

COMMITTENTE : DOTT. ARCH. ZAFFARONI GREGORIO – SARONNO (VA)

**PROGETTO DI UN EDIFICIO RESIDENZIALE DI PROSSIMA  
REALIZZAZIONE A UBOLDO (VA) – VIA PORTIOLA  
- RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA -**

MONZA, 30 Aprile 2003

Via Dante, 5 - 20052 Monza (MI)  
Tel. 039/2326702 – Fax 039/2319553 – Cell. 348/7213807 – E-mail [fusina.srl@iol.it](mailto:fusina.srl@iol.it)  
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 1624114

VOCI DI SOMMARIO.....	PAG.
1. PREMESSA .....	3
2. METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI .....	3
3. DESCRIZIONE DEL CANTIERE, QUOTE E PROFONDITA' .....	4
4. FONDAZIONI .....	4
5. CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE .....	4
6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI .....	4
7. CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE DEL TERRENO.....	6
8. CALCOLO DEI CEDIMENTI.....	7
9. COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO (WINKLER) .....	7
10. CONCLUSIONI .....	8
11. ALLEGATI .....	9

## **1. PREMESSA**

Lo Studio tecnico dell'Arch. Zaffaroni di Saronno (VA) ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto alla progettazione di un edificio residenziale di prossima realizzazione in Uboldo, Via Portiola.

In accordo con i Progettisti, sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche continue, ubicate come in planimetria allegata.

Le indagini, svolte in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa del D.M. 11/3/88 e successive integrazioni, sono state finalizzate alla definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione; lo scopo finale è stato quello di ottenere la capacità portante ammissibile del terreno di fondazione, i suoi cedimenti ed il coefficiente di Winkler, parametri necessari per la corretta scelta, impostazione e dimensionamento delle opere fondazionali.

L'indagine è stata eseguita nell'Aprile 2003.

Fanno parte della seguente relazione tecnica i seguenti allegati:

- Ubicazione delle prove penetrometriche
- Grafici delle prove penetrometriche.

## **2. METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI**

### Prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

Le prove penetrometriche standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

altezza di caduta della mazza: 75 cm; peso della mazza: 73 kg

punta conica: conicità 60°,  $\phi = 51$  mm; aste:  $\phi = 34$  mm; rivestimento:  $\phi = 51$  mm

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).

### **3. DESCRIZIONE DEL CANTIERE, QUOTE E PROFONDITA'**

L'area non presenta sostanziali variazioni di quota, che è assimilabile a quella di Via Portiola. Le indagini sono state spinte a – 8 metri dal piano campagna, sufficienti alle esigenze di progetto.

**La quota sui grafici di penetrazione è riferita al piano di inizio delle indagini e non allo "zero" di progetto.**

### **4. FONDAZIONI**

E' prevista la realizzazione di una palazzina costituita da un piano interrato e quattro piani fuori terra.

La quota di imposta delle fondazioni è prevista a circa – 3,5 metri dall'attuale piano campagna. Per il calcolo dei parametri necessari a delineare un modello geotecnico del sottosuolo, considereremo fondazioni continue che esercitano un carico variabile tra 20 e 30 t/ml.

### **5. CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE**

Nella prova n° 1 è stato installato un micropiezometro che ha rilevato la totale assenza di acque sotterranee fino ad almeno – 5,5 metri dal piano campagna.

### **6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI**

Attraverso l'esecuzione delle prove, riconosciamo sostanzialmente due strati a comportamento meccanico differente: a partire dal piano campagna, fino ad una profondità di 1 metro, è presente un livello costituito prevalentemente da limo sabbioso e argilloso, che presenta caratteristiche meccaniche scarse.

Da – 1 metro fino al termine delle prove osserviamo una variazione di litologia, in quanto si registra un incremento della frazione argillosa fino ad una profondità di circa 4 metri, per poi passare a ghiaia in matrice argillosa fino al termine delle prove. Lo stato di addensamento in ogni caso si mantiene costante lungo tutta la verticale di prova e risulta buono.

