

Autonome Provinz Bozen - Provincia Autonoma di Bolzano  
Stadtgemeinde Bozen - Comune di Bolzano

STÄDTEBAULICHER AUFWERTUNGSPLAN - ZONE PERATHONERSTRASSE - SÜDTIROLERSTRASSE  
PIANO DI RIQUALIFICAZIONE URBANISTICA - ZONA VIA PERATHONER - ALTO ADIGE

# WaltherPark

TUNNEL UND STRASSEN  
TUNNEL DI ACCESSO E SISTEMAZIONI VIARIE

Proprietä  
Eigentümer



Città di Bolzano  
Stadt Bozen

Città di Bolzano - Stadt Bozen  
vicolo Gumer 7 - 39100 Bolzano - Bozen

Projektausführerin  
Soggetto Attuatore

**WaltherPark s.p.a.**

**SIGNA** eine Gesellschaft der SIGNA Gruppe | una Società del Gruppo SIGNA

General Contractor  
Projektmanagement



**ICM Italia General Contractor Srl**

Waltherplatz | piazza Walther n. 22 | 39100 Bolzano - Bozen

Generalplaner  
Progettista generale

**DMA**

ITALIA srl

Waltherplatz | piazza Walther n. 22 | 39100 Bolzano - Bozen

Planungsteam  
Team di Progettazione

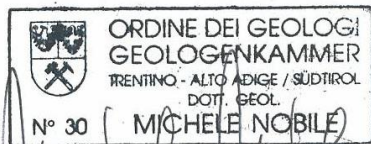


AE 13.0043



Handwerkerstraße Süd, 1  
I - 39044 NEUMARKT (BZ)  
Tel. 0471-811511  
Email: info@planpunkt.net  
MwSt.Nr. 02610700219

**in.ge.na.**  
ingenieurwesen • geologie • naturraumplanung  
ingegneria • geologia • natura e pianificazione



Büro für  
Verkehrs- und  
Raumplanung  
**BVR**

**Snøhetta**

**area7**  
architetti associati

INGENIEURTEAM STUDIO DI INGEGNERIA  
**BERGMEISTER**

**SECURPLAN**  
safety first

**Stefan Bernard Landschaftsarchitekten**  
Monumentenstraße 33-34 | Aufgang A  
D-10829 Berlin

**Geologie e Ambiente  
Geologie und Umweltschutz**  
Geologia e Ambiente  
Geologia und Umweltschutz

Stempel Gemeinde

Planungsphase | Fase

**AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO**

Planinhalt | Descr. Tav.

Relazione geotecnica di caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito

Geotechnischer bericht für die charakterisierung und geotechnische Modellierung des Standorts

Plankodierung | Cod.

-

Index -

Planart | Tipologia

**Geologie / Geologia**

Maßstab - Scala: -

Format | Formato: A4

Datum - Data : November/Novembre 2018

Gez : C. Pifferi

Plannummer - nr. Tav.:

**B7.02.1**

**Autonome Provinz Bozen - Provincia Autonoma di Bolzano  
Stadtgemeinde Bozen - Comune di Bolzano**

STÄDTEBAULICHER AUFWERTUNGSPLAN - ZONE PERATHONERSTRASSE - SÜDTIROLERSTRASSE  
PIANO DI RIQUALIFICAZIONE URBANISTICA - ZONA VIA PERATHONER - ALTO ADIGE

# WaltherPark

TUNNEL UND STRASSEN  
TUNNEL DI ACCESSO E SISTEMAZIONI VIARIE

Proprietà  
Eigentümer



Città di Bolzano - Stadt Bozen  
vicolo Gumer 7 - 39100 Bolzano - Bozen

Projektausführerin  
Soggetto Attuatore

**WaltherPark s.p.a.**  
 eine Gesellschaft der SIGNA Gruppe | una Società del Gruppo SIGNA

General Contractor  
Projektmanagement

 **ICM Italia General Contractor Srl**  
Waltherplatz | piazza Walther n. 22 | 39100 Bolzano - Bozen

Generalplaner  
Progettista generale

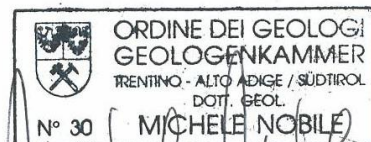
**DMA**  
ITALIA srl  
Waltherplatz | piazza Walther n. 22 | 39100 Bolzano - Bozen

## AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO

### RELAZIONE GEOTECNICA / GEOTECHNISCHER BERICHT

di caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito  
für die Charakterisierung und geotechnische Modellierung des Standorts

IL GEOTECNICO/DER GEOTECHNISCHER



*Michele Nobile*

COMMITTENTE: WalterPark S.p.A.

