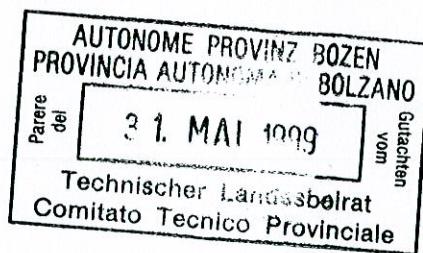


## ECO CENTER S.p.A.



**Indagine geognostica per la progettazione di un  
impianto presso il Depuratore di Bolzano**

### Allegati:

- ✓ Logs stratigrafici
- ✓ Documentazione fotografica
- ✓ Prové Lefranc
- ✓ Prové di laboratorio

✓ Logs stratigrafici

**LANDSERVICE**

BOZEN - BOZEN - 0471 / 285434

COMMITTENTE: ECO CENTER  
 PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA  
 LOCALITA': BOLZANO  
 DATA ESECUZIONE: DAL 05.03 AL 05.03.99

SUPERVISORE: DR. G. DRAGA'

SONDATORE: SIG. A. TENAGLIA TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 2

		SONDAGGIO Nr. S 1		SONDAGGIO Nr. S 2					
		SCALA 1:50		SCALA 1:50					
Tip. di carot. e strato m	Rivestimento e strato m	Spessore strato m	Profondità m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA				
Type di carot. e strato mm	Rivestimento e strato mm	Spessore strato mm	Profondità m	Legenda					
1.00	1				Materiale di riporto: Ghiaia, ciottoli e laterizi con sabbia lo- calmente limosa.				
2.00	2				Ghiaia e ciottoli (ø max = 15 cm.) con sabbia localmente limosa.				
2.50	3				Sabbia con ghiaia subarrotondata (ø max = 5 cm.) debolmente limosa.				
3.00	4								
4.50	5								
6.00	6								
7.50	7								
9.00	8								
10.00	9								
11.00	10				Ghiaia e ciottoli subarrotondati (ø max = 15 cm.) con sabbie localmente limose.				
12.00	11								
13.00	12								
14.00	13								
15.00	14								
9.50	15								
Carotiere semplice ø 101 mm									
ø 127 mm									
Perc. carotaggio									
Campioni									
R.Q.D. x									
Profondità									
Perc. carotaggio									
PROVE IN SITU									
Standard Penetration Test									
Nr. Colpi		N.S.P.T.		Type di punta					
0-15		15-30		30-45 cm					
Pezzometro									
Quota fonda m									
Vane Test									
Kg/cm²									
Pocket Pen.									
NOTE ED OSSERVAZIONI									

**LAND SERVICE**

BOLZANO - BOZEN - 0471 / 285434

SUPERVISORE: DR. G. DRAGA'

COMMITTENTE: ECO CENTER  
 PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA  
 LOCALITA': BOLZANO  
 DATA ESECUZIONE: DAL 08.03 AL 09.03.99

SONDAGGIO Nr. S 2

SCALA 1:50

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 2

SIG. A. TENAGLIA

SONDATORE:

DESCRIZIONE LITOLOGICA	R.Q.D. %	CAMPIONE	PROVE IN SITU			NOTE ED OSSERVAZIONI
			Standard Penetration Test			
Materiale di riporto: Ghiaia, ciottoli e laterizi con sabbia localmente limosa.	1.00	1	0-15 cm	Nr. Colpi	E	
Ghiaia con sabbia limosa presenti ciottoli.	1.00	2	15-30 cm	E	E	
Sabbia con ghiaia subarrotondata (ø max = 5 cm.) localmente debolmente limosa. Presenti ciottoli.	2.50	3	30-45 cm	E	C	
	4.50	4				
	6.00	5				
	7.50	6				
	10.00	7				
	12.50	8				
	15.00	9				
	17.50	10				
	20.00	11				
	22.50	12				
	25.00	13				
	27.50	14				
	30.00	15				

Carotiere semplice ø 101 mm

ø 127 mm

Ghiaia e ciottoli subarrotondati (ø max = 15 cm.) con sabbie localmente limose.

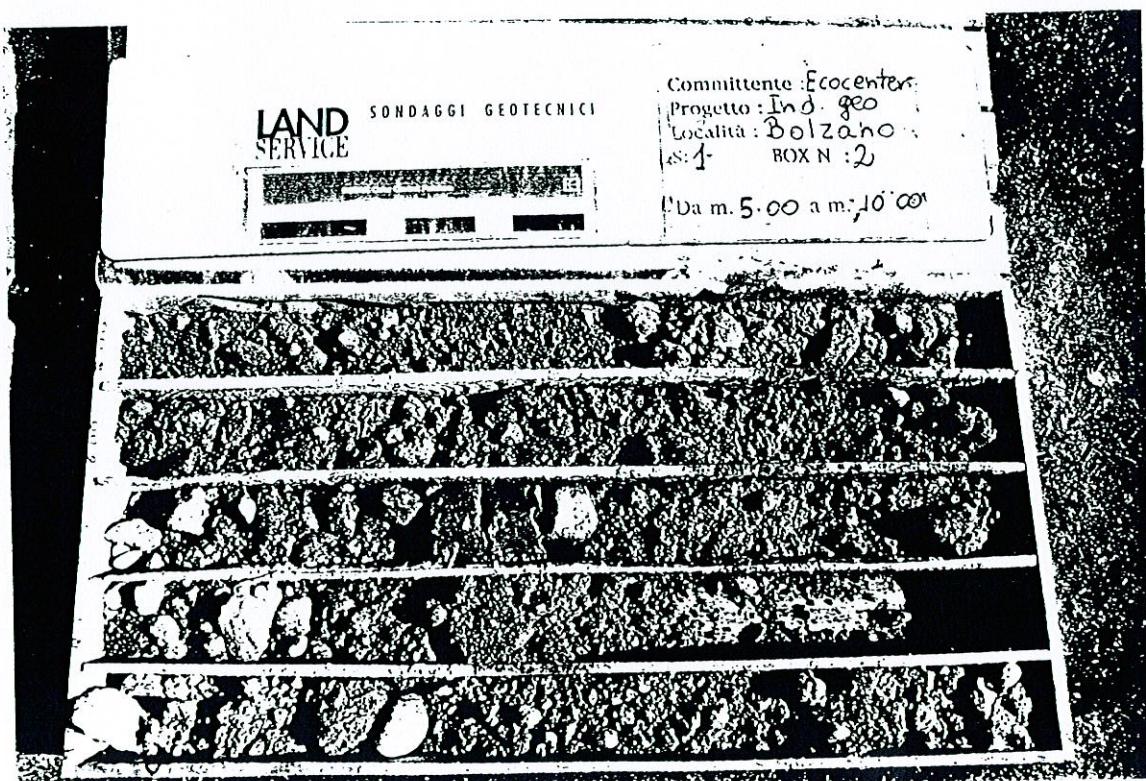
F.F. m. 10.00.

