 1800

Poisson 0.48

Vs [m/s] 414.42

Vp [m/s] 2113.14

Vs min [m/s] 207.21

Vs max [m/s] 828.83

Falda presente nello strato

Strato alluvionale

Vs fin. [m/s] 414.420

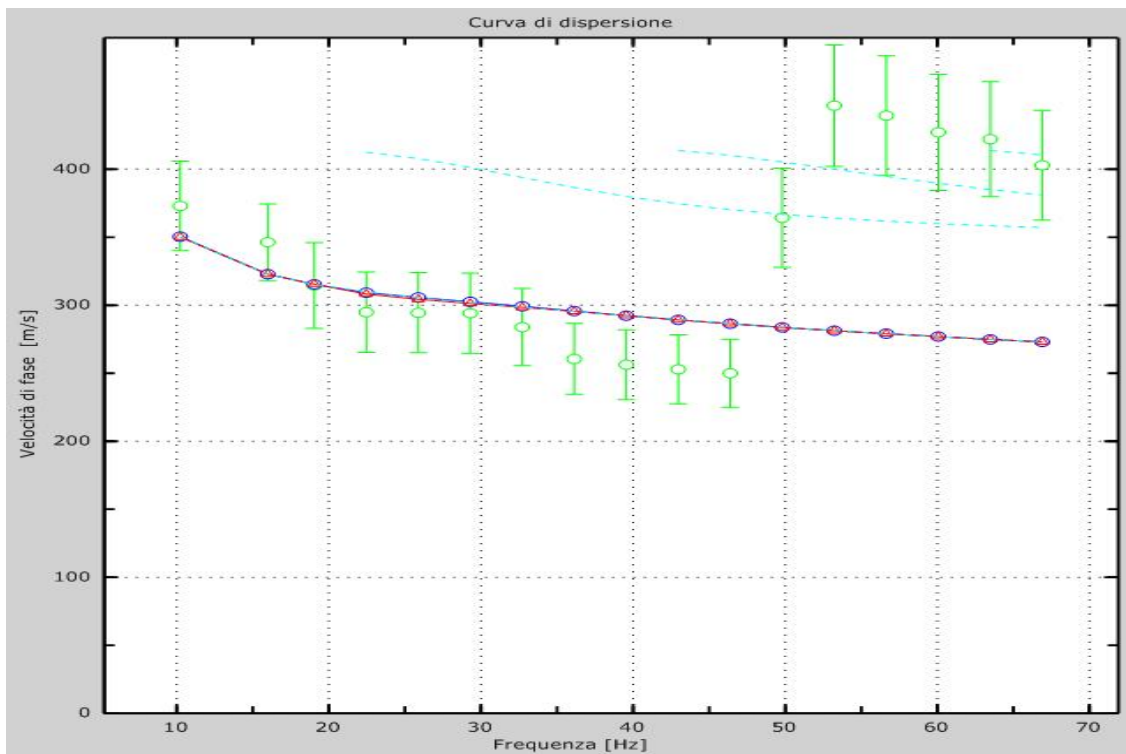


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

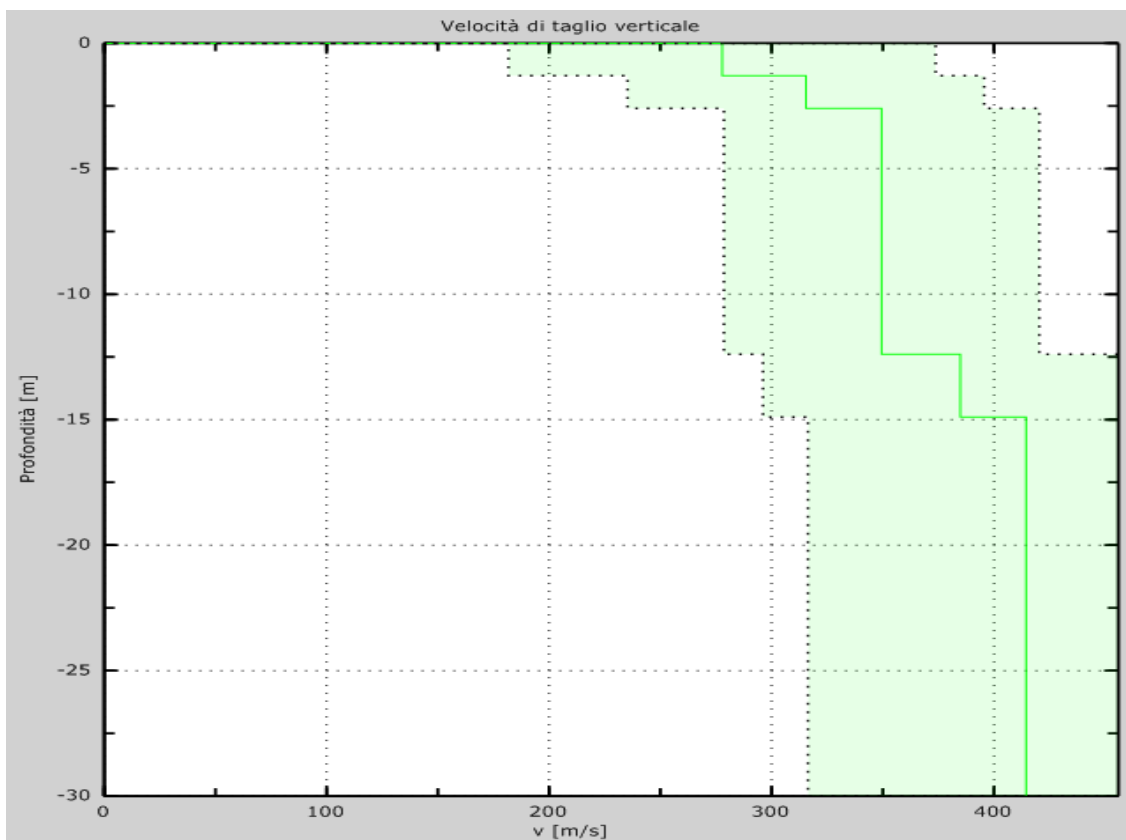


Figura 5: Velocità

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Su incarico dello Studio Geologico Geocon e per conto della ditta La Sassonia s.r.l. è stata eseguita in data 13 Gennaio 2011, una indagine geofisica mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (*Rayleigh*) con tecnica *MASW*.

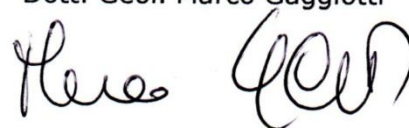
Tale indagine, scaturita da un'analisi comparativa su tutte le soluzioni disponibili, ha permesso di calcolare la velocità in V_s compresa nei primi 30,00 metri di profondità:

$$V_{S30} = 347 \text{ m/sec.}$$

- valore del parametro V_{s30} come previsto dalle Nuove NTC -D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i..
- La velocità delle onde " V_{s30} " è stata calcolata dall'attuale piano campagna, non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni.
- Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.
- **Categoria C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Falconara M.ma, li 20 Gennaio 2011

Dott. Geol. Marco Gaggiotti



Appendice

Tipo di suolo

Tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 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 (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tipo S1: Depositati costituiti da, o contenenti uno strato di almeno 10m di spessore, argille/limi soffici con un alto indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto d'acqua

Tipo S2: Depositati di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1. Attenzione: la nuova norma classifica come S2 una serie di siti che prima erano classificati come B, C, D, E.



