

**S.G.T.**  
Studio Geologico Tecnico  
Dr. Pietro Verga  
geologo

AGGIORNATO IL 6 LUG. 2005

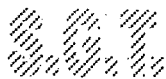


46

COMUNE DI MONZA	
SETTORE EDILIZIA	
OPERE IN CEMENTO E ACCIAIO METALLICA	
ATTESTAZIONE DI DEPOSITO	
Data 6 MAG. 2005	505-
Firma.....	

INDAGINE GEOLOGICO - TECNICA A  
MEZZO PROVE PENETROMETRICHE  
DINAMICHE STANDARD D.P.S.H. NEL  
CANTIERE DI VIA BUONARROTI IN COMUNE  
DI MONZA (MI)

DR. GEOLOGO PIETRO VERGA

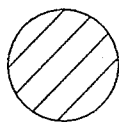
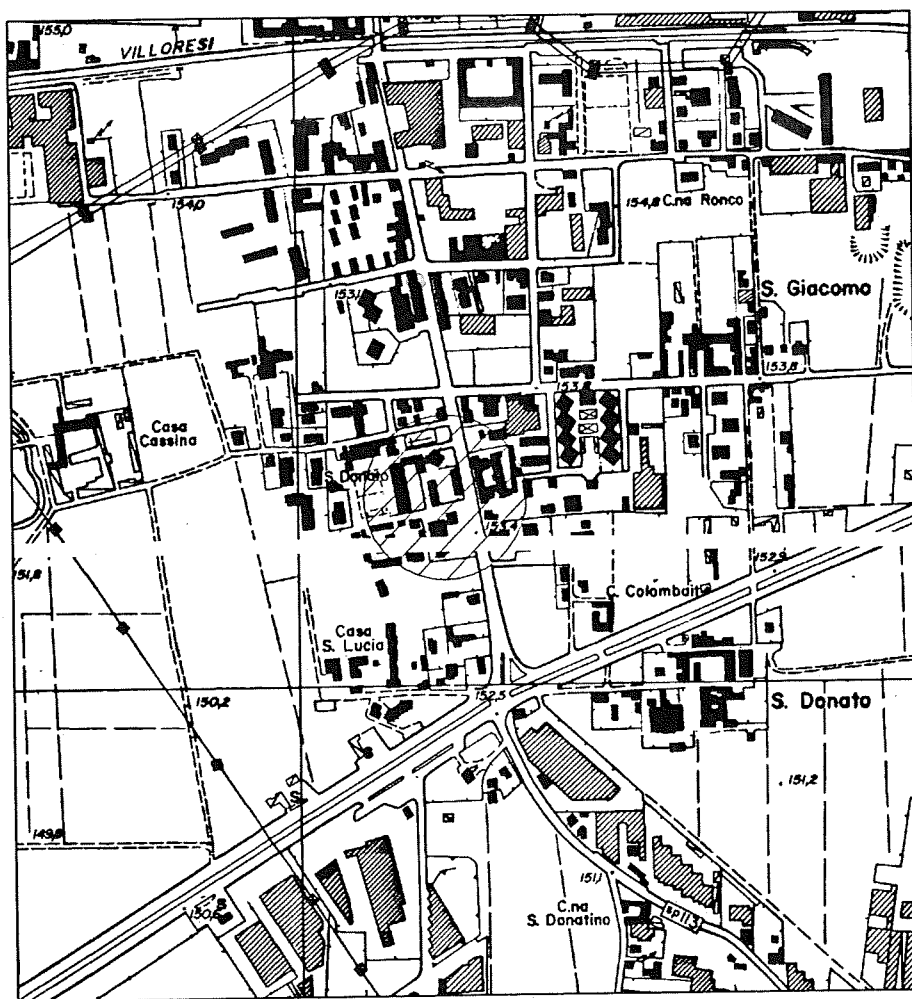


## **PREMESSA**

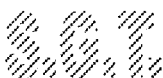
La presente relazione è stata prodotta allo scopo di caratterizzare i terreni di fondazione del comparto edificatorio di via Buonarroti in comune di Monza (Mi) su cui è prevista l'edificazione di edifici residenziali. L'analisi dei terreni di fondazione e delle loro caratteristiche geotecniche è stata effettuata mediante l'esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche standard a punta conica D.P.S.H.; i risultati delle prove geognostiche sono poi stati interpretati per risalire, anche se indirettamente data la natura delle prove, alla successione litologica locale ed alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

La prospezione freaticometrica è stata eseguita, dove possibile, all'interno dei fori di prova penetrometrica.

UBICAZIONE AREA DI INDAGINE  
Scala 1/10.000



area di indagine



## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio del comune di Monza (Mi) è cartografato nelle **Tavolette B5c4, B5c5, B5d5 e B6c1** alla scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale, mentre geologicamente è compreso nel **Foglio 45 Milano** della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Dal punto di vista geologico nella zona affiorano esclusivamente formazioni detritiche di origine continentale connesse con le fasi interglaciali che hanno caratterizzato la storia della regione nel corso del periodo Quaternario.

Il territorio del comune di Monza (Mi) insiste su materiali distinti in letteratura come "Depositi fluvioglaciali", depositi dagli scaricatori glaciali durante le fasi interglaciali (Diluvium Recente).

### *Diluvium Recente*

Questi depositi costituiscono un'estesa superficie incisa solamente dagli alvei dei fiumi Lambro, Adda, Ticino ed Olona e costituiscono i depositi del "Livello fondamentale della Pianura".

La zona interessata dall'indagine è rappresentata al meglio da quella che in letteratura è definita "Zona a ghiaie e sabbie" Questi depositi sono caratterizzati dalla presenza di uno strato superficiale di alterazione di circa 40 – 70 cm. di spessore che talvolta può raggiungere, localmente, uno spessore metrico. Tale strato di natura argilloso – sabbiosa non è sempre conservato a causa dell'antropizzazione del territorio e dell'aratura dei campi. Nell'area tale strato è stato asportato e sostituito con materiale di riporto derivante dalla demolizione dei vecchi edifici esistenti.

Al di sotto di questo strato artificiale si incontrano sabbie, ghiaie, limi ed argille.

Gli elementi prevalenti della "Zona a ghiaie e sabbie" sono ghiaie con ciottoli dell'ordine dei 3 – 8 centimetri di diametro mescolati a ghiaie e sabbie in percentuali variabili dal 40% al 70%.