✓ Documentazione fotografica

**LAND**  
**SERVICE**

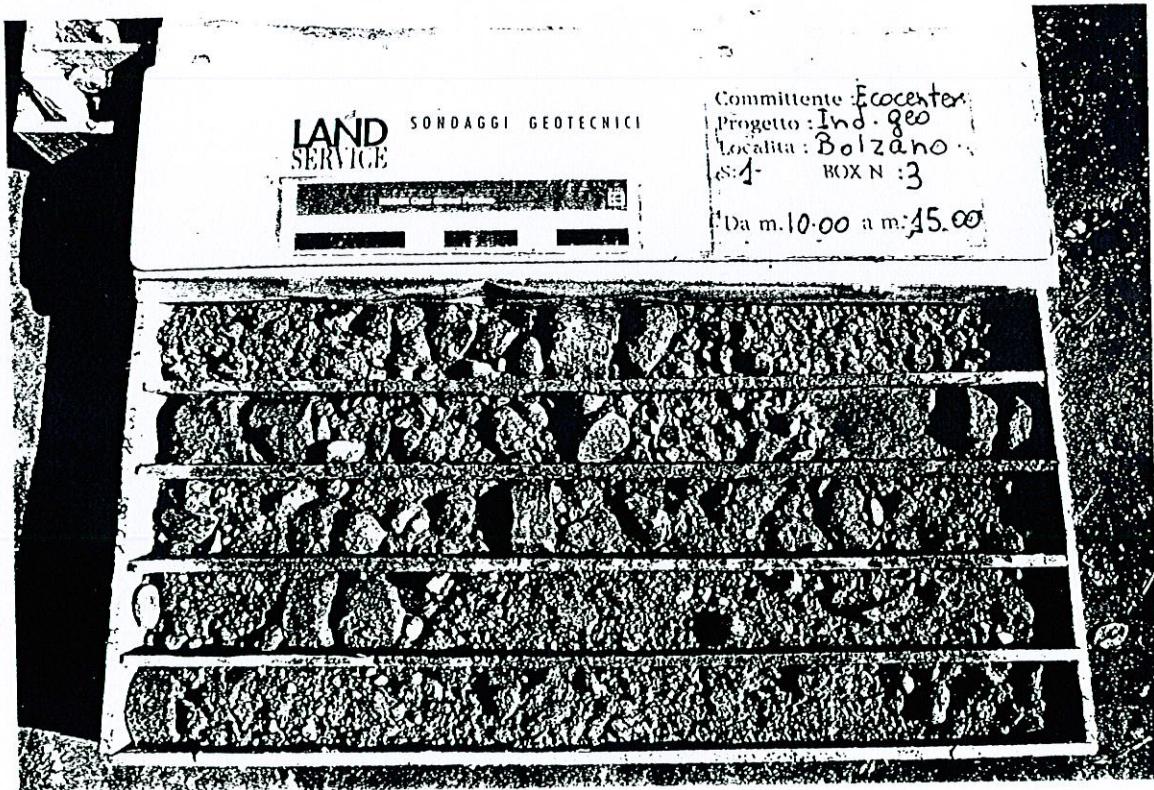


ECOCENTER BOLZANO - S1 - BOX 1 m. 0.00 ÷ 5.00



ECOCENTER BOLZANO - S1 - BOX 2 m. 5.00 ÷ 10.00

**LAND  
SERVICE**



ECOCENTER BOLZANO - S1 - BOX 3 m. 10.00 ÷ 15.00

**LAND**  
**SERVICE**

**LAND  
SERVICE**

SONDAGGI GEOTECNICI

Committente Ecocenter

Progetto : Ind. geo

Località : Bolzano

§: 2 BOX N° 1

Da m. 0.00 a m. 5.00



ECOCENTER BOLZANO - S2 - BOX 1 m. 0.00 ÷ 5.00

**LAND  
SERVICE**

SONDAGGI GEOTECNICI

Committente Ecocenter

Progetto : Ind. geo

Località : Bolzano

§: 2 BOX N° 2

Da m. 5.00 a m. 10.00

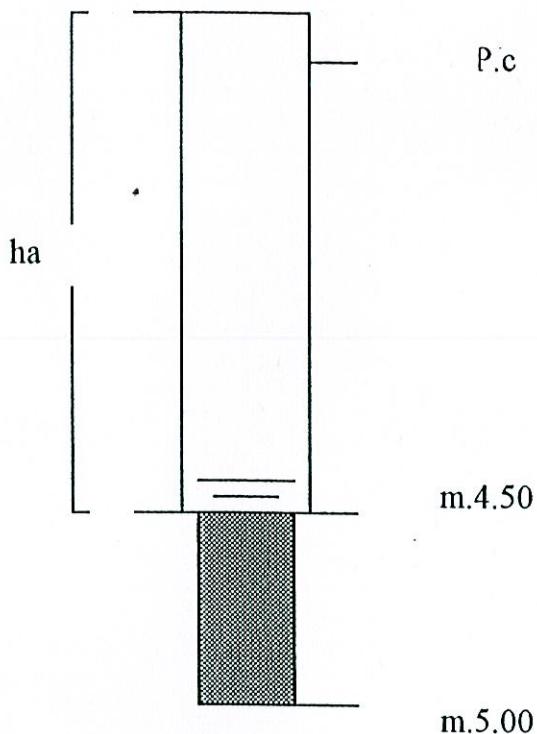


ECOCENTER BOLZANO - S2 - BOX 2 m. 5.00 ÷ 10.00

✓ Prove Lefranc

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC**

<b>DATA</b>	08-03-99
<b>COMMITTENTE</b>	ECOCENTER
<b>PROGETTO</b>	INDAGINE GEOLOGICA
<b>SONDAGGIO N°</b>	1
<b>PROFONDITÀ PROVA</b>	da 4,50 m - a 5,10 m