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nel corso della campagna di indagini.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K. Terzaghi e R.B.

Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di NSPT, utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$DPSH = 1,5 * NSPT$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e della caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = NSPT * 1.08 * Cr * Cd * Cn$$

dove:  $N'(60)$  = valore di resistenza normalizzato

$Cr$  = fattore di correzione funzione della profondità

$Cd$  = fattore di correzione funzione del diametro del foro

$Cn$  = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

$1.08$  = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa ( $Dr$ ) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$Dr \cong \sqrt{N'60/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

Per la valutazione dei parametri meccanici, individuiamo quindi due livelli:

**dal piano di inizio indagini a – 1 m**

$N_{spt}$  medio = 7

$\Phi = 30^\circ$

$\gamma = 18 \text{ kN/mc}$

$Dr = 40 \%$

Da – 1 m a – 8 m

Nscpt medio = 20

$\Phi = 36^\circ$

$\gamma = 20 \text{ kN/mc}$

Dr = 60 %

N.B.: Nscpt = numero colpi/30 cm

$\Phi$  = angolo di attrito del materiale;

$\gamma$  = peso di volume

Dr = densità relativa

## 7. CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE DEL TERRENO

Una volta conosciuto l'angolo d'attrito del materiale è possibile calcolare la capacità portante ammissibile (D.M. 11/3/88, Fs = 3) del terreno di fondazione.

La valutazione della capacità portante ammissibile è stata eseguita sulla base dell'equazione proposta da Brinch-Hansen (1970) basandosi sui parametri geotecnici ricavati dalle prove ed indagini eseguite e riportata nel capitolo precedente; l'equazione adottata, nella sua forma più generale, è la seguente:

$$q_{lim} = 0.5 \gamma B N_q s_q d_q + c N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q$$

dove:

$q_{lim}$ [kPa]	= capacità portante limite
$\gamma$ [kN/mc]	= peso di volume
B [m]	= larghezza della fondazione
c [kPa]	= coesione
q [kPa]	= $\gamma * D$ = sovraccarico dovuto al rinterro
D [m]	= profondità di incasso della fondazione
$N_\gamma, N_c, N_q$ [-]	= fattori di capacità portante
$S_\gamma, s_c, s_q$ [-]	= fattori forma
$d_\gamma, d_c, d_q$ [-]	= fattori profondità

Alla quota di imposta considerata, cioè – 3,5 metri dal piano di inizio delle indagini, il risultato ottenuto è

**Sigma ammissibile ( $F_s = 3$ ) a – 3,5 metri da piano inizio indagini = 200 kPa**

Si consideri però che nei terreni incoerenti la pressione ammissibile di una fondazione è subordinata al cedimento tollerabile dalla sovrastruttura e non dalla capacità portante; si dovrà poi procedere al calcolo dei cedimenti corrispondenti.

## **8. CALCOLO DEI CEDIMENTI**

Il procedimento di calcolo dei cedimenti qui utilizzato è stato messo a punto da Burland e Burbidge (1987) sulla base dei dati forniti da prove penetrometriche dinamiche in terreni incoerenti; il metodo consente una stima del valore di cedimento "S" di una fondazione rettangolare. E' basato su correlazioni statistiche che legano i valori di cedimenti calcolati con quelli di verificatisi in oltre 200 casi reali.

L'espressione generale adottata per il calcolo è la seguente:

$$S = F_s * F_h * F_t * (q * A_f)/3$$

dove  $F_s$ ,  $F_h$ , e  $F_t$  sono coefficienti legati alla forma della fondazione, allo spessore dello strato comprimibile e al tempo per il quale si vuole calcolare il cedimento;  $A_f$  è il coefficiente che dipende dai valori di  $N_{spt}$  e  $q$  è la pressione sul terreno indotta dalla fondazione.