Intercalati a questi depositi si possono rinvenire rari depositi, peraltro molto localizzati, di argille e limi che comunque sono presenti in percentuali basse e molto variabili all'interno delle sabbie. La loro presenza è dovuta alle acque di dilavamento e percolazione.

Le ghiaie sono costituite da ciottoli di medie dimensioni e forma arrotondata; presentano nella maggior parte dei casi una stratificazione, solitamente determinata dalla successione di lenti e



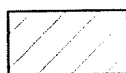
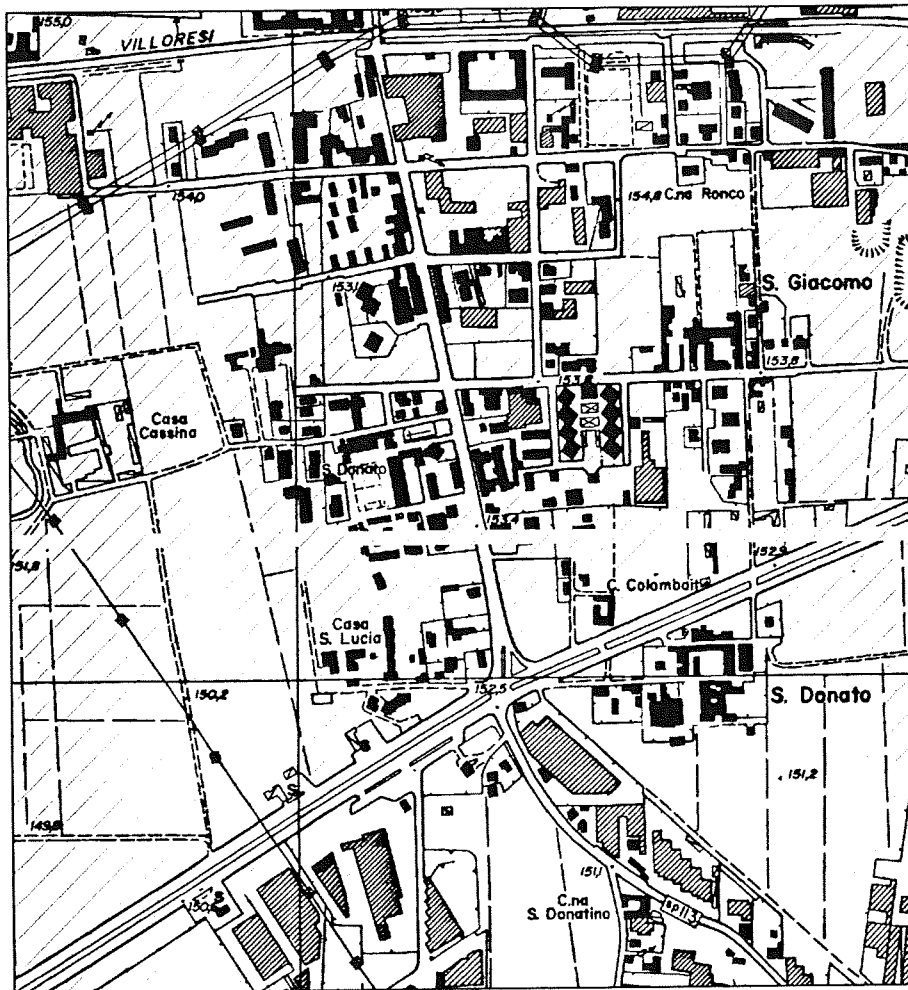
## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

strati a granulometria differente. I ciottoli delle ghiaie sono quasi sempre mescolati con notevoli quantità di sabbia.

Le sabbie presentano una composizione granulometrica più costante rispetto alle ghiaie con colori variabili dal grigio al giallastro e possono talvolta, nelle zone più superficiali, presentarsi alterate. Sono pure frequenti strati sabbiosi di spessore anche metrico che si alternano alle ghiaie. Nell'area alle sabbie sono mescolati limi in percentuali variabili.

Lo spessore del Diluvium Recente è determinabile solamente attraverso perforazioni profonde e solo dove le ghiaie poggiano su litotipi ben identificabili.

**CARTA GEOLOGICA**  
Scala 1/10.000



Depositi fluvioglaciali

## CARATTERISTICHE GEOLOGICO – TECNICHE

Allo scopo di definire le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo del comparto edificatorio sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche dinamiche standard pesanti a punta conica utilizzando un penetrometro dinamico pesante (D.P.S.H.).

Le prove penetrometriche, posizionate come indicato nell'allegata planimetria (cfr. Tavola "UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE"), sono state spinte fino ad incontrare il rifiuto alla penetrazione (numero di colpi  $N > 50/30$  cm.) riscontrato ad una profondità variabile e compresa tra 6.30 m. dal p.c. (S.C.P.T. 1 e 3) e 9.00 m. dal p.c. (S.C.P.T. 2); i relativi grafici delle singole prove sono riportati negli allegati istogrammi. Il piano da cui sono state impostate le prove corrisponde alla pavimentazione dell'esistente capannone. Il comparto edificatorio presenta un piano campagna planare orizzontale e senza dislivelli significativi e si sviluppa su terreni a comportamento prettamente incoerente di natura sabbiosa sovrapposti a terreni sabbioso - ghiaiosi. L'interpretazione dei dati penetrometrici ha permesso di risalire, anche se indirettamente vista la natura delle prove, alle grandezze indice dei terreni investigati: peso di volume, angolo di attrito interno, modulo edometrico ecc. L'esame dei diagrammi penetrometrici evidenzia una certa omogeneità tra le verticali di prova; si sono pertanto potute distinguere quattro differenti "Litozone" omogenee per caratteristiche tecniche, distinte in base ai valori medi di resistenza alla penetrazione ed ai parametri geotecnici.

In particolare è stato possibile distinguere:

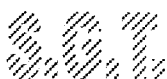
### LITOZONA 1: sabbia argillosa

Rappresenta lo strato artificiale superficiale e si ritrova in corrispondenza di tutte le verticali di prova. Presenta uno spessore compreso tra circa 1.80 m. (S.C.P.T. 3) e circa 3.60 m. (S.C.P.T. 2) con caratteristiche geotecniche di resistenza alla penetrazione scadenti.