Rel. 1745/2B -ter/18

## SOMMARIO

1.	PREMESSA – INTERVENTI IN PROGETTO .....	3
2.	NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	3
3.	ESTRATTO DAL MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO .....	3
4.	INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE .....	4
4.1	INDAGINI DIRETTE ESISTENTI RICHIAMATE.....	4
4.2	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO ESISTENTI RICHIAMATE .....	5
4.3	INDAGINI DIRETTE PER IL PROGETTO GENERALE (LOTTO A + LOTTO B).....	5
5.	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	6
	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE .....	8
6.	PARAMETRAZIONE GEOTECNICA .....	10
6.1	PREMESSE.....	10
6.2	INTERPRETAZIONE VALORI SPT .....	10
7.	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO .....	17
7.1	UNITA' GEOTECNICHE OMOGENEE .....	17
7.2	REGIME DELLE PRESSIONI NEUTRE .....	18
8.	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE A LIVELLO DI PROGETTO ESECUTIVO .....	18
8.1	PREMESSE.....	18
8.2	MODALITA' ESECUTIVE DEGLI SCAVI .....	18
8.3	INTERRAMENTO TUNNEL STRADALE .....	21
8.3.1	Caratteristiche dell'intervento .....	21
8.3.2	Interferenze con la falda e condizioni di sottospinta idraulica .....	21
8.3.3	Condizioni fondazionali .....	21
8.3.4	Modalità di realizzazione degli scavi .....	22
9.	PIANO DI MONITORAGGIO IN FASE DI SCAVO DEL TUNNEL.....	22
10.	CONCLUSIONI.....	24

## 1. PREMESSA – INTERVENTI IN PROGETTO

La presente relazione fa esplicito riferimento al modello geologico definito nella relazione geologica di cui alla parte prima del presente documento. Gli interventi si sviluppano tra la zona Stazione e la via Alto Adige a Bolzano in un settore subpianeggiante mediamente compreso tra le quote 263.6÷265.9 m slm, e prevedono di realizzare un nuovo tunnel e nuove sistemazioni viarie per il “*Walterpark*” anch’esso in fase di progettazione. Nel dettaglio, oltre ad una generale risistemazione delle superfici antropiche, sono previsti i seguenti interventi.

Realizzazione di un tunnel stradale sotterraneo lungo l’attuale via Alto Adige di collegamento col parcheggio sotterraneo di Piazza Walter e con quello che sarà previsto essere a servizio del Centro Commerciale con uscita a ridosso della zona arginale, attigua al sotto-attraversamento di via Garibaldi. La quota di massimo approfondimento degli scavi/fondazioni dello scatolare interrato raggiungeranno i 251.7 m slm.

## 2. NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

Il presente elaborato con riferimento alla seguente normativa di settore:

- MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI. 17/1/2018 –Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni
- D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009, N° 617 – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14. 01. 2008
- D.M. LL,PP. 11.03.88 “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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- UNI ENV 1997-1 – Eurocodice 7 “Progettazione Geotecnica .
- A.G.I. 1977 - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

## 3. ESTRATTO DAL MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

La serie stratigrafica locale più recente e di interesse per l’inquadramento del modello geotecnico (ultimi 30 metri di alluvioni), rileva la presenza di **depositi di conoide distale** (UNITA’ A) del torrente Talvera alla confluenza con il Fiume Isarco, con prevalenza di *trasporto da corrente idrica in canale o intercanale attivo* (UNITA’ A1) ghiaioso sabbiosa con ciottoli), con sviluppo irregolare al tetto di sabbie fini e limi sabbiosi nocciola (UNITA’ A2) ascrivibili a *depositi di decantazione in intercanale abbandonato*, in parte asportati e sostituiti con materiali di riporto in genere granulari ghiaioso sabbiosi e sabbioso ghiaiosi, talora con resti antropici (UNITA’ R). L’Unità A2 si sviluppa discontinua, al tetto dell’UNITA’ A1, nei settori con piano campagna al di sotto di quota 266.0 m slm circa, con spessore compreso tra i 2.0 ed i 5.5 m, che si attesta frequentemente intorno ai 4.0 m. Intercalazioni pluridecimetriche dell’UNITA’ A2



si rilevano localmente anche più in profondità (in particolare tra i 12.0-14.0 m) ed in genere non assumono rilevanza geotecnica, se non per la porzione centrale, in corrispondenza di S1G2A e di S7, laddove costituiscono il livello d'imposta delle fondazioni dello scatolare, le cui caratteristiche geotecniche vengono riportate al capitolo 6, e che dovranno esser tenute in conto nelle verifiche statiche.

I materiali di riporto, generalmente si rilevano a partire dal piano campagna su spessori medi in genere dell'ordine dei 4.0-5.0 m.

## 4. INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

### 4.1 INDAGINI DIRETTE ESISTENTI RICHIAMATE

Le indagini di seguito citate sono quelle realizzate in aree limitrofe e/o confinanti rispetto allo sviluppo delle opere in progetto, riferite in particolare ai seguenti ambiti:

Piazza Walter/Parcheeggio:	S1/1983, S2/1983, S3/1983
Piazza Stazione/Provincia:	S1/1988, S2/1988
Via Alto Adige/P.zza Verdi:	S5/2001, S6/2001, S7/2001, S8/2001
Via Carducci/Garage interrato:	S1/2014a
Zona Stazione/Centro Comm.:	S1/2014b