GEOCON
STUDIO ASSOCIATO PER LA
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

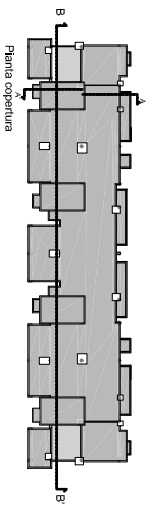
Commessa 1112/10
LA SASSONIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14/01/2008 E CIRC. LL.PP. N° 617/09

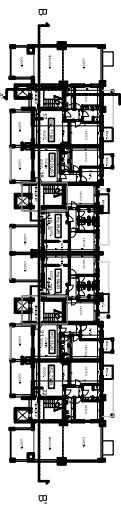
Pag. 1 di 2

ALLEGATO 8

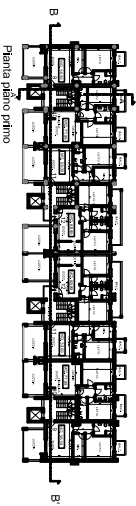
STRALCI PROGETTUALI



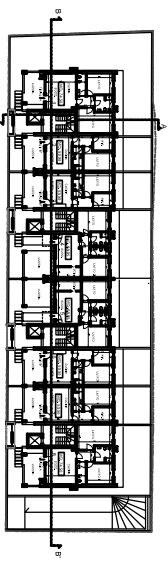
Pianta copertura



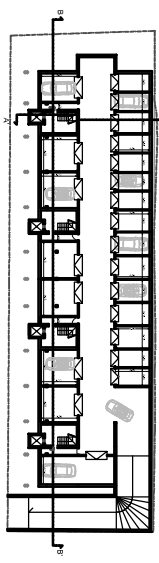
Pianta piano secondo



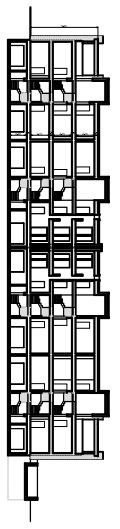
Pianta piano primo



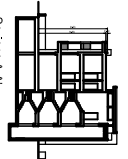
Pianta piano terra



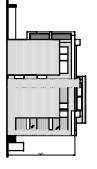
Pianta piano interrato sol. B: 23 posti auto (23 garage)