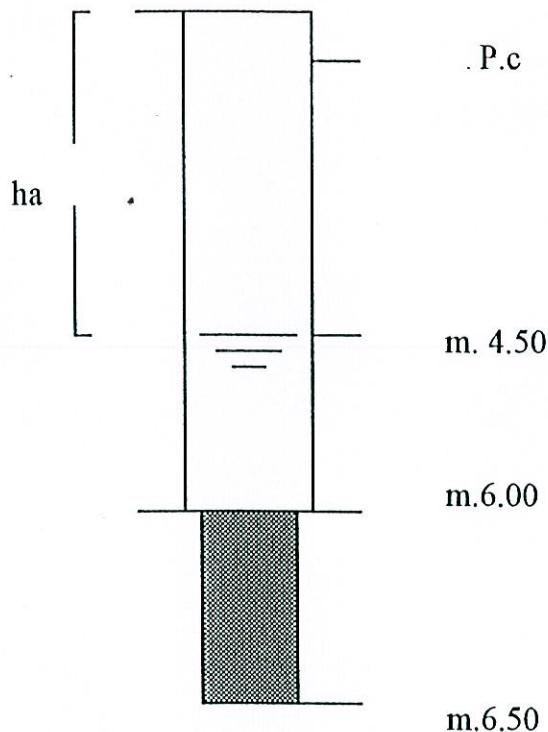


**PROVA A CARICO  
COSTANTE**

Tratto di prova	da metri 4,50	a metri 5,10
Portata	l/min 50,00	mc/sec 8,33E-04
Sporgenza tubo da pc	0,20 m	
Falda da pc.	4,5 m	
Diametro tratto di prova	0,101 m	
Altezza finestra	0,60 m	
Coefficiente di forma	1,523 m	
Altezza colonna H <sub>2</sub> O in presenza di falda	4,70 m	
 K= 1,16E-04 m/sec		
K= 1,16E-02 cm/sec		

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC**

DATA	09-03-99
COMMITTENTE	ECOCENTER
PROGETTO	INDAGINE GEOLOGICA
SONDAGGIO N°	2
PROFONDITÀ PROVA	da 6,00 m - a 6,50 m



**PROVA A CARICO  
COSTANTE**

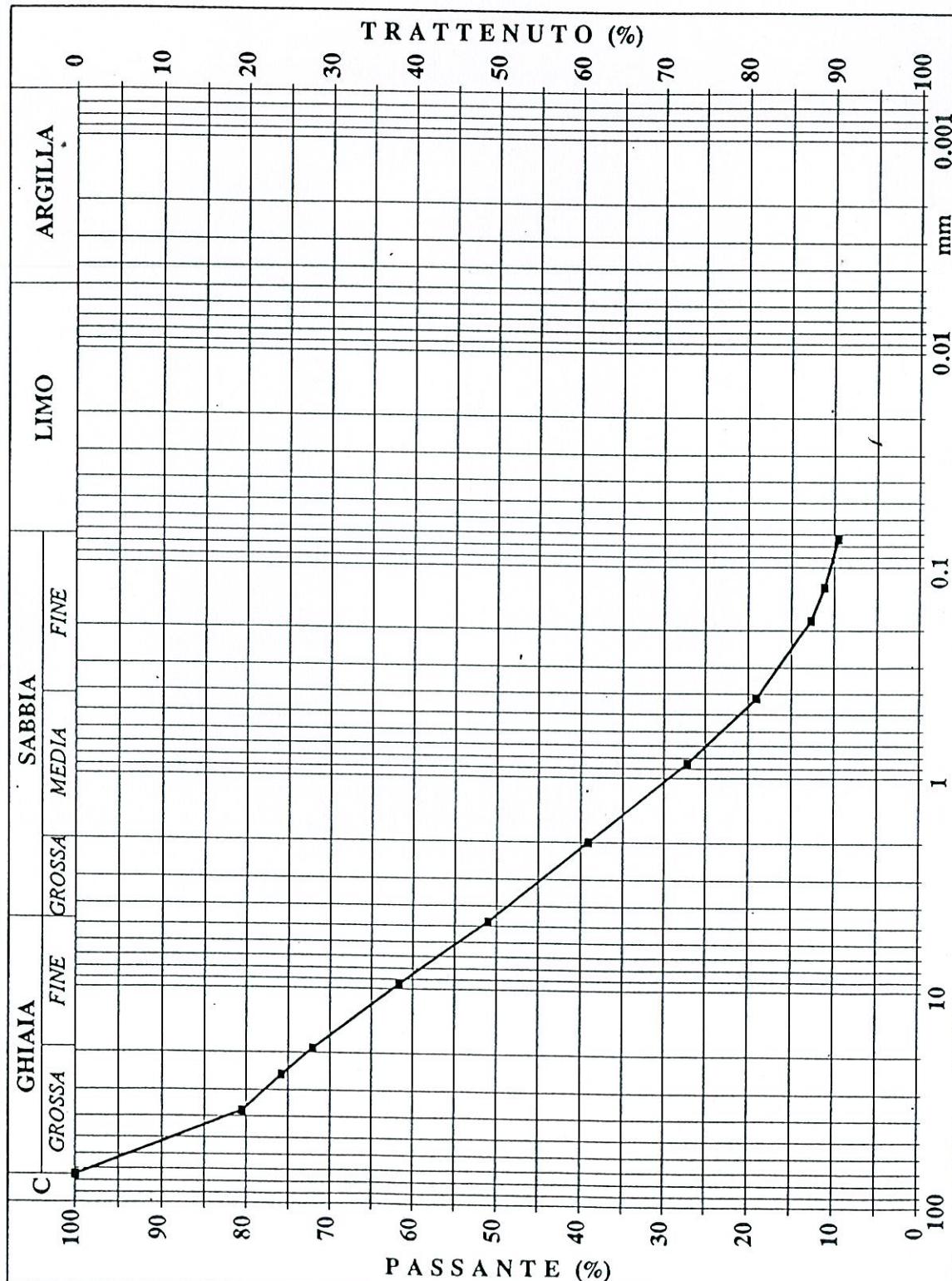
Tratto di prova	da metri 6,00	a metri 6,50
Portata	l/min 60,00	mc/sec 1,00E-03
Sporgenza tubo da pc	0,20 m	
Falda da pc.	4,5 m	
Diametro tratto di prova	0,101 m	
Altezza finestra	0,50 m	
Coefficiente di forma	1,370 m	
Altezza colonna H <sub>2</sub> O in presenza di falda	4,70 m	
K= 1,55E-04 m/sec		
K= 1,55E-02 cm/sec		

✓ Analisi di laboratorio

RIFERIMENTO: Landservice - loc. Depuratore Bolzano.  
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 8.50 - 9.00

GHIAIA	49.0 %	NORME : A.S.T.M.	D 10 =	0.08445 mm
SABBIA	41.4 %	PASSANTE SET. 10 =	39.1 %	D 50 = 4.41471 mm
LIMO-ARGILLA	9.6 %	PASSANTE SET. 40 =	19.0 %	D 60 = 8.50556 mm
		PASSANTE SET. 200 =	9.6 %	D 90 = 52.52529 mm