**Tabella 3.1.a** – Quadro riassuntivo indagini geognostiche in sito consultate

Prova N.	Quota prova [m slm.]	Profondità [m]	Piezometro tubo aperto [m]	Campioni geotecnici N.		Prove Permeabilità	Prove SPT	
				indist.	rimaneg.		punta aperta	punta chiusa
S1/1983 - cc - v	267.0 c.a.	20.0	Si -15.0	-	1	-	-	5
S2/1983 - cc - v	267.0 c.a.	12.0	No	-	1	-	-	3
S3/1983 - cc - v	266.5 c.a.	12.0	No	-	1	-	-	2
S1/1988 - cc - v	265.0 c.a.	18.0	No					8
S2/1988 - cc - v	265.0c.a.	16.0	Si - 16.0					8
S5/2001 - cc - v	264.5 c.a.	20.0	No					9
S6/2001 - cc - v	264.5 c.a.	20.0	No					9
S7/2001 - cc - v	265.0 c.a.	22.0	Si - 22.0					9
S8/2001 - cc - v	265.0 c.a.	20.0	No					9
S1/2014a - cc - v	264.0 c.a.	15.0	Si - 15.0	1				6
S1/2014b - cc - v	264.5 c.a.	25.0	Si - 25.0					13

S = sondaggio meccanico; cc = carotaggio continuo ; dn = distruzione di nucleo; v = verticale ; i = inclinato

## 4.2 PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO ESISTENTI RICHIAMATE

Le prove di laboratorio sulle terre richiamate in relazione riguardano N. 2 campioni rimaneggiati prelevati uniformemente nei fori di sondaggio S1/1983 ed S2/1983 entro i materiali definiti nel presente elaborato UNITA' A, rappresentativi dei depositi alluvionali grossolani di conoide, sui quali sono state eseguite prove di Taglio diretto C.D. secondo ASTM D3080, su campioni ricostruiti sulla frazione granulometrica passante al setaccio ASTM 10 corrispondete ai 2.0 mm.

Le prove hanno fornito i risultati di seguito sintetizzati:

**Tabella 2.2 – Prove meccaniche**

Sondaggio <i>N.</i>	Campione <i>sigla</i>	Profondità <i>m</i>	Sforzi efficaci	
			<i>C' [kPa]</i>	<i>φ' [°]</i>
S1/1083	1	4,5-5,0	0	36.5
S2/1983	1	5,5-6,5	0	36.0

## 4.3 INDAGINI DIRETTE PER IL PROGETTO GENERALE (LOTTO A + LOTTO B)

Le prove SPT eseguite nei sondaggi SIG1A SIG2A nell'anno 2015, assieme alle altre prove disponibili per le zone limitrofe, sono state utilizzate per la parametrizzazione fisico meccanica dei materiali. Come si nota le prove sono state eseguite prevalentemente mediante infissione di punta chiusa, data la granulometria grossolana dei materiali. Esse hanno confermato la presenza di terreni complessivamente addensati, già riconosciuti dagli scriventi per l'area e per gli immediati intorno nell'ambito di altri lavori. Di seguito si riporta il grafico con l'andamento dei valori ottenuti, elaborando le prove a rifiuto come stima in base alla penetrazione dei primi 2 tratti.

**Tabella 4.3a– Valori Prove spt**

Sondaggio	Profondità	Litologia	Nspt	Tipo di punta
SIG1A <sub>2015</sub>	1.50 m	Sabbie prevalenti e riporti	16	Chiusa
	3.00 m	Sabbie prevalenti e riporti	17	Chiusa
	4.50 m	Ghiaia con sabbia e ciottoli	79	Chiusa
	6.00 m	Ghiaia con sabbia e ciottoli	65	Chiusa
	7.50 m	Ghiaia con sabbia e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	9.00 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	10.50 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	12.00 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	13.50 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	15.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	18.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	21.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
	24.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
S <sub>1</sub> G2 A <sub>200</sub>	1.50 m	Sabbie prevalenti e riporti	9	Chiusa

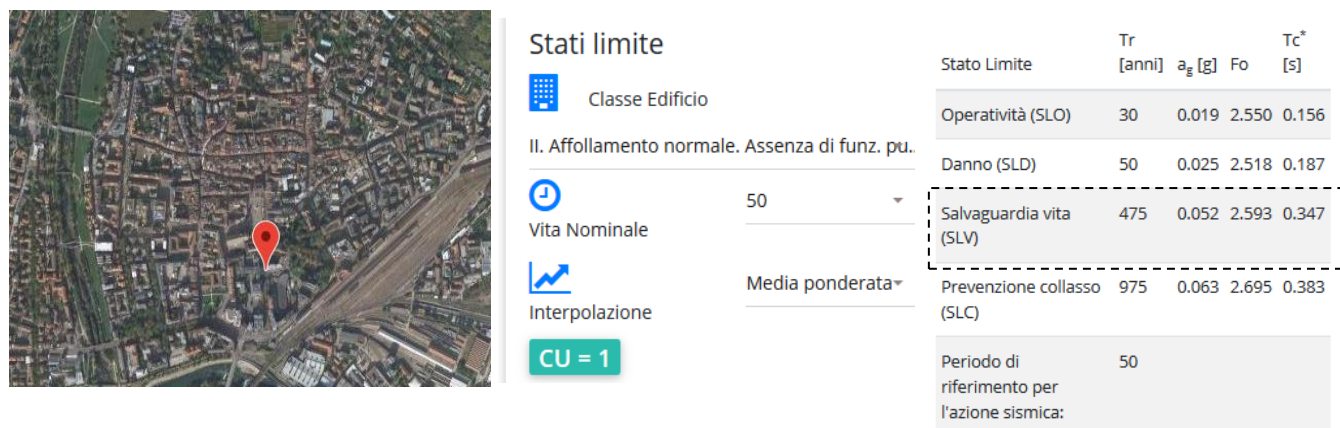
3.00 m	Sabbia fine debolmente limosa	11	Aperta
4.50 m	Sabbia fine debolmente limosa	10	Aperta
6.00 m	Ghiaia con sabbia e ciottoli	33	Chiusa
7.50 m	Ghiaia con sabbia e ciottoli	52	Chiusa
9.00 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	77	Chiusa
10.50 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
12.00 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
13.50 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	38	Chiusa
15.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	39	Chiusa
18.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	Rifiuto	Chiusa
21.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	49	Chiusa
24.0 m	Ghiaia con sabbia limosa e ciottoli	47	Chiusa