Inserendo alcuni dati progettuali e il valore di capacità portante ottenuto, otteniamo i seguenti cedimenti:

CARICO (t/ml)	PRESSIONE (kPa)	CEDIMENTI (mm)
20	200	10/14
30	200	14/18

## **9. COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO (WINKLER)**

Il valore del coefficiente di Winkler è il parametro che permette di determinare la rigidità di una fondazione continua; viene calcolato con il metodo di Vesic che lega il coefficiente ai cedimenti (immediati) della fondazione ed al carico esercitato.

L'espressione generale adottata per il calcolo è la seguente:

$$K_w = F_s * Q_{amm} * C$$

dove  $F_s$  è il fattore di sicurezza adottato (3 per la normativa italiana),  $Q_{amm}$  è il valore della pressione sul terreno adottata per il dimensionamento delle fondazioni espresso in kPa e  $C$  è un coefficiente dimensionale inversamente proporzionale al valore di cedimento.

Con la pressione ottenuta, associata ai rispettivi cedimenti, otteniamo i seguenti valori:

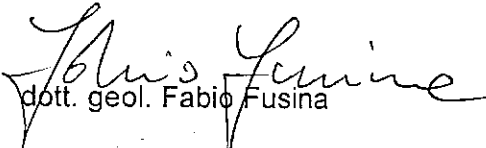
CARICO (t/ml)	PRESSIONE (kPa)	CEDIMENTI (mm)	COEFF. DI WINKLER (kN/mc)
20	200	10/14	63000
30	200	14/18	45000

## 10. CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti per mezzo delle indagini e dall'elaborazione dei dati, risulta che il terreno di fondazione degli edifici in progetto è di natura prevalentemente argillosa, sovrapposta a materiale ghiaioso molto alterato, immerso in matrice argillosa. Il suo stato di addensamento risulta buono, e questo è provato anche dalla capacità portante ammissibile ottenuta.

I cedimenti che si ottengono sono assolutamente nella norma.

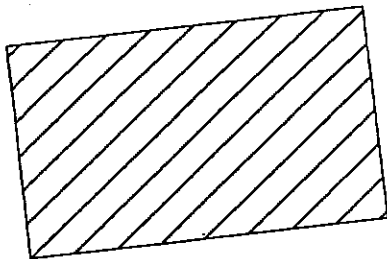
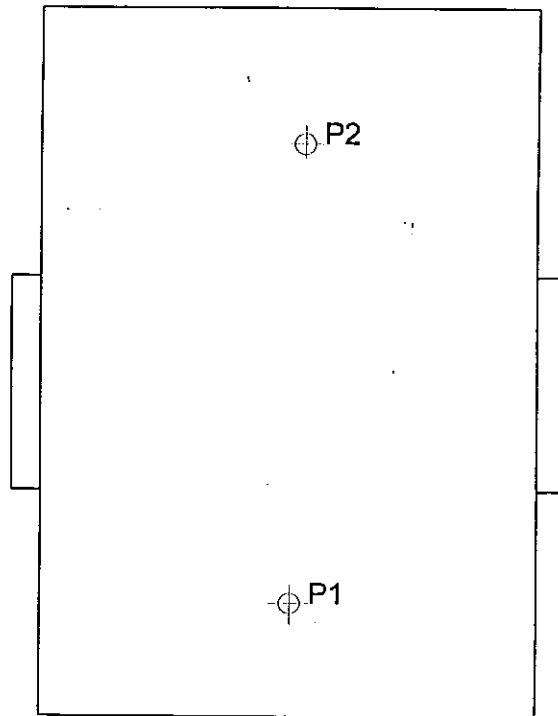
Per quanto riguarda le acque sotterranee, la presenza di materiale argilloso renderà difficoltoso lo smaltimento delle acque superficiali sia in fase di realizzazione dell'edificio che nelle condizioni finali.