OSSERVAZIONI : Cert. n° 24/83 del 16.03.1999

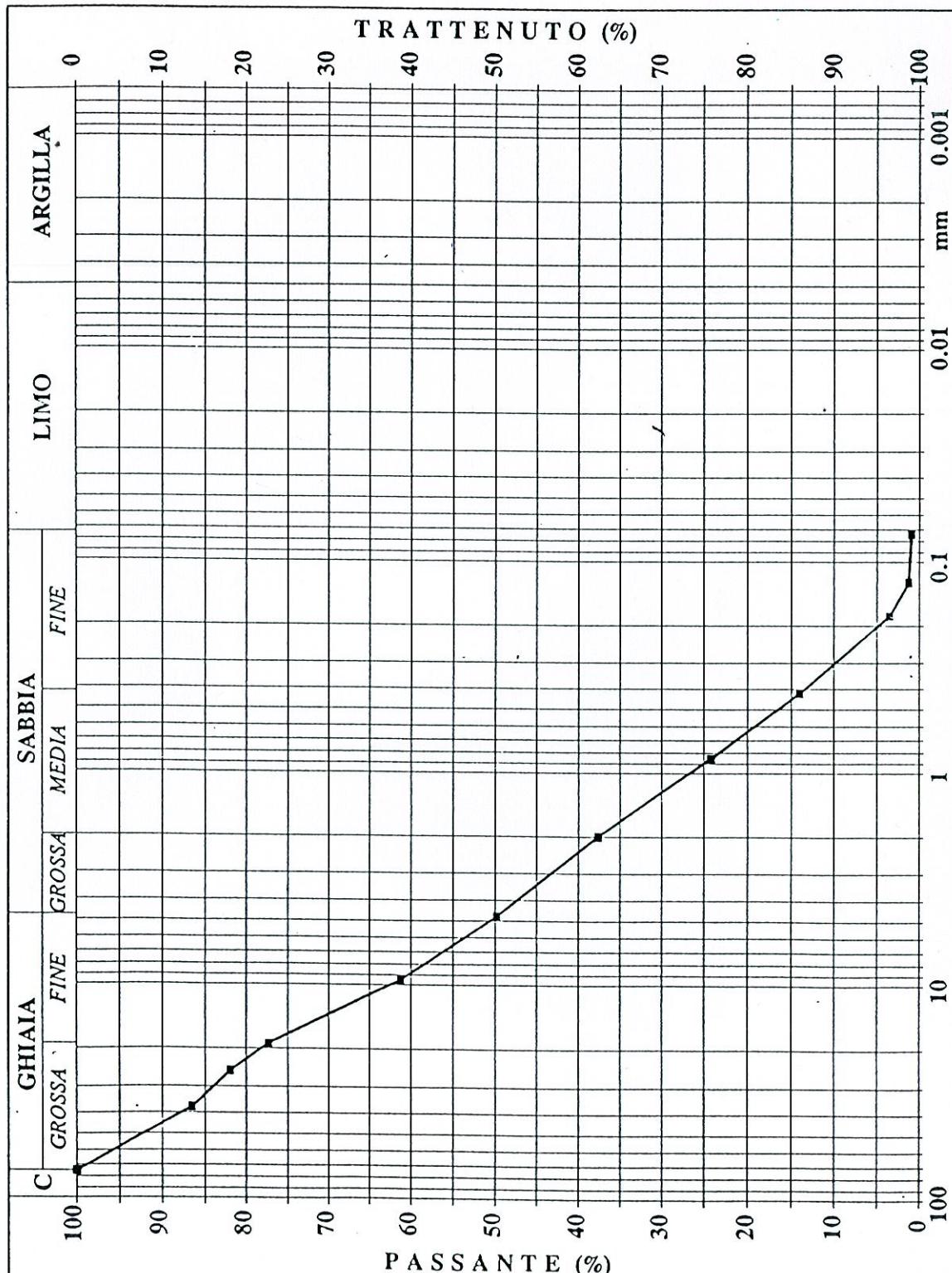
RIFERIMENTO: Landservice - loc. Depuratore Bolzano.

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 4.00 - 4.50

GHIAIA	50.2 %	NORME : A.S.T.M.	D 10 = 0.30309 mm
SABBIA	48.9 %	PASSANTE SET. 10 = 37.7 %	D 50 = 4.81671 mm
LIMO-ARGILLA	0.9 %	PASSANTE SET. 40 = 14.0 %	D 60 = 8.79242 mm
		PASSANTE SET. 200 = 0.9 %	D 90 = 44.79907 mm