## RISULTATI INDAGINI

I sondaggi appositamente eseguiti per questa fase di studio hanno in buona sostanza confermato, al di sotto dei 2-5.5 metri dal p.c., la presenza di ghiaie poligeniche sabbiose, in prevalenza porfiriche, con ciottoli e blocchi. Le prove SPT eseguite evidenziano come lo stato di addensamento del materiale sia in genere elevato (altissima percentuale di rifiuti) e l'esperienza maturata negli anni nell'assistenza agli scavi in aree limitrofe, evidenzia come localmente sia possibile il rinvenimento di blocchi di dimensioni anche decisamente superiori a quelle massime evidenziate nelle stratigrafie dei sondaggi. Per quanto riguarda i primi 2-5.5 metri di sottosuolo è confermata la presenza discontinua di sabbie fini e limi sabbiosi talora sostituiti parzialmente o totalmente da riporti granulari, talora con resti antropici.

## 5. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Facendo riferimento allo stato limite di SLV ( per il quale considerando un  $C_u = 1$  si associa un tempo di ritorno di 475 anni) l'accelerazione massima attesa su suolo rigido, in condizioni di campo libero risulta essere pari a:



Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.550	0.156
Danno (SLD)	50	0.025	2.518	0.187
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.052	2.593	0.347
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.063	2.695	0.383
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

La risposta sismica locale, in accordo ai dettami del DM 17/1/2008, viene riferita alla scala dell'opera che verrà realizzata. Le condizioni geologiche sono tali da poter considerare un modello sismo-stratigrafico monodimensionale e un approccio di tipo semplificato, basato sulla classificazione del sottosuolo in funzione solo della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ).

#### CATEGORIA TOPOGRAFICA: T1

**Tab. 3.2.III –** *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le susposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

#### CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: B

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II. Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato 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. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

B	<i>stenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>

## STABILITÀ DEI PENDII E FONDAZIONI

## PARATIE

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondaz...

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,54	1,36	1,33
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.006	0.012	0.015
kv	0.002	0.003	0.006	0.008
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.227	0.289	0.612	0.742
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

### Coefficienti sismici

Tipo: Paratie NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,54	1,36	1,33
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.032	0.039
kv	--	--	--	--
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.227	0.289	0.612	0.742
Beta	0.520	0.520	0.520	0.520

## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le verifiche alla liquefazione con riferimento al DM 17/1/2018 in condizioni sismiche, facendo riferimento alle accelerazioni sismiche previste per un'opera in classe II, con vita nominale della struttura pari a 50 anni per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita. La verifica a liquefazione, secondo il DM 17/1/2018 può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g per un  $T_r$  atteso pari a 475 anni;

2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1 (Fig. 4.5.9) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1 (Fig. 4.5.10) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