  
dott. geol. Fabio Fusina





11. ALLEGATI



LATO VIA PORTIOLA

**FUSINA S.R.L.**

VIA DANTE, 5  
20052 MONZA (MI)  
TEL. 039/2326702

COMMITTENTE: ARCH. ZAFFARONI - SARONNO (VA)

CANTIERE: UBOLDO - VIA PORTIOLA

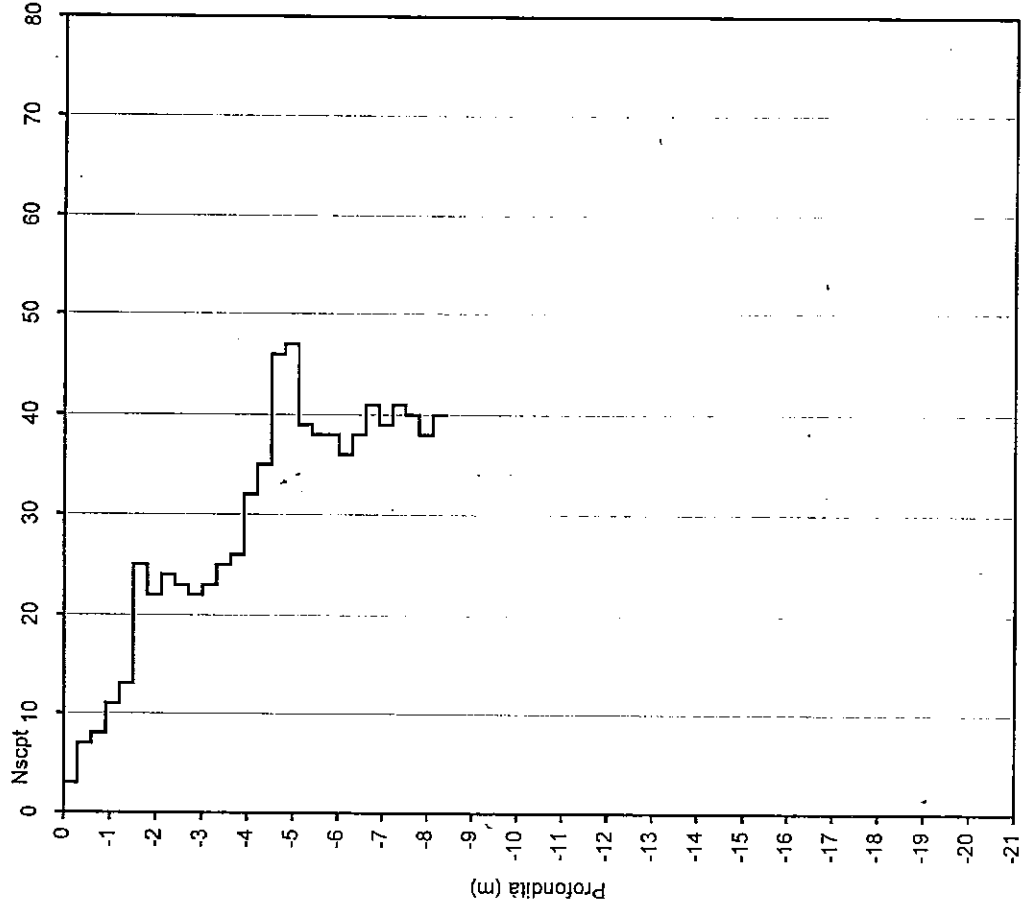
UBICAZIONE SCHEMATICA DELLE  
PROVE PENETROMETRICHE

COMMITTENTE: ARCHITETTO ZAFFARONI - SARONNO (VA)  
 CANTIERE DI UBOLDO (VA) - VIA PORTIOLA  
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA  
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 09/04/2003

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	3			40	
	7			38	
	8			40	
	11				
-1,5	13		-9		
	25				
	22				
	24				
	23				
-3	22		-10,5		
	23				
	25				
	26				
	32				
-4,5	35		-12		
	46				
	47				
	39				
	38				
-6	38		-13,5		
	36				
	38				
	41				
	39				
-7,5	41		-15		