Si caratterizza per:

colpi/piede	Angolo att. °	Modulo edom. Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo elastico Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo Poisson	Modulo Taglio Kg/cm <sup>2</sup>	Peso volume T/m <sup>3</sup>
2 - 3	27 - 28	46 - 50	55 - 59	0,35	143 - 220	1,5

*Non si riscontra la presenza di falda freatica*



## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

### LITOZONA 2: sabbia e ghiaia

Presenta uno spessore variabile compreso tra 1.80 m. (S.C.P.T. 1) e 3.60 m. (S.C.P.T. 2) con caratteristiche geotecniche di resistenza alla penetrazione da discrete a buone.

Si caratterizza per:

colpi/piede	Angolo att. °	Modulo edom. Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo elastico Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo Poisson	Modulo Taglio Kg/cm <sup>2</sup>	Peso volume T/m <sup>3</sup>
16 - 21	31 - 33	210 - 266	270 - 334	0,32 - 0,31	906 - 1180	1,9 - 2,0

*Non si riscontra la presenza di falda freatica*

### LITOZONA 3: ghiaia e sabbia

Si ritrova in corrispondenza di tutte le prove eseguite e presenta uno spessore variabile compreso tra 0.90 m. (S.C.P.T. 1 e 3) e 1.20 m. (S.C.P.T. 2) con caratteristiche geotecniche di resistenza alla penetrazione buone.

Si caratterizza per:

colpi/piede	Angolo att. °	Modulo edom. Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo elastico Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo Poisson	Modulo Taglio Kg/cm <sup>2</sup>	Peso volume T/m <sup>3</sup>
34 - 42	34 - 35	406 - 501	480 - 585	0,29 - 0,27	1788 - 2218	2,15 - 2,20

*Non si riscontra la presenza di falda freatica*

### LITOZONA 4: ghiaia

Si ritrova in corrispondenza di tutte le verticali di prova e rappresenta l'orizzonte di rifiuto per tutte le prove eseguite; di spessore indeterminato presenta caratteristiche geotecniche di resistenza alla penetrazione buone.

Si caratterizza per:

colpi/piede	Angolo att. °	Modulo edom. Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo elastico Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo Poisson	Modulo Taglio Kg/cm <sup>2</sup>	Peso volume T/m <sup>3</sup>
53 - 54	> 35	612 - 626	708 - 723	0,25 - 0,24	2714 - 2778	2,2

*Non si riscontra la presenza di falda freatica*

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati.



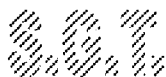


TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI GEOTECNICI

Lit.	Spess.	Descrizione	colpi	Angolo att. °	Modulo edom.	Modulo elastico	Modulo Poisson	Modulo Taglio	Peso volume
1	1,8 – 3,6	Sabbia argillosa	2 -3	27 - 28	46 - 50	55 - 59	0,35	143 - 220	1,5
2	1,8 – 3,6	Sabbia e ghiaia	16 - 21	31 - 33	210 - 266	270 - 334	0,32 – 0,31	906 - 1180	1,9 – 2,0
3	0.9 – 1.2	Ghiaia e sabbia	34 - 42	34 - 35	406 - 501	480 - 585	0,29 – 0,27	1788 - 2218	2,15 – 2,20
4	Indet.	ghiaia	53 - 54	> 35	612 - 626	708 - 723	0,25 – 0,24	2714 - 2778	2,2

*La ricognizione freaticometrica, effettuata nei fori di prova penetrometrica (dove possibile) non ha rilevato la presenza di falda freatica nel tratto di terreno interessato dall'indagine*

## CALCOLI GEOTECNICI

In base ai dati penetrometrici si è proceduto alla determinazione della **Q<sub>amm</sub>**. (carico ammissibile) sui terreni calcolata per diverse profondità rispetto al p.c. attuale utilizzando differenti metodi di calcolo ed alla stima dei potenziali cedimenti. I calcoli geotecnici per la determinazione del carico ammissibile sono stati eseguiti adottando le relazioni di **TERZAGHI (1968)** per fondazioni continue in terreni a comportamento prettamente incoerente e di **HERMINIER - OLANDESI** (riportati in allegato) la quale consente solo una stima delle pressioni ammissibili sull'interstrato, considerando cioè la resistenza dinamica offerta all'avanzamento della punta. Quest'ultima formula prende in considerazione la pressione ammissibile sull'interstrato, calcolata cioè ogni 0.30 m. d'affondamento della punta considerando anche l'effetto di riduzione della portanza dovuto allo svergolamento delle aste. Tali elaborazioni, seppur da considerarsi preliminari ed indicative, sono valide per fondazioni con geometria fondale standard di larghezza pari a 1.00 m. e profondità di immorsamento pari ad 1.00 m. e possono poi essere estese a fondazioni di geometria qualsiasi mediante correlazioni. La **Q<sub>amm</sub>**. (carico ammissibile) sui terreni viene calcolata con un coefficiente di sicurezza compreso tra 20 e 22 e che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a circa 3.5 – 4.0.

Nei calcoli della portata secondo **TERZAGHI** sono state adottate fondazioni continue in terreni incoerenti con larghezza pari a **1,00 m.**, **1,20 m.** e **1,40 m.** in accordo con i dati forniti dal progettista ed una profondità di imposta delle fondazioni a partire da **- 3.60 m.** dal p.c.. Si sono pertanto utilizzate le seguenti espressioni:

$$Q_{amm.} = \frac{\gamma * D * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma}{F_s}$$

Terzaghi in terreni incoerenti fond. continua

$$Q_{amm.} = \frac{R_p}{F_s *}$$

Herminier

dove:

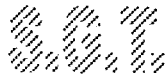
$\gamma$  = peso di volume dei terreni (T/m<sup>3</sup>)

**D** = profondità (m)

**B** = larghezza della fondazione (m)

**N<sub>q</sub>** = fattore adimensionale di portanza funzione di  $\phi$

**N<sub>γ</sub>** = fattore adimensionale di forma funzione di  $\phi$



## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

$\phi$  = angolo di attrito interno ( $^{\circ}$ )

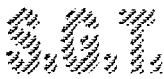
**Fs** = fattore di sicurezza posto pari a 3

**Rp** = resistenza dinamica alla punta

**Fs\*** = fattore di sicurezza (20 – 22)

Per la stima dei cedimenti si è utilizzato il metodo della consolidazione monodimensionale di TERZAGHI

Di seguito si riportano i riferimenti normativi a cui ci si è attenuti per il calcolo della portata dei terreni e, per ciascuna prova eseguita, i valori della **Q<sub>amm</sub>** del sottosuolo in funzione della profondità di imposta delle fondazioni rispetto al p.c. e della larghezza delle stesse.