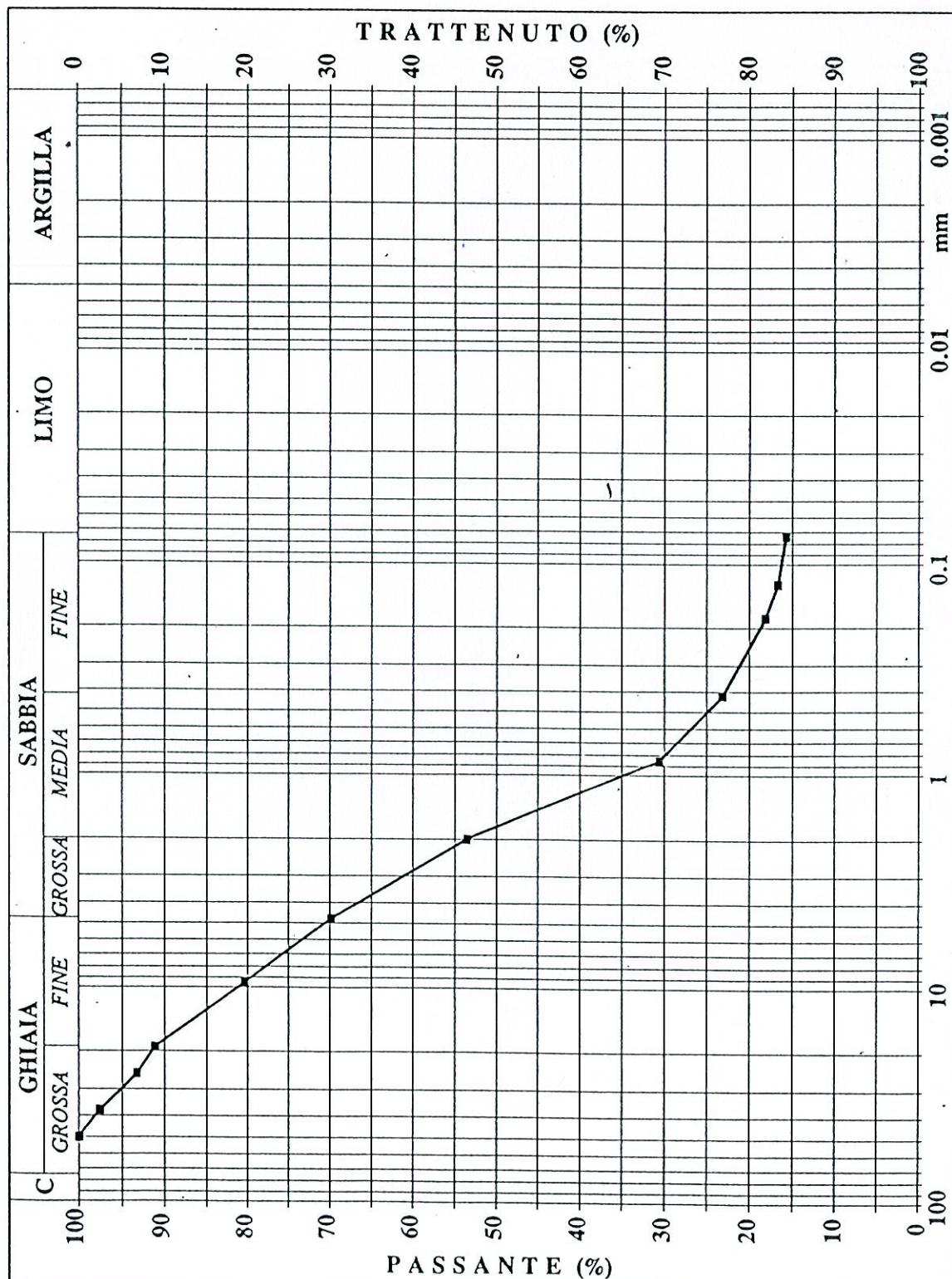


OSSERVAZIONI : Cert. n° 24/84 del 16.03.1999

RIFERIMENTO: Landservice - loc. Depuratore Bolzano.  
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 7.00 - 7.50

GHIAIA	30.1 %	NORME : A.S.T.M.	D 10 =	0.00000 mm
SABBIA	54.2 %	PASSANTE SET. 10 =	53.6 %	D 50 = 1.75126 mm
LIMO-ARGILLA	15.7 %	PASSANTE SET. 40 =	23.2 %	D 60 = 2.81765 mm
		PASSANTE SET. 200 =	15.7 %	D 90 = 17.65125 mm

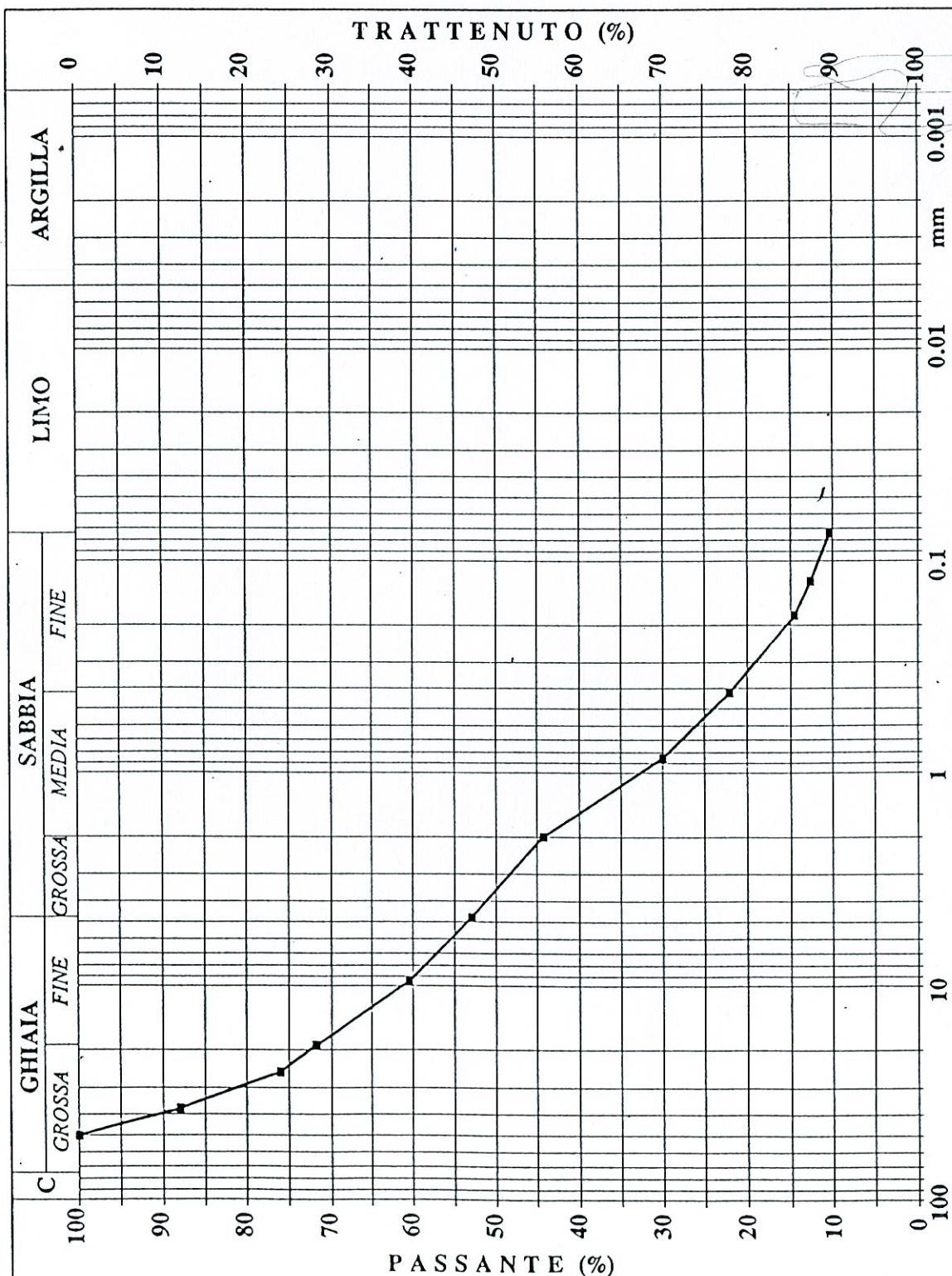


OSSERVAZIONI : Cert. n° 24/85 del 16.03.1999

RIFERIMENTO: Landservice - loc. Depuratore Bolzano.  
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