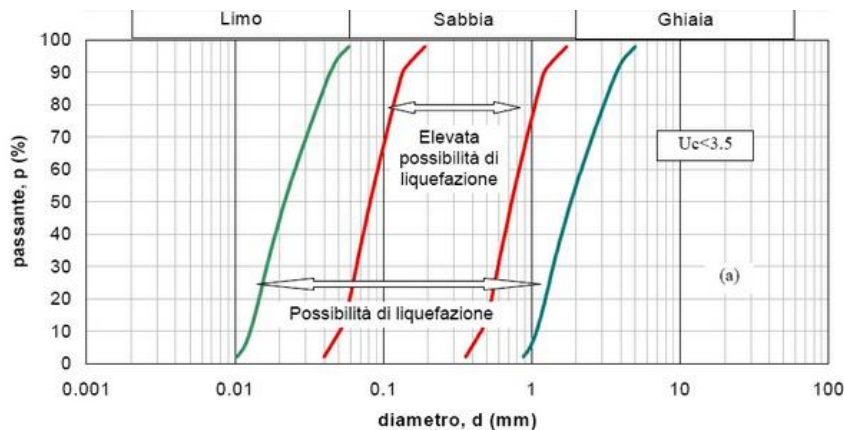


Figura 4.5.9 - Fasce granulometriche critiche  $U_c < 3,5$

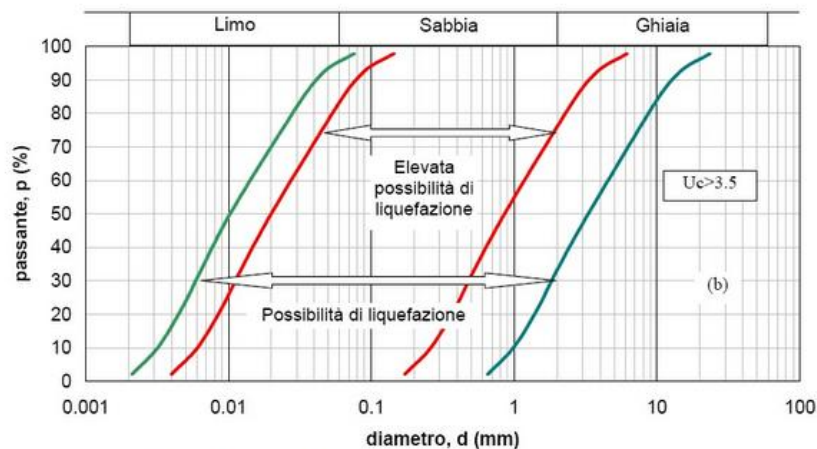


Figura 4.5.10 - Fasce granulometriche critiche  $U_c > 3,5$

**CONDIZIONI PER L'ESCLUSIONE DELLA VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE**

OPERA	$a_g \times S_{Sx} \times S_T > 0.1 g$ (Tr 475 anni)	Soggiacenza falda $s < 15 m$	$(N_1)_{60} < 30$	Fuso granulometrico	Possibilità Liquefazione
Tunnel ed opere viarie	Si	No	Si	Non definito	No

Come si vede per le opere sussistono i requisiti per l'esclusione della verifica alla liquefazione con particolare riferimento alle condizioni 1 e 3.

## 6. PARAMETRAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 PREMESSE

I parametri di resistenza di picco  $\phi'$  delle unità A2/R<sup>1</sup> e A1 (interessate dalle opere in progetto) trattandosi di materiali a comportamento incoerente, sono stati ricavati dalle correlazioni da prove SPT, mediante analisi statistica dei dati rilevati considerando, con approccio geotecnico cautelativo, caratteristici i valori prossimi al quinto percentile della popolazione (azioni non compensate nel modello geotecnico). Avendo rilevato statisticamente un numero molto rilevante di prove SPT andate a rifiuto (secondo ASTM D1586-84), queste sono state comunque elaborate assumendo valori cautelativi compresi tra 53-58 colpi/piede.

I parametri di deformabilità, sempre con riferimento alle prove SPT, sono invece assunti come valori medi caratteristici, a meno della deviazione standard. Per la stima dell'angolo di resistenza a taglio critico (a volume costante)  $\phi_{cv}$  si sono utilizzati dati delle prove di taglio diretto di laboratorio esistenti su campioni ricostruiti, tenendo in conto l'effetto di dilatanza (peraltro molto basso trattandosi appunto di campioni ricostruiti poco addensati).

### 6.2 INTERPRETAZIONE VALORI SPT

La prova SPT (standard penetration test) è codificata dalla norma A.S.T.M. Designation D 4633-86. Il valore della densità relativa è calcolato sulla base dei valori di  $N_{SPT}$  e della pressione geostatica verticale efficace  $\sigma'_{vo}$ . I valori di  $N_{SPT}$  per terreni sotto falda sono corretti mediante l'espressione  $N_{SPT} = 15 + 0.5(N_{SPT} - 15)$  (Terzaghi 1948).

#### Densità relativa DR

La densità relativa DR è determinata con le correlazioni proposte da: Gibbs e Holtz (Meyerhof  $\phi$  1957)  $N_{SPT} = [17 + 24(\sigma'_{vo}/p_a)]DR^2$

#### Angolo di attrito di picco

**De Mello** (1971): sulla base dei risultati di Gibbs e Holtz (1957), De Mello (1971) ha proposto una correlazione empirica del tipo  $\phi' = f(DR, \sigma'_{vo})$ , con le espressioni di approssimazione delle curve proposte da Schmertman (1975).

**Hatanaka e Uccida**: questa correlazione, piuttosto recente (1996), utilizza la seguente espressione  $\phi' = (20 \cdot N_{SPT})^{0.5} + 20$ , e risulta in buono accordo con i dati sperimentali ottenuti in terreni ghiaiosi con la prova LPT.

---

<sup>1</sup> I materiali dell'UNITA' A2 e dell'UNITA' R vengono cautelativamente considerati come unica unità geotecnica ai fini dell'attribuzione dei parametri di resistenza e deformabilità.



### Modulo di Young secante $E_{25}$

Per il modulo di Young sono proposte in letteratura numerose correlazioni; nelle elaborazioni effettuate ci si riferisce a quelle più comunemente usate che hanno un'espressione del tipo:  $E = S_1 \cdot N_{SPT} + S_2$ , utilizzando i parametri proposti da *D'Appolonia et Al.* (1970).