## PORTANZA DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

### Normative di riferimento

**- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.**

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

**- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**- D.M. 9 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

**- D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

**- D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

**- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.**

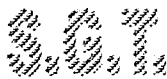
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

**- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

### Con particolare riferimento a:

D.M. 11/3/88; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.



# GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

## PARAMETRI GEOTECNICI TERRENO S.C.P.T. 1

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH (m)	Gam (Kg/m <sup>3</sup> )	Gams (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Fi Corr. (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	c Corr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ed (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ni	Cv (cmq/s)	Cs
2,7	1420,0	1870,0	27,0	27	0,0	0,0	0,0	55,46	46,25	0,35	0,0	0,0
1,8	1920,0	1960,0	31,0	31	0,0	0,0	0,0	270,0	210,59	0,32	0,0	0,0
0,9	2200,0	2220,0	34,0	34	0,0	0,0	0,0	540,0	460,76	0,28	0,0	0,0
1,2	2250,0	2270,0	42,0	42	0,0	0,0	0,0	708,0	612,52	0,25	0,0	0,0

## DATI GENERALI

Largh. fondazione	Lungh. fondazione	Prof. piano di posa	Inclin. piano di posa	Cedim. dopo T anni
1,00 m. - 1,40 m.	-- --	3,60 m.	0,00	--

## CARICO AMMISSIBILE SECONDO TERZAGHI FONDAZIONE CONTINUA

Profondità D m.	Fs	Qamm. B = 1.00 m. Kg/cm <sup>2</sup>	Qamm. B = 1.20 m. Kg/cm <sup>2</sup>	Qamm. B = 1.40 m. Kg/cm <sup>2</sup>
3,6	3	3,37	3,49	3,60
4,0	3	3,76	3,88	3,99
4,5	3	6,34	6,54	6,75
5,0	3	7,14	7,34	7,55
5,5	3	> 10	> 10	> 10
6,0	3	> 10	> 10	> 10

## STATO LIMITE DI DANNO [S.L.D.] - Azioni di progetto per fondazione con B pari a 1.00 m.

Pressione normale	Forza orizz. [HB]	Forza orizz. [HL]	Eccentricità su B [eB]	Eccentricità su L [eL]
16000 Kg/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0 m.	0,0 m.

## STATO LIMITE DI ULTIMO [S.L.U.] - Azioni di progetto pari a 120% S.L.D.

Pressione normale	Forza orizz. [HB]	Forza orizz. [HL]	Eccentricità su B [eB]	Eccentricità su L [eL]
19200 Kg/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0 m.	0,0 m.

## CARICO LIMITE EC8 (Brinch - Hansen 1970) (Condizione drenata) - F.S. su C = 1,3

Carico di progetto [Vd]	Carico limite terr. fondazione [Rd]	Rd > Vd
1,92 Kg/cm <sup>2</sup>	9,37 Kg/cm <sup>2</sup>	Rd > Vd verificato

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982) Senza correzione geometrica

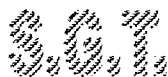
k	6,52 Kg/cm <sup>3</sup>
---	-------------------------

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE TERZAGHI Corretto con geometria e profondità per B = 1.00 m.

k	5,60 Kg/cm <sup>3</sup>
---	-------------------------

## ROTTURA PER PUNZONAMENTO

Ir	I crit
262,979	162,369



## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

### CEDIMENTI ELASTICI (calcolati per fondazione di larghezza pari a 1,00 m.)

Coeff. I 1	Coeff. I 2	Coeff. Is	Cedim. centro fon.	Cedim. bordo fon.
0,76	0,13	0,60	3,60 mm.	1,32 mm.

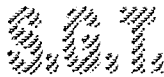
### CEDIMENTI PER OGNI STRATO (per fondazione con B pari a 1.00 m.)

**Z:** Profondità media dello strato; **Dp:** Incremento di tensione; **Wc:** Cedimento di consolidazione; **Ws:** Cedimento secondario (deformazioni viscosi); **Wt:** Cedimento totale.

### CEDIMENTO EDOMETRICO - METODO CONSOLIDAZIONE MONODIMENSIONALE DI TERZAGHI

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1							
2	4,05	0,643	0,887	Edometrico	0,379	0,0	0,379
3	4,95	0,828	0,452	Edometrico	0,088	0,0	0,088
4	6	1,062	0,268	Edometrico	0,053	0,0	0,053

**Cedimento totale Wt=0,520 cm**



## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENO S.C.P.T. 2

**DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; **Fi:** Angolo di attrito; **Ficorr:** Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; **c:** Coesione; **c Corr:** Coesione corretta secondo Terzaghi; **Ey:** Modulo Elastico; **Ed:** Modulo Edometrico; **Ni:** Poisson; **Cv:** Coeff. consolidaz. primaria; **Cs:** Coeff. consolidazione secondaria; **cu:** Coesione non drenata

DH (m)	Gam (Kg/m <sup>3</sup> )	Gams (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Fi Corr. (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	c Corr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ed (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ni	Cv (cmq/s)	Cs
3,6	1480,0	1880,0	28,0	28	0,0	0,0	0,0	59,74	50,99	0,35	0,0	0,0
3,6	2030,0	2050,0	32,0	32	0,0	0,0	0,0	334,32	266,66	0,31	0,0	0,0
1,2	2210,0	2230,0	34,0	34	0,0	0,0	0,0	585,0	501,41	0,27	0,0	0,0
0,9	2250,0	2270,0	42,0	42	0,0	0,0	0,0	723,96	626,94	0,24	0,0	0,0

### DATI GENERALI

Largh. fondazione	Lungh. fondazione	Prof. piano di posa	Inclin. piano di posa	Cedim. dopo T anni
1,00 m. - 1,40 m.	-- --	3,60 m.	0,00	--

### CARICO AMMISSIBILE SECONDO TERZAGHI FONDAZIONE CONTINUA

Profondità D m.	Fs	Qamm. B = 1,00 m. Kg/cm <sup>2</sup>	Qamm. B = 1,20 m. Kg/cm <sup>2</sup>	Qamm. B = 1,40 m. Kg/cm <sup>2</sup>
3,6	3	3,74	3,85	3,97
4,0	3	4,2	4,34	4,48
4,5	3	4,78	4,92	5,06
5,0	3	5,36	5,5	5,64
5,5	3	5,94	6,08	6,22
6,0	3	6,51	6,65	6,79
6,5	3	7,09	7,23	7,37
7,0	3	7,67	7,81	7,95
7,5	3	10,73	10,93	11,14
8,0	3	> 10	> 10	> 10
8,5	3	> 10	> 10	> 10

### STATO LIMITE DI DANNO [S.L.D.] - Azioni di progetto per fondazione con B pari a 1,00 m.

Pressione normale	Forza orizz. [HB]	Forza orizz. [HL]	Eccentricità su B [eB]	Eccentricità su L [eL]
16000 Kg/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0 m.	0,0 m.