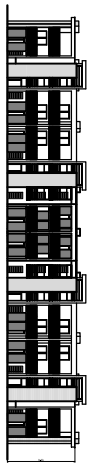
Sezione B-B



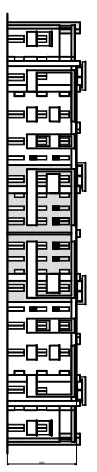
Sezione A-A



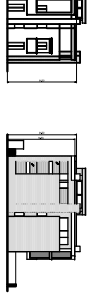
Fianco Sinistro



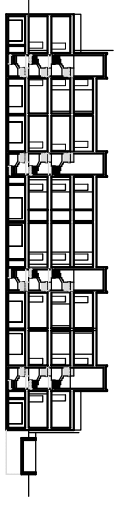
Prospetto lato 1



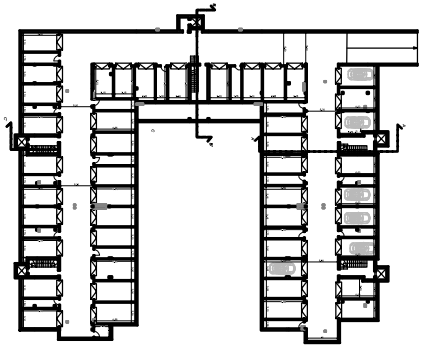
Retro lato 1



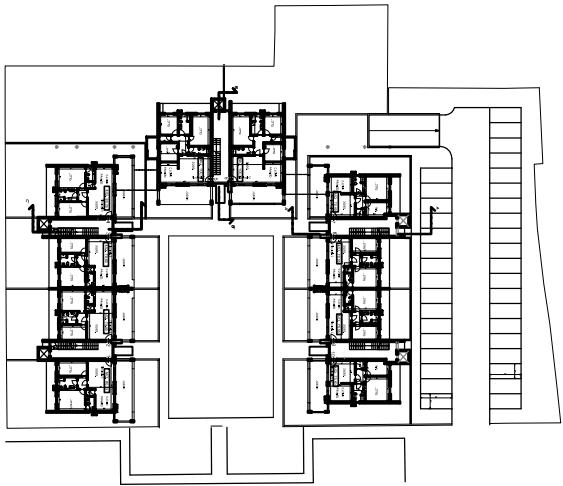
Fianco Destro



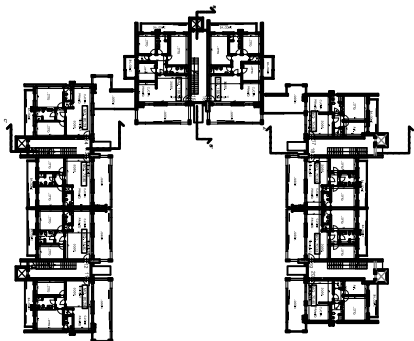
Sezione xx



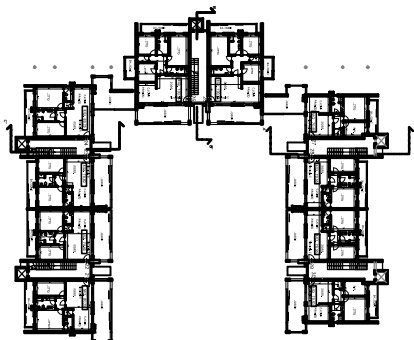
LOTTO 2
Pianta piano interrato Sot. B (45 garage+17 cantine)



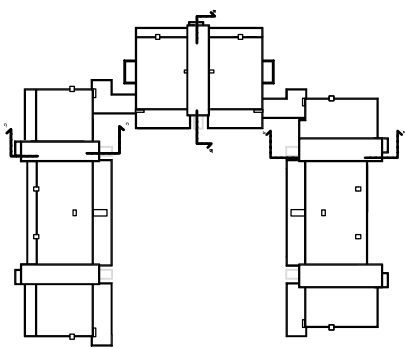
Pianta piano Terra



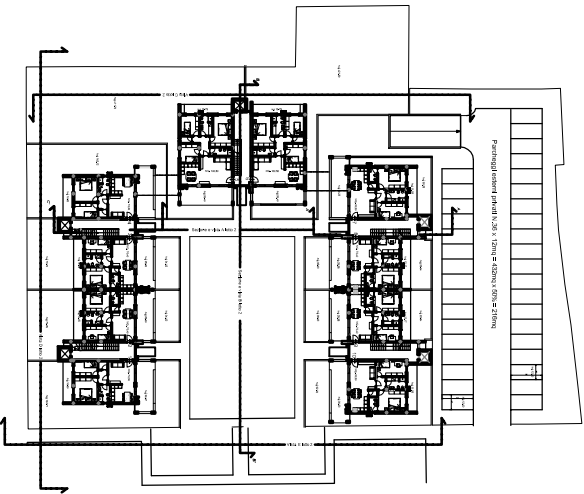
Pianta piano Primo



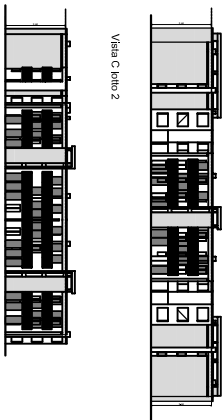
Pianta piano Secondo



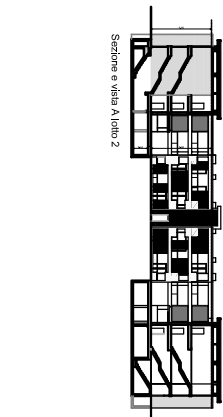
Pianta Copertura



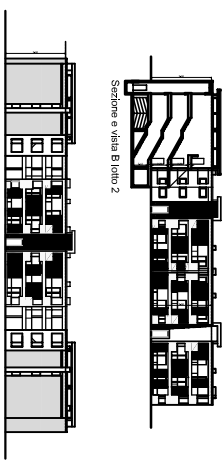
Pianta piano Terra



Vista C piano 2



Sezione e vista A piano 2



Vista E piano 2