GHIAIA	47.1 %	NORME : A.S.T.M.	D 10 =	0.00000 mm
SABBIA	42.5 %	PASSANTE SET. 10 = 44.3 %	D 50 =	3.54729 mm
LIMO-ARGILLA	10.4 %	PASSANTE SET. 40 = 22.1 %	D 60 =	9.10153 mm
		PASSANTE SET. 200 = 10.4 %	D 90 =	39.37936 mm



OSSERVAZIONI : Cert. n° 24/82 del 16.03.1999

# **ECO CENTER**

**Studio Geologico-Tecnico di supporto alla  
progettazione di un nuovo impianto presso il  
Depuratore di Bolzano**

- 1. Premessa**
- 2. Riferimenti topografici e ubicazione  
punti indagine**
- 3. Morfologia e geologia**
- 4. Idrogeologia**
- 5. Caratteristiche dei terreni**
- 6. Portata dei terreni**
- 7. Cedimenti**
- 8. Conclusioni**

## 1. PREMESSA

Il presente studio è stato realizzato, per conto della Società ECO CENTER S.p.A. allo scopo di accertare la natura e le caratteristiche dei terreni che saranno interessati dalla costruzione di una nuova struttura.

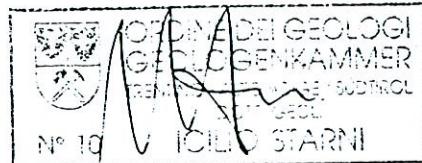
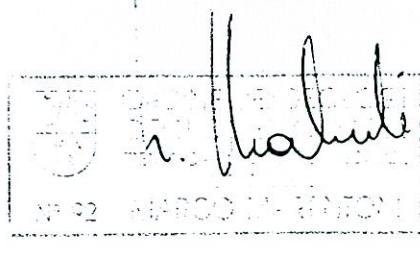
In tal senso si è proceduto ad effettuare una serie d'indagini consistenti in due sondaggi meccanici, a carotaggio continuo, della profondità, rispettivamente, di 10 e 15 m, come concordato con il Committente.

Sono state inoltre eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT per la determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e n° 2 prove di permeabilità a carico costante tipo Lefranc in funzione della prevista possibilità di intervento con metodo Jet Grauting.

Su quattro campioni significativi sono state eseguite analisi granulometriche

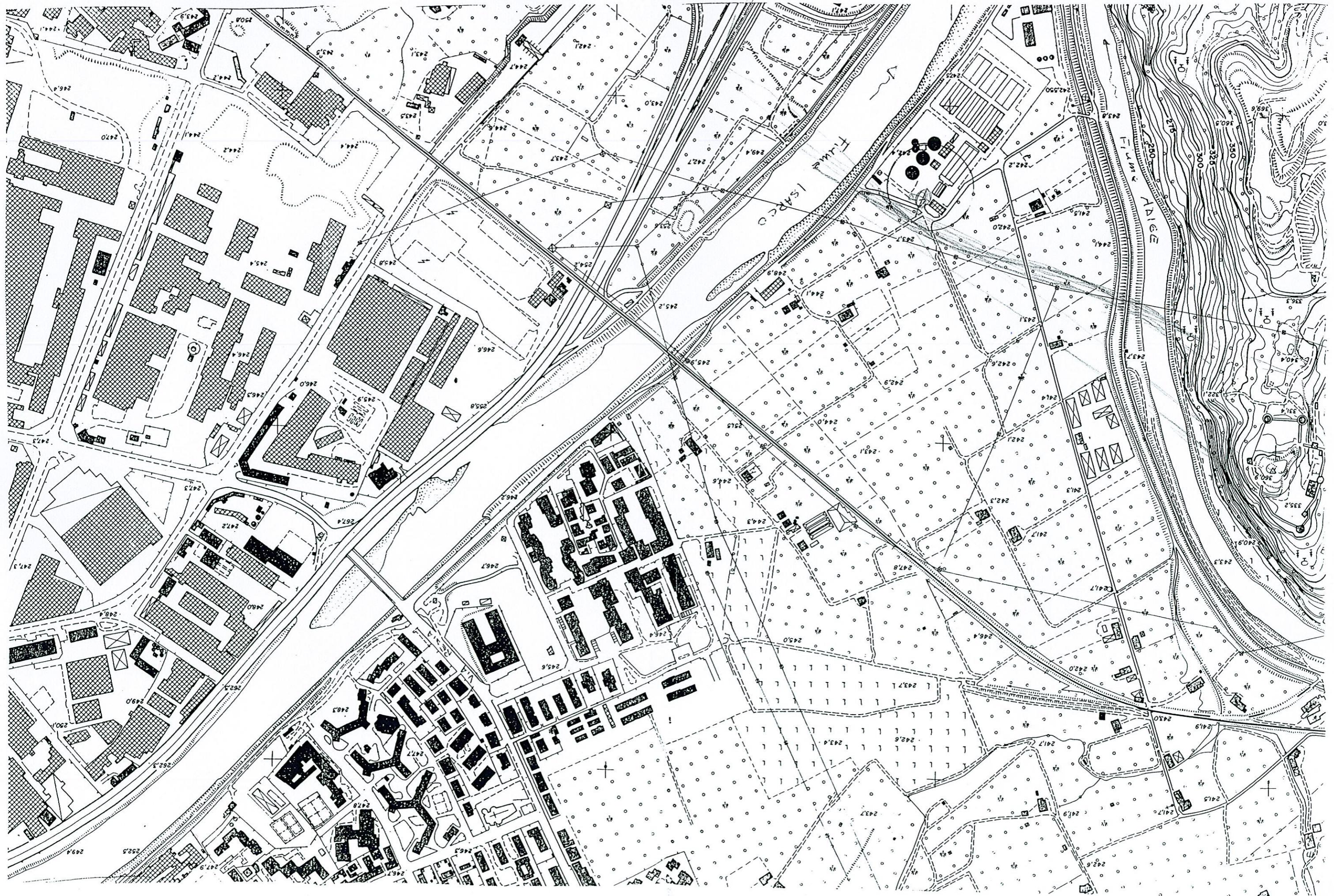
Si sottolinea che lo studio ha carattere esecutivo, ottempera, pertanto, a quanto previsto dal D.M. 11.03.1988, e costituisce documento idoneo al rilascio della concessione edilizia.

Lo Studio è stato redatto in collaborazione con il Geologo dr. I.Starni.