### STATO LIMITE DI ULTIMO [S.L.U.] - Azioni di progetto pari a 120% S.L.D.

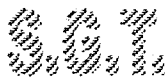
Pressione normale	Forza orizz. [HB]	Forza orizz. [HL]	Eccentricità su B [eB]	Eccentricità su L [eL]
19200 Kg/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0 m.	0,0 m.

### CARICO LIMITE EC8 (Brinch - Hansen 1970) (Condizione drenata) - F.S. su C = 1,3

Carico di progetto [Vd]	Carico limite terr. fondazione [Rd]	Rd > Vd
1,92 Kg/cm <sup>2</sup>	9,97 Kg/cm <sup>2</sup>	Rd > Vd verificato

### COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982) Senza correzione geometrica

k	7,19 Kg/cm <sup>3</sup>
---	-------------------------



## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENO S.C.P.T. 3

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH (m)	Gam (Kg/m <sup>3</sup> )	Gams (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Fi Corr. (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	c Corr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ed (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ni	Cv (cmq/s)	Cs
1,8	1430,0	1870,0	27,0	27	0,0	0,0	0,0	56,54	47,45	0,35	0,0	0,0
3,0	2000,0	2020,0	32,0	32	0,0	0,0	0,0	315,48	250,23	0,31	0,0	0,0
0,9	2170,0	2190,0	33,0	33	0,0	0,0	0,0	480,0	406,56	0,29	0,0	0,0
0,9	2250,0	2270,0	42,0	42	0,0	0,0	0,0	716,04	619,78	0,25	0,0	0,0

### DATI GENERALI

Largh. fondazione	Lungh. fondazione	Prof. piano di posa	Inclin. piano di posa	Cedim. dopo T anni
1,00 m. - 1,40 m.	-- --	3,60 m.	0,00	--

### CARICO AMMISSIBILE SECONDO TERZAGHI FONDAZIONE CONTINUA

Profondità D m.	Fs	Qamm. B = 1.00 m. Kg/cm <sup>2</sup>	Qamm. B = 1.20 m. Kg/cm <sup>2</sup>	Qamm. B = 1.40 m. Kg/cm <sup>2</sup>
3,6	3	4,21	4,32	4,45
4,0	3	4,66	4,8	4,94
4,5	3	5,24	5,37	5,51
5,0	3	6,67	6,85	7,02
5,5	3	7,37	7,55	7,72
6,0	3	> 10	> 10	> 10

### STATO LIMITE DI DANNO [S.L.D.] - Azioni di progetto per fondazione con B pari a 1.00 m.

Pressione normale	Forza orizz. [HB]	Forza orizz. [HL]	Eccentricità su B [eB]	Eccentricità su L [eL]
16000 Kg/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0 m.	0,0 m.

### STATO LIMITE DI ULTIMO [S.L.U.] - Azioni di progetto pari a 120% S.L.D.

Pressione normale	Forza orizz. [HB]	Forza orizz. [HL]	Eccentricità su B [eB]	Eccentricità su L [eL]
19200 Kg/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0 m.	0,0 m.

### CARICO LIMITE EC8 (Brinch - Hansen 1970) (Condizione drenata) - F.S. su C = 1,3

Carico di progetto [Vd]	Carico limite terr. fondazione [Rd]	Rd > Vd
1,92 Kg/cm <sup>2</sup>	11,35 Kg/cm <sup>2</sup>	Rd > Vd verificato

### COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982) Senza correzione geometrica

k	8,14 Kg/cm <sup>3</sup>
---	-------------------------

### COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE TERZAGHI Corretto con geometria e profondità per B = 1.00 m.

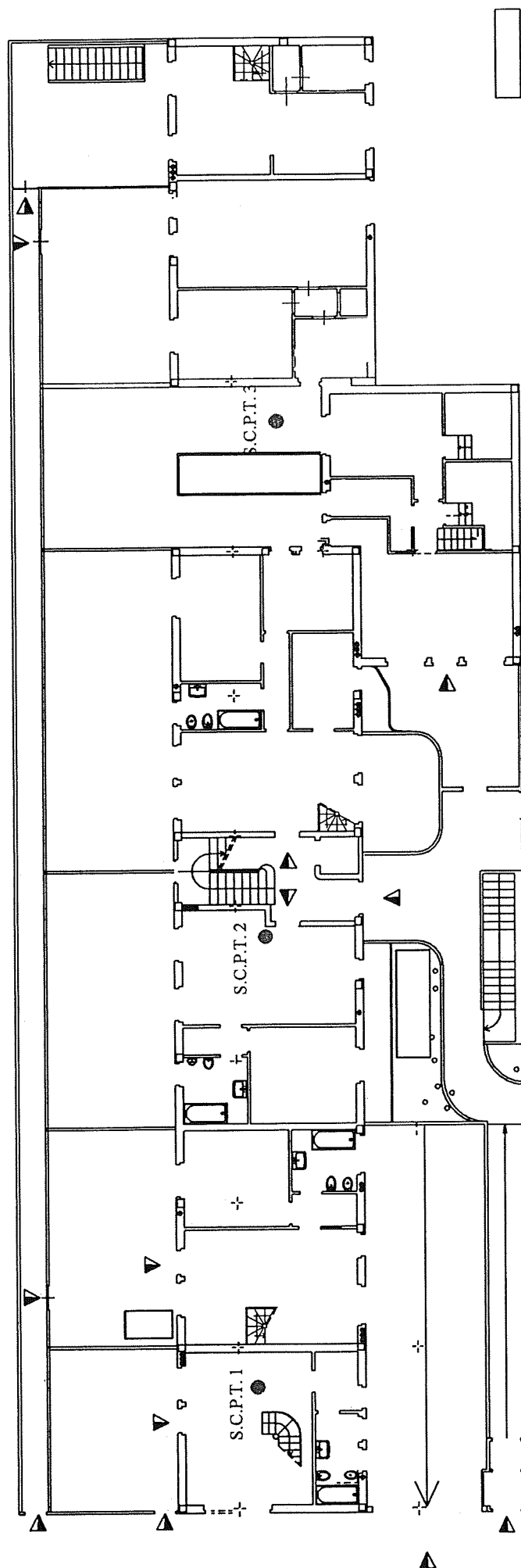
k	5,60 Kg/cm <sup>3</sup>
---	-------------------------