PROVA PENETROMETRICA N.1

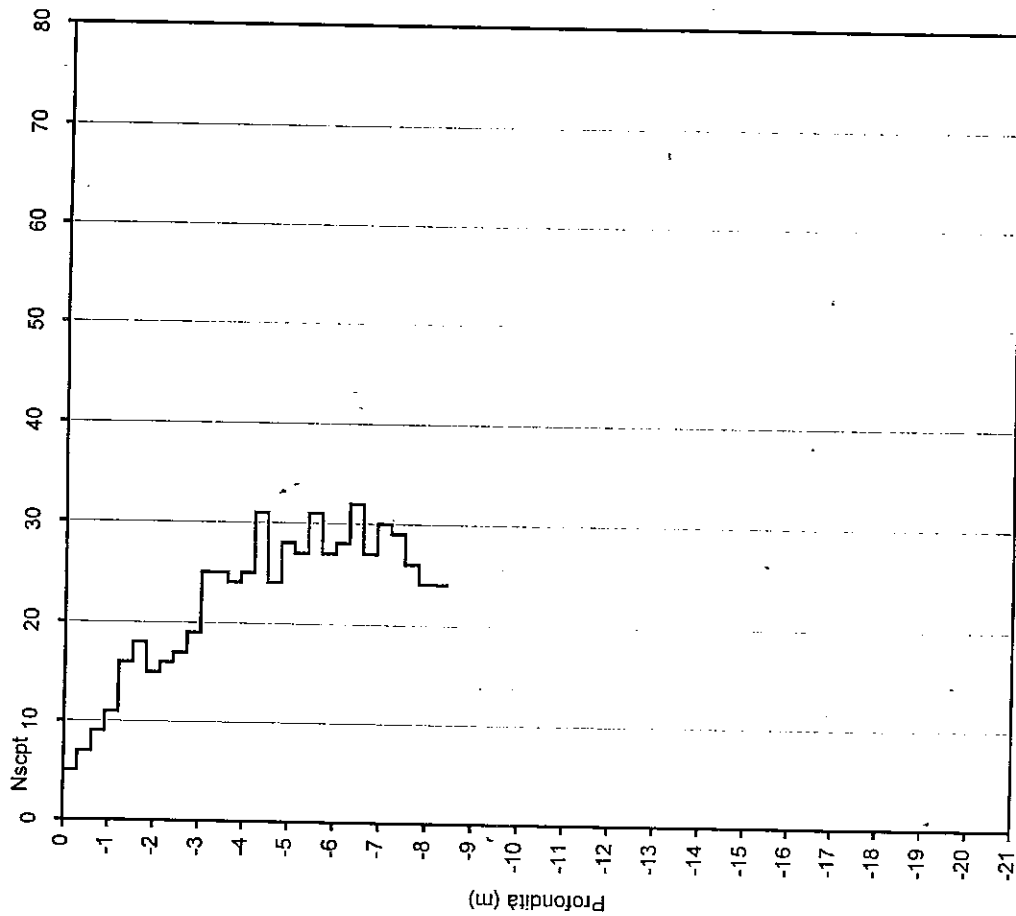


COMMITTENTE: ARCHITETTO ZAFFARONI - SARONNO (VA)  
 CANTIERE DI UBOLDO (VA) - VIA PORTIOLA  
 PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA  
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 09/04/2003

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	5			26	
	7			24	
	9			24	
	11				
-1,5	16		-9		
	18				
	15				
	16				
	17				
-3	19		-10,5		
	25				
	25				
	24				
	25				
-4,5	31		-12		
	24				
	28				
	27				
	31				
-6	27		-13,5		
	28				
	32				
	27				
	30				
-7,5	29		-15		

PROVA PENETROMETRICA N.2



**FUSINA S.R.L.**

Via Dante, 5 - 20052 Monza  
tel. 039/2326702