### Modulo di taglio iniziale $G_0$

Il modulo di taglio iniziale, relativo a livelli deformativi molto contenuti (inferiori a 0.001%) in corrispondenza dei quali il comportamento sforzi-deformazioni si mantiene lineare, risulta ben correlabile alla resistenza alla penetrazione NSPT. Tra le diverse correlazioni presenti in letteratura, quella di Ohta e Goto, risulta quella di maggior interesse perché tiene conto anche dell'età geologica del deposito, attraverso una relazione del tipo:

$$V_s = 69 N_{60}^{0.17} Z^{0.2} F_A F_G$$

dove:

$V_s$  = velocità di propagazione dell'onde di taglio [m/s]

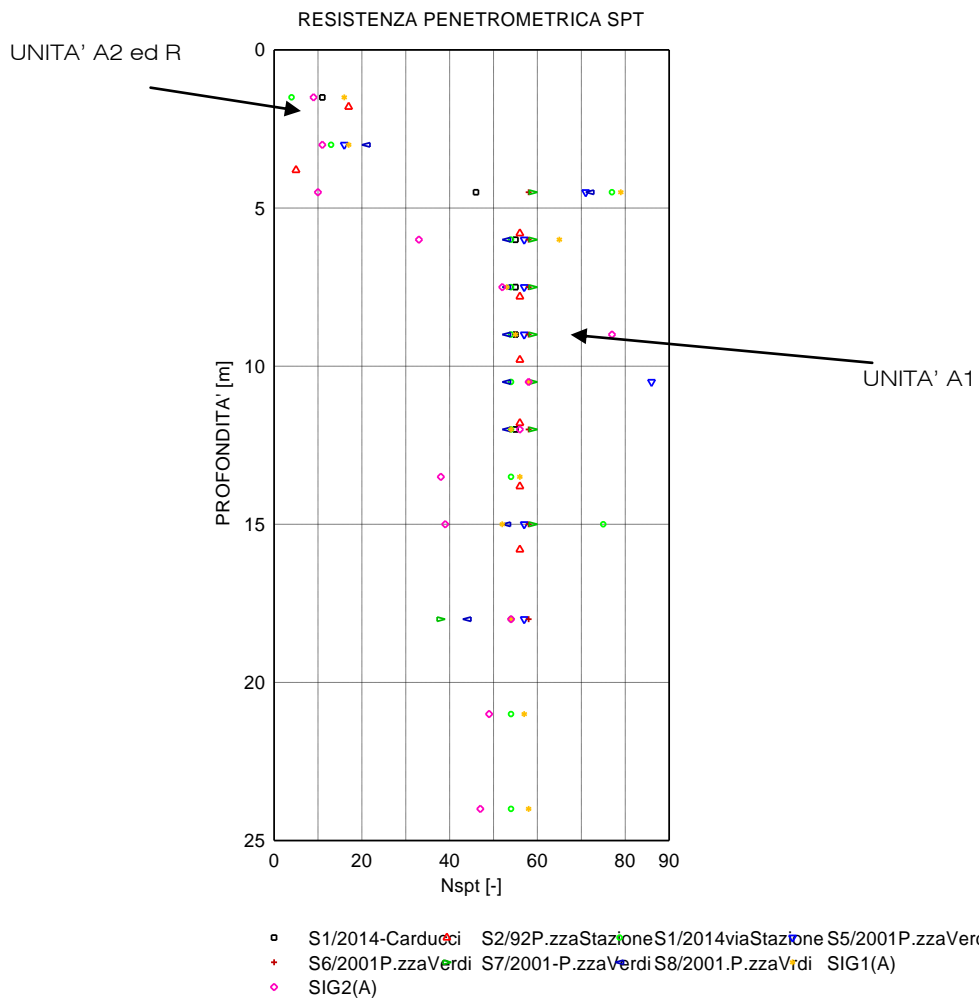
$Z$  = profondità in metri

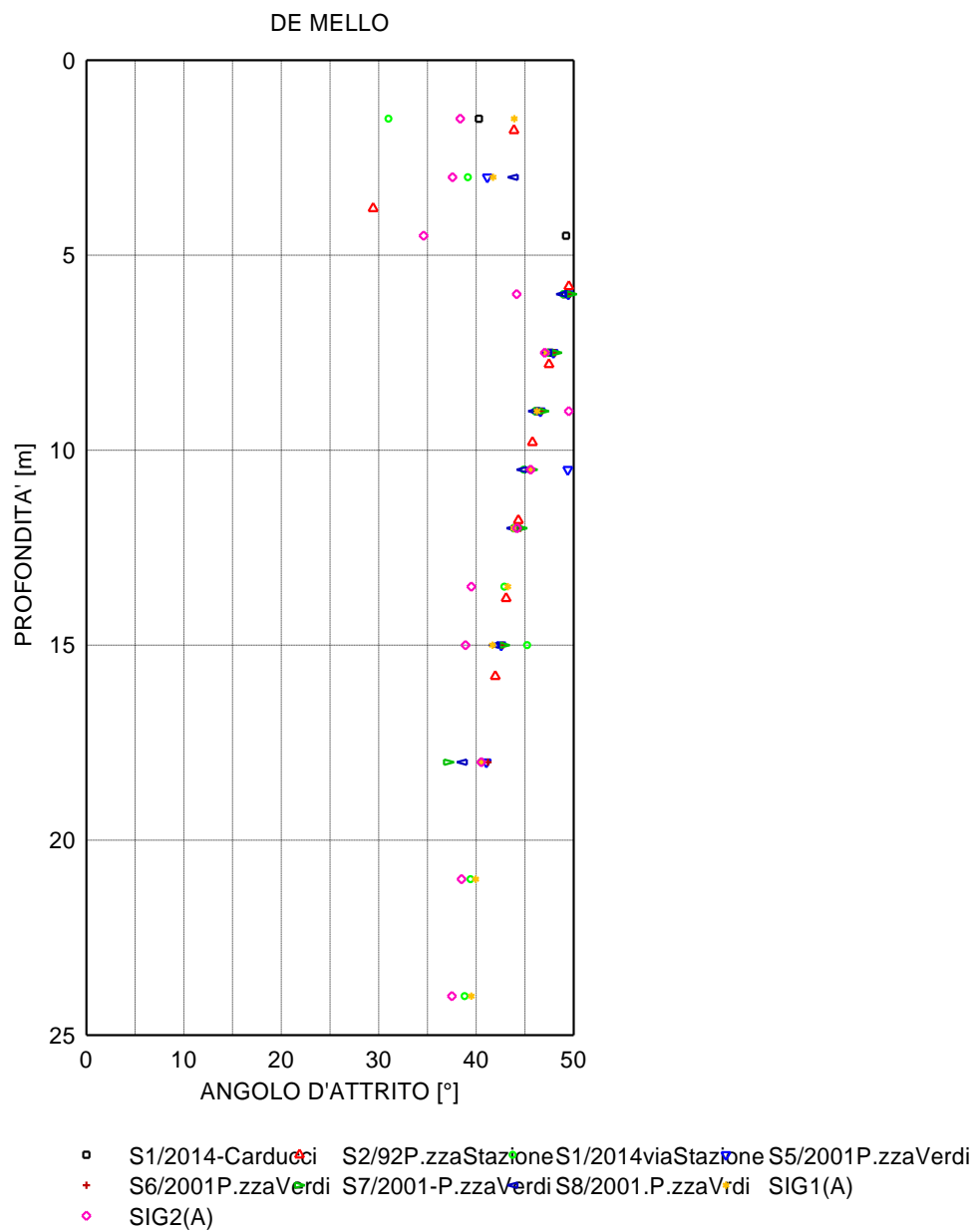
$F_A$  = fattore che tiene conto dell'età del deposito

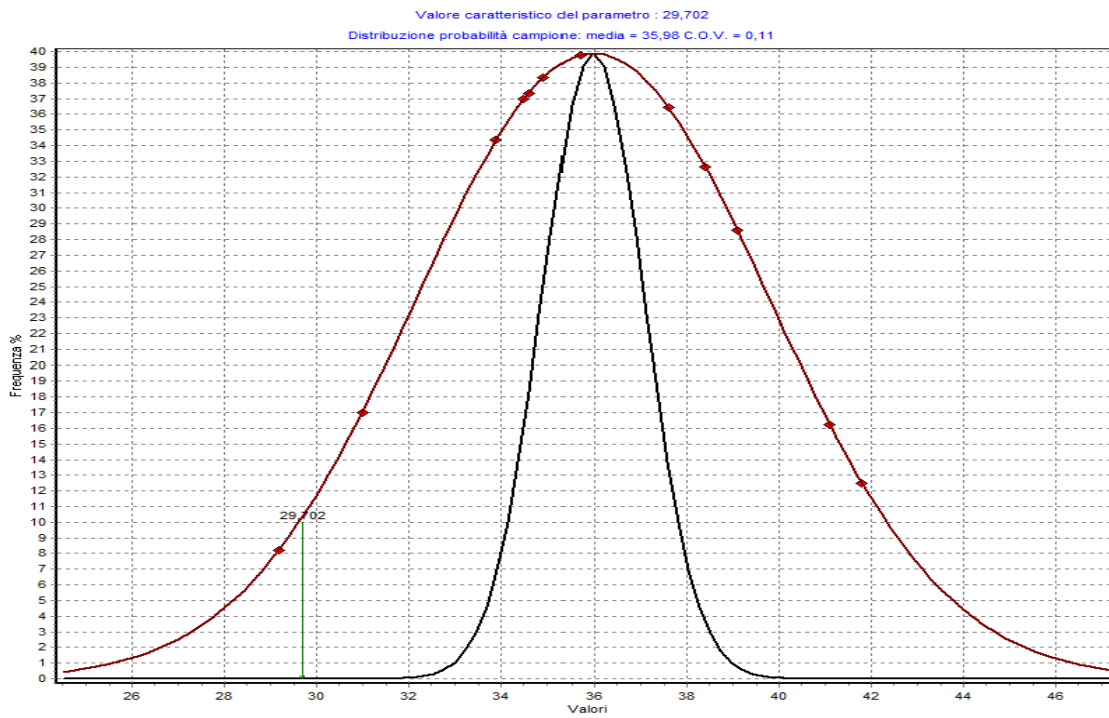
$F_G$  = fattore che tiene conto del tipo di terreno.