### ROTTURA PER PUNZONAMENTO

Ir	I crit
268,609	182,997



UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE



## CONCLUSIONI

Da quanto emerso dalle indagini in situ, l'area in esame è caratterizzata da:

- presenza di depositi detritici di origine fluvioglaciale a prevalente componente litologica di natura sabbioso – ghiaiosa (Diluvium Recente)
- assenza di falda idrica nel tratto di terreno interessato dall'indagine

### Capacità portante terreni per fondazioni continue

Fondaz.	Litozona 2 - Kg/cm <sup>2</sup>	Litozona 3 - Kg/cm <sup>2</sup>	Litozona 4 - Kg/cm <sup>2</sup>
1.00 m.	3,37 – 7,67	6,34 – 10,73	> 10
1.20 m.	3,49 – 7,81	6,54 – 10,93	> 10
1.40 m.	3,60 – 7,95	6,75 – 1,14	> 10

- I calcoli prodotti per la stima dei cedimenti alla profondità del piano di posa hanno evidenziato come sia i cedimenti immediati in campo elastico (2.88 mm. – 3.60 mm.) che i cedimenti di consolidazione (4.70 mm. – 5.40 mm.) siano di entità decisamente modesta e comunque compatibili con le strutture in progetto

In particolare si ha:

#### Cedimenti elastici fond continua B = 1,00 m. a 3,50 m. dal p.c.

S.C.P.T. 1		S.C.P.T. 2		S.C.P.T. 3	
centro	bordo	centro	bordo	centro	bordo
3,60 mm	1,32 mm	2,88 mm	1,06 mm	3,11 mm	1,14 mm

#### Cedimento di consolidazione B = 1,00 m. a 3,50 m. dal p.c.

S.C.P.T. 1	S.C.P.T. 2	S.C.P.T. 3
5,20 mm	5,40 mm	4,70 mm

*I carichi applicati alle fondazioni e le dimensioni delle stesse sono state fornite dal progettista; in entrambi i metodi presi in considerazione i cedimenti sono calcolati per una fondazione continua di larghezza pari a 1,00 m. e per un carico pari a 16000 Kg/m (pressione pari a 1.60 Kg/cm<sup>2</sup>)*

In base alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geotecniche e di portanza emerse dai calcoli geotecnici prodotti e sulla base della stima dei cedimenti potenziali si evidenzia come i terreni naturali consentano l'imposta di fondazioni, con le dimensioni ed i carichi di progetto

(16000 Kg/m), direttamente poggianti sugli stessi alla profondità prevista del piano di posa e pari a 3,60 m. dal p.c. attuale..

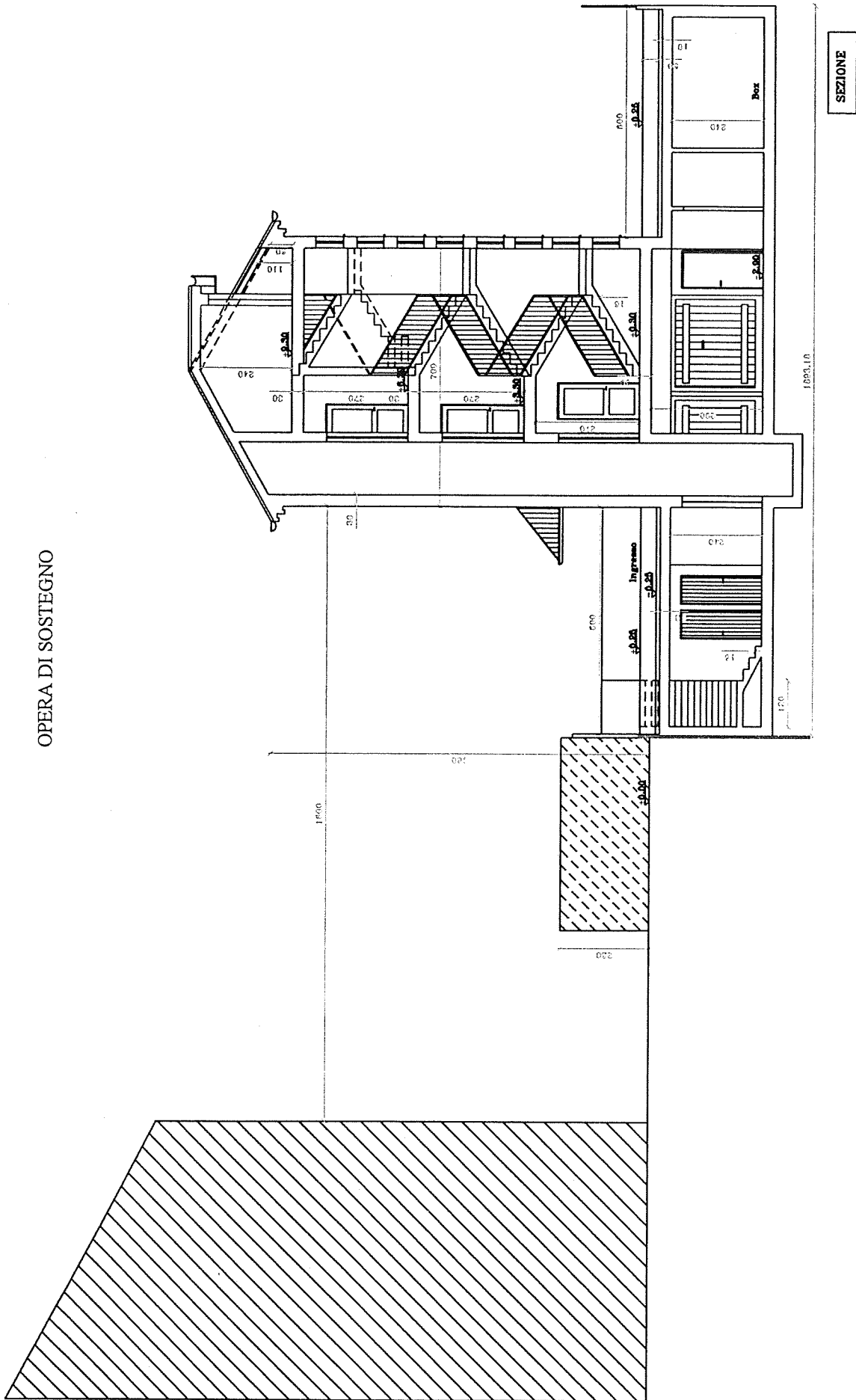
Si nota l'insorgere di cedimenti immediati di trascurabile entità (2.88 mm. – 3,60 mm.) e di cedimenti di consolidazione compresi tra circa 4.70 mm – 5.40 mm. (la verifica è stata eseguita per una fondazione di larghezza pari a 1.00 m.)