## **2. RIFERIMENTI TOPOGRAFICI E UBICAZIONE PUNTI INDAGINE**

UBICAZIONE AREA INDAGINE



Sc 24140

## DISABBIATORE ESISTENTE

VASCA DI  
DEODORIZZAZIONE  
ESISTENTECONTINUANO  
IN VERTICALE

sc 24142

P1

del 24350

EDIFICIO GRIGLIATURA  
ESISTENTE

PIAZZALE

CAMERETTA PER  
ACCESO AI SERVIZI

10300

del 24225

10200  
drenaggio cunicoli  
30200 del 2425  
scavo presse e fanghi

DISSABBIATORE

ACQUA ED OTTO

ACQUA INDUSTRIALE

LINEE ELETTRICHE

102° ACCIAO

del 24125

1063 PE

del 24125

del 24314

sc 24138

P2

• S 1

102° ACCIAO  
del 241251063 PE  
del 24125COPERTO CON  
L'ASFALTOH<sub>2</sub>O BIANCHE

PIAZZALE

GARAGE

OFFICINA

10100

30150-PVC

10100-PP

del 24305

### **3. MORFOLOGIA E GEOLOGIA**

L'area oggetto di studio è ubicata in sponda idrografica destra del fiume Isarco, a monte della sua confluenza con l'Adige, nell'ambito del complesso del nuovo depuratore.

Il terreno, pressoché perfettamente pianeggiante, è caratterizzato dalla presenza di alluvioni recenti originate da processi di sedimentazione sia del fiume Isarco che dell'Adige.

I sondaggi hanno evidenziato la presenza di materiali incoerenti prevalentemente grossolani a testimonianza di attività di trasporto riferibili a correnti veloci con frequenti episodi alluvionali anche a carattere violento.

La natura dei litoidi, che presentano un elevato grado di arrotondamento, è poligenica.

Abbondante, nella frazione sabbiosa, il quarzo in grani lattiginosi.

Il diametro massimo dei ciottoli, valutato dalla perforazioni è, generalmente, inferiore ai 20 cm.

La matrice sabbiosa è più o meno limosa.

### **4. IDROGEOLOGIA**

L'aspetto idrogeologico di maggior rilievo è rappresentato dalla presenza del fiume Adige e dell'Isarco.

La vicinanza dei due corsi d'acqua crea infatti notevoli problematiche sotto l'aspetto idraulico, problematiche che, peraltro, esulano dal presente studio.

La falda idrica, misurata a -4,5 m dal p.c. attuale, è suscettibile di un'escursione di 1,0÷1,5 m legata all'andamento stagionale del livello del vicino fiume.

I valori di permeabilità sono nell'ordine di:  $k = 2 \cdot 10^{-2}$  cm/sec.

### **5. CARATTERISTICHE DEI TERRENI**

Le caratteristiche dei terreni sono state valutate sia sulla base dell'esame visivo dei campioni estratti, sia in funzione dei valori di N misurati dalla prova penetrometrica SPT e dalle prove di laboratorio.

## 5 - 1. ANALISI DI LABORATORIO

Le analisi di laboratorio sono consistite unicamente in granulometrie dal momento che le caratteristiche dei terreni esaminati non consentivano l'esecuzione né dei limiti di A né, tantomeno, di prove edometriche.

Si è escluso di effettuare prove di taglio in scatola di Casagrande dal momento che i risultati ottenuti su di un numero forzatamente esiguo di campioni rimaneggiati sarebbero risultati puntiformi e di scarsa affidabilità.

Si è preferito valutare l'angolo di attrito secondo il metodo proposto da Costet-Sanglerat che parte dall'esame visivo del campione:

$$\varphi = 36^\circ + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4$$

dove:

$\varphi_1 = 0$  compattezza media

$\varphi_2 = -2$  forma e rugosità dei grani

$\varphi_3 = +1$  grandezza dei grani

$\varphi_4 = +2$  granulometria

da cui:  $\varphi = 37^\circ$

La analisi granulometriche confermano una classificazione del terreno come ghiaia e sabbia con percentuali di fine variabili fra 1 e 15%.

## 5 - 2. PROVE PENETROMETRICHE

La prova penetrometrica dinamica SPT consiste nel misurare il numero di colpi (N) necessari per infiggere nel terreno, per 30 cm, una punta (in questo caso conica) sotto l'azione di un maglio di 63 kg che cade da un'altezza di 75 cm.

Il valore di N consente interessanti correlazioni con le caratteristiche del terreno.

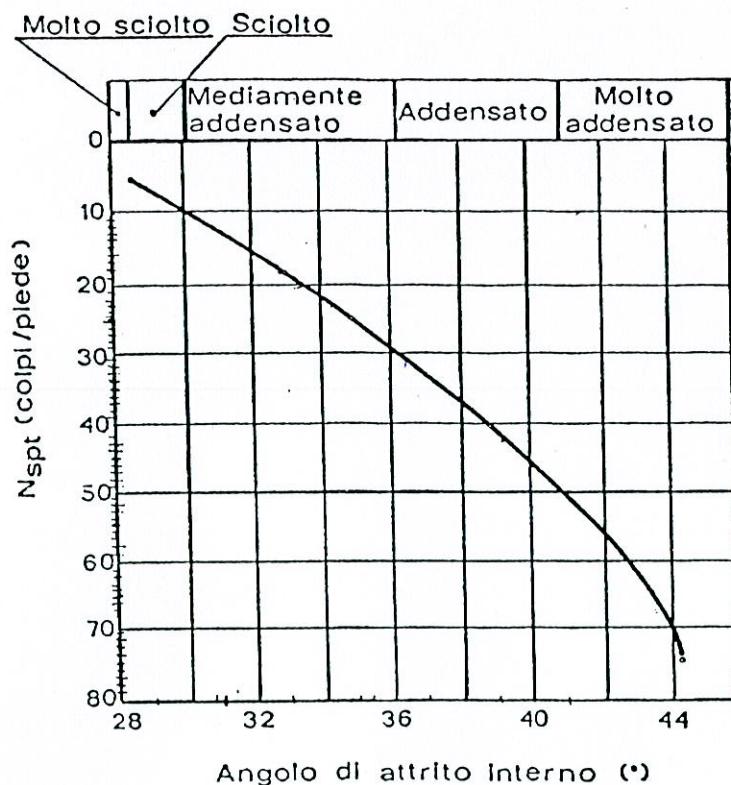
Nel nostro caso il valore di N varia fra 25 e 74.

E' certo che per i valori più alti la prova è stata influenzata dalla presenza di ciottoli di diametro sensibilmente superiore a quello della punta penetrometrica.

Cautelativamente verrà assunto un valore di:  $N = 32$

corrispondente al doppio del parziale più basso registrato (avanzamento per 15 cm).