Il valore del modulo di taglio  $G_0$  si ricava, poi, dalla relazione:  $G_0 = \rho V_s^2$

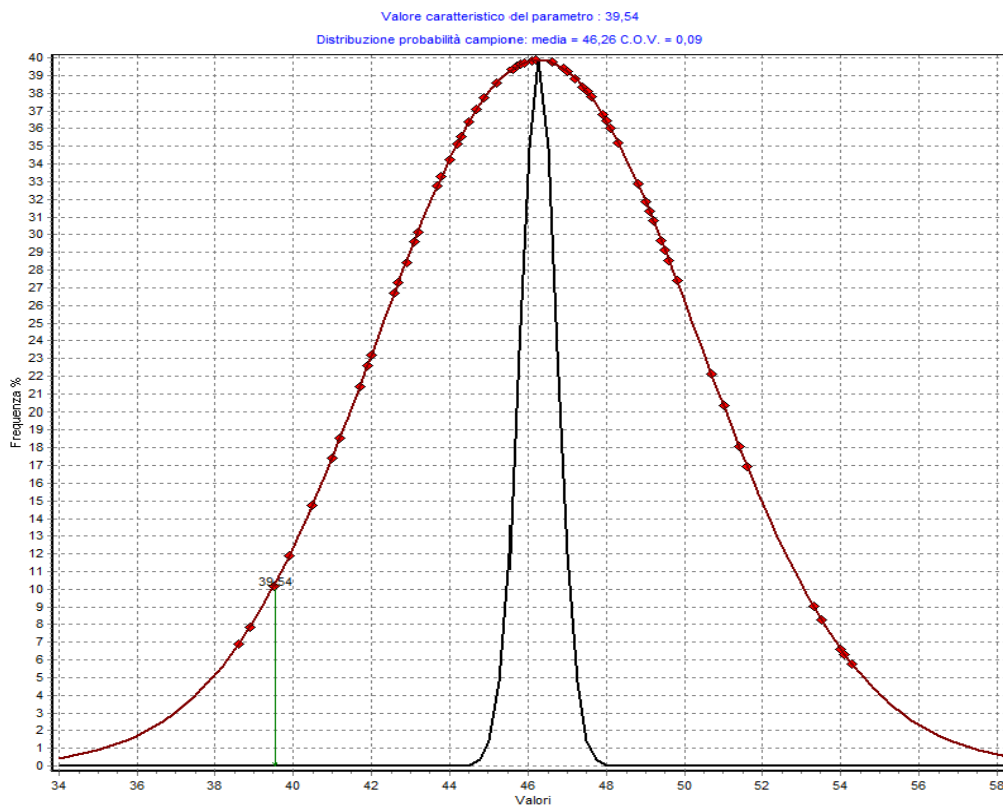
Nelle pagine seguenti sono riportati i diagrammi interpretati delle prove SPT.



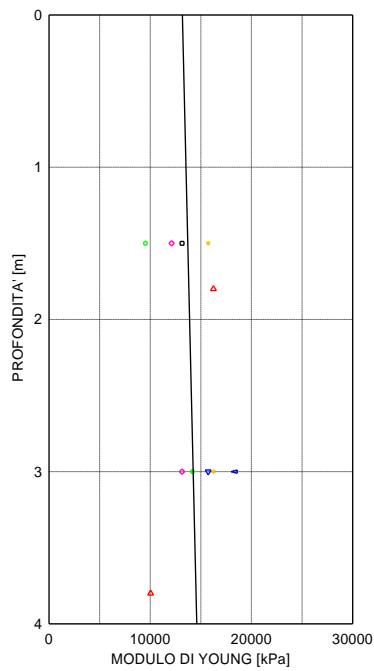




*Unità A2/R angolo di resistenza al taglio picco 29,7°  
quinto percentile della distribuzione della popolazione*



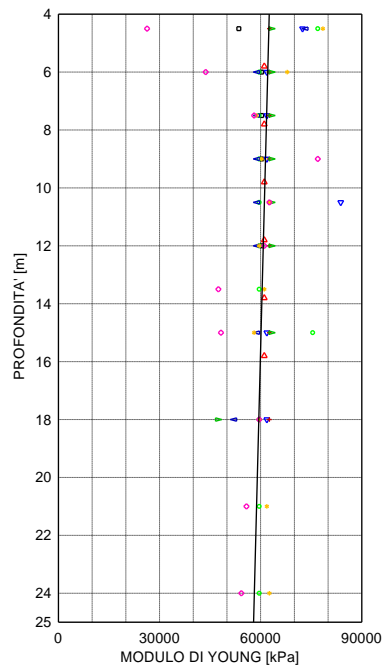
*Unità A1 angolo di resistenza al taglio picco 39,5°  
quinto percentile della distribuzione della popolazione*



**LEGENDA:**

- S1/2014-Carducci S2/92P.zzaStazioneS1/2014viaStazione S5/2001P.zzaVerdi