Si consiglia di appoggiare sempre le fondazioni sui terreni sabbioso – ghiaiosi della LITOZONA 2 (che presenta una profondità media dal p.c. = 3.60 m.) ed eventualmente, qualora si volesse mitigare ulteriormente i cedimenti, di prevedere fondazioni continue di 1.20 m. di larghezza.

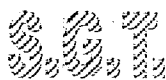
Per l'esecuzione degli scavi in aderenza a fabbricati esistenti (box esistenti) si consiglia di prevedere opere di sostegno dei fronti di scavo da realizzarsi mediante paratie di micropali o setti in c.a. gettati in opera.

Resto a disposizione per ogni chiarimento o delucidazione.

  
DR. GEOLOGO PIETRO VERGA



OPERA DI SOSTEGNO



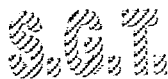
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente:  
Cantiere: Via Buonarroti, 90  
Località: Monza (Mi)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PAGANI TG 73-100

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	0,9 m
Peso aste a metro	5,58 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,30 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero max colpi per punta	N (50)
Coeff. Correlazione	1,156
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°



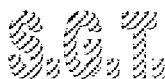
## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

### PROVA ... Nr.1

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	1	0,853	7,07	8,29	0,35	0,41
0,60	2	0,847	13,21	15,60	0,66	0,78
0,90	1	0,842	6,56	7,80	0,33	0,39
1,20	2	0,836	13,04	15,60	0,65	0,78
1,50	3	0,831	18,35	22,07	0,92	1,10
1,80	3	0,826	18,24	22,07	0,91	1,10
2,10	2	0,822	12,09	14,72	0,60	0,74
2,40	3	0,817	17,07	20,89	0,85	1,04
2,70	4	0,813	22,64	27,86	1,13	1,39
3,00	11	0,809	61,95	76,61	3,10	3,83
3,30	14	0,755	69,86	92,56	3,49	4,63
3,60	15	0,751	74,47	99,17	3,72	4,96
3,90	13	0,747	61,12	81,80	3,06	4,09
4,20	20	0,744	93,60	125,85	4,68	6,29
4,50	26	0,690	112,94	163,61	5,65	8,18
4,80	42	0,587	148,02	252,13	7,40	12,61
5,10	35	0,634	133,21	210,10	6,66	10,51
5,40	40	0,581	139,52	240,12	6,98	12,01
5,70	55	0,578	190,90	330,16	9,55	16,51
6,00	56	0,575	184,94	321,38	9,25	16,07
6,30	49	0,573	161,09	281,20	8,05	14,06
6,60	52	0,570	170,21	298,42	8,51	14,92

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	2,7	2,33	Incoerente	1,42	1,87	27,67	--	46,25	55,46	0,35	143,96
2	4,5	16,50	Incoerente	1,92	1,96	31,71	--	210,59	270,00	0,32	906,46
3	5,4	39,00	Incoerente	2,20	2,22	38,14	--	460,76	540,00	0,28	2034,76
4	6,6	53,00	Incoerente	2,25	2,27	42,14	--	612,52	708,00	0,25	2714,77



## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

### PROVA ... Nr.2

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	1	0,853	7,07	8,29	0,35	0,41
0,60	1	0,847	6,60	7,80	0,33	0,39
0,90	1	0,842	6,56	7,80	0,33	0,39
1,20	2	0,836	13,04	15,60	0,65	0,78
1,50	4	0,831	24,46	29,43	1,22	1,47
1,80	3	0,826	18,24	22,07	0,91	1,10
2,10	2	0,822	12,09	14,72	0,60	0,74
2,40	5	0,817	28,46	34,82	1,42	1,74
2,70	6	0,813	33,97	41,79	1,70	2,09
3,00	9	0,809	50,69	62,68	2,53	3,13
3,30	5	0,805	26,60	33,06	1,33	1,65
3,60	5	0,801	26,48	33,06	1,32	1,65
3,90	19	0,747	89,34	119,56	4,47	5,98
4,20	32	0,644	129,62	201,36	6,48	10,07
4,50	32	0,640	128,94	201,36	6,45	10,07
4,80	37	0,637	141,51	222,11	7,08	11,11
5,10	25	0,684	102,65	150,07	5,13	7,50
5,40	26	0,681	106,30	156,08	5,31	7,80
5,70	18	0,728	78,68	108,05	3,93	5,40
6,00	21	0,675	81,41	120,52	4,07	6,03
6,30	33	0,623	117,96	189,38	5,90	9,47
6,60	27	0,670	103,87	154,95	5,19	7,75
6,90	17	0,718	67,09	93,45	3,35	4,67
7,20	27	0,666	98,79	148,42	4,94	7,42
7,50	40	0,563	123,88	219,88	6,19	10,99
7,80	46	0,561	136,19	242,63	6,81	12,13
8,10	41	0,559	120,94	216,26	6,05	10,81
8,40	44	0,557	129,33	232,08	6,47	11,60
8,70	54	0,555	152,03	273,76	7,60	13,69
9,00	56	0,553	157,13	283,90	7,86	14,19
9,30	53	0,552	148,23	268,69	7,41	13,43