A tale valore di N corrisponde, secondo il diagramma di Thornburn (vedi fig. 1), un angolo di attrito interno di 37°



Il modulo di Compressibilità (fig. 2) sarà:

$$M = 450 \text{ kg/cm}^2$$

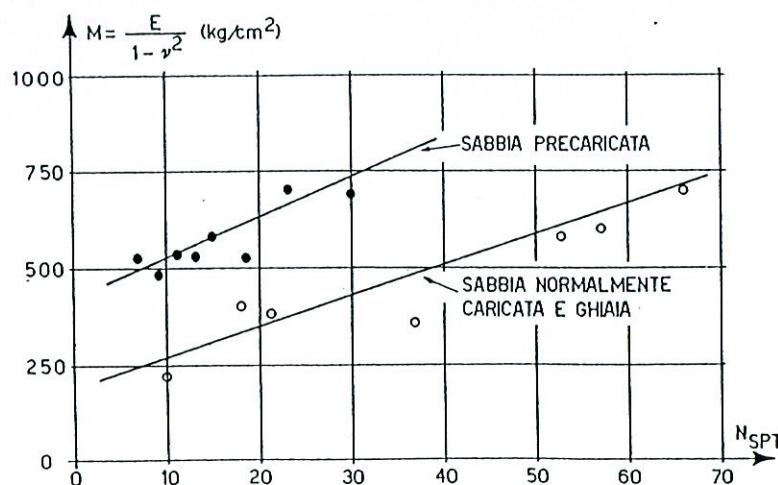


FIG. - CORRELAZIONE TRA IL MODULO DI COMPRESSIBILITÀ DEL TERRENO ED I VALORI DI N<sub>SPT</sub> MISURATI.

## Quadro generale delle caratteristiche geotecniche

$\phi$	=	37° angolo d'attrito
$\gamma =$		1,95 t/mc densità naturale
$\gamma_w$	=	0,95 t/mc densità immersa
C	=	0 coesione
M	=	450 kg/cmq modulo di compressibilità
ghiaia e sabbia limosa		

Va osservato che i sondaggi hanno evidenziato la presenza di oltre un metro di materiale di riporto.

## 6. PORTATA DEI TERRENI

La portata dei terreni studiati è stata calcolata con riferimento alla formula proposta da Costet-Sanglerat per fondazioni continue su terreni incoerenti :

$$Q_{am} = \gamma D + \frac{\gamma \cdot B \cdot N\gamma + \gamma D \cdot (Nq - 1) + Cn}{F} \quad ①$$

dove:

$Q_{am}$  = carico ammissibile (kg/cmq)

D = 1,0 m incastro fondazioni

B = 2,0 m larghezza fondazioni

$\gamma$  = 0,95 t/mc densità immersa

$N\gamma$  = 50

$Nq$  = 40

C = 0 coesione

F = 3 coeff. di sicurezza

dal ① avremo:  $Q_{am} = 2,8$  kg/cmq

Nel calcolo è stato trascurato il termine  $\gamma D$  dovuto all'alleggerimento conseguente allo scavo.

Si consideri inoltre, che è stato introdotto il valore della densità immersa partendo dal presupposto che il bulbo delle pressioni indotte dal sovraccarico  $Q_{am}$  interesserà certamente terreni saturi.

La fondazione è stata ipotizzata a striscia, con larghezza di 2 metri ed incastro a 1 metro di profondità.

## 7. CEDIMENTI

Il calcolo dei cedimenti su terreni incoerenti è reso difficoltoso ed approssimato a causa dell'impossibilità di disporre di analisi di laboratorio, quali le prove edometriche, che consentono di stimare con esattezza i processi di consolidamento indotti nel terreno da un dato sovraccarico.

In questa sede ci si servirà, per una stima dei cedimenti, di un metodo, proposto da Burland e Burbidge, basato sulla resistenza penetrometrica ( $N$ ), secondo il quale il cedimento è dato da:

$$S = f_s \cdot f_t \cdot f_h \cdot [(q^1 - \gamma_3 \cdot \sigma_v)] \cdot B^{0,7} \cdot I_c$$

dove:

$S$  = cedimento

$q^1$  = pressione efficace linda

$\sigma_v$  = tensione verticale efficace a quota di imposta delle fondazioni

$B$  = larghezza fondazione

$I_c$  = indice di compressibilità

$f_s, f_t, f_h$  = fattori correttivi

$$I_c = \frac{1,706}{N^{1,4}} = 0,0046$$

Dalla avremo  $S = 2$  mm

per:

$f_s = 1$

$f_h = 1$

$F_t = 1,5$  (fattore che tiene conto di un lasso di tempo di 30 anni)

Avremo:  $S = 2 \times f_t = 3,0$  mm (cedimento dopo 30 anni)

Pur tenendo conto del carattere empirico del calcolo il valore di  $S$  appare tale da doversi considerare trascurabile il fattore cedimento anche in presenza di carichi non statici.

## 8. CONCLUSIONI

I terreni su cui è prevista l'opera in progetto sono dotati di caratteristiche geotecniche buone, tali da consentire l'applicazione di carichi diretti fino a circa 2,5 kg/cm<sup>2</sup> senza cedimenti di rilievo.

Va peraltro considerata la presenza di uno strato di materiale di riporto della potenza di circa 1,0÷1,5 m.

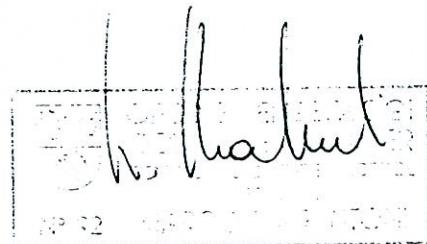
Si suggerisce, pertanto, di procedere ad un preliminare intervento di bonifica consistente nella rimozione di 1,5 m di terreno e nel suo ripristino attraverso la messa in opera di materiale compattato con rullo vibrante in strati dello spessore massimo di 30 cm.

Il possibile riutilizzo del materiale attuale può essere valutato solo in fase esecutiva oppure procedendo ad una verifica attraverso un adeguato numero di pozzetti esplorativi.

Il materiale utilizzato dovrà avere, comunque, le caratteristiche di una terra A<sub>1-a</sub> con esclusione di litoidi con  $\varnothing > 20\text{cm}$ .

Verrà poi accertato il valore della densità massima attraverso prove di compattazione Proctor imponendo, in fase di rullatura, il raggiungimento di valori di  $D \geq 95\%$  del valore ottenuto in laboratorio.

Il presente studio ottempra a quanto previsto dal D.M. 11.03.1988, e costituisce documento idoneo al rilascio della concessione edilizia.



BZ. 29.03.99