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	3,6	3,67	Incoerente	1,48	1,88	28,05	--	50,99	59,74	0,35	220,65
2	7,2	21,86	Incoerente	2,03	2,05	33,25	--	266,66	334,32	0,31	1180,82
3	8,4	42,75	Incoerente	2,21	2,23	39,21	--	501,41	585,00	0,27	2218,16
4	9,3	54,33	Incoerente	2,25	2,27	42,52	--	626,94	723,96	0,24	2778,76



## GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

### PROVA ... Nr.3

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	1	0,853	7,07	8,29	0,35	0,41
0,60	2	0,847	13,21	15,60	0,66	0,78
0,90	2	0,842	13,12	15,60	0,66	0,78
1,20	2	0,836	13,04	15,60	0,65	0,78
1,50	2	0,831	12,23	14,72	0,61	0,74
1,80	7	0,826	42,56	51,50	2,13	2,58
2,10	10	0,822	60,45	73,58	3,02	3,68
2,40	13	0,767	69,46	90,54	3,47	4,53
2,70	26	0,713	129,08	181,08	6,45	9,05
3,00	26	0,709	128,33	181,08	6,42	9,05
3,30	23	0,705	107,16	152,07	5,36	7,60
3,60	33	0,651	142,01	218,18	7,10	10,91
3,90	35	0,647	142,54	220,24	7,13	11,01
4,20	44	0,594	164,38	276,88	8,22	13,84
4,50	23	0,690	99,91	144,73	5,00	7,24
4,80	21	0,687	86,62	126,06	4,33	6,30
5,10	32	0,634	121,79	192,10	6,09	9,60
5,40	35	0,631	132,58	210,10	6,63	10,51
5,70	35	0,628	131,99	210,10	6,60	10,51
6,00	54	0,575	178,34	309,90	8,92	15,49
6,30	56	0,573	184,10	321,38	9,21	16,07
6,60	51	0,570	166,93	292,68	8,35	14,63

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

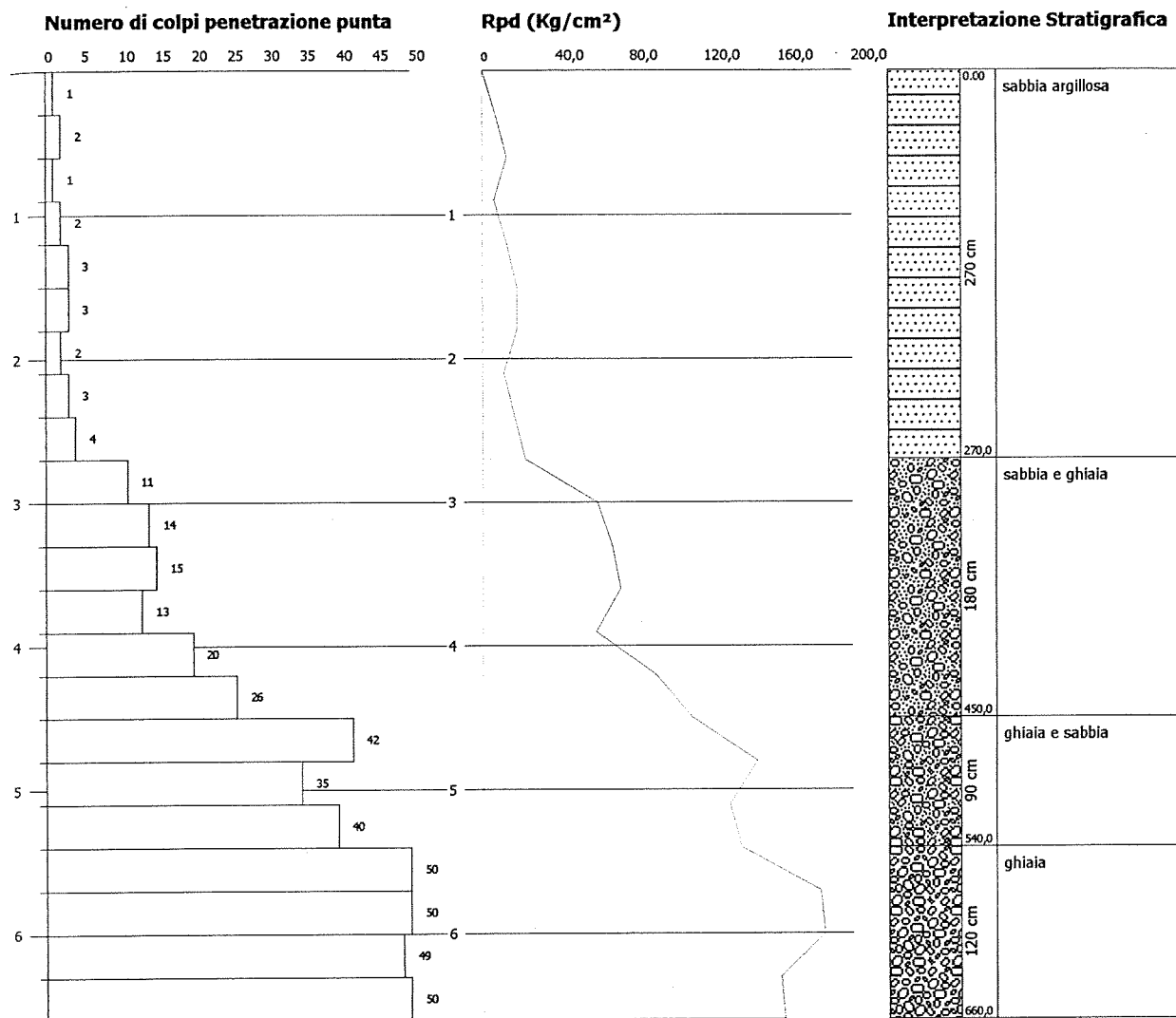
Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	1,8	2,67	Incoerente	1,43	1,87	27,76	--	47,45	56,54	0,35	163,62
2	4,8	20,29	Incoerente	2,00	2,02	32,8	--	250,23	315,48	0,31	1100,93
3	5,7	34,00	Incoerente	2,17	2,19	36,71	--	406,56	480,00	0,29	1788,56
4	6,6	53,67	Incoerente	2,25	2,27	42,33	--	619,78	716,04	0,25	2747,02



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 73-100**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
Cantiere : Via Buonarroti, 90  
Località : Monza (Mi)

Data :26/04/2005



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... PAGANI TG 73-100**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
Cantiere : Via Buonarroti, 90  
Località : Monza (Mi)

Data :26/04/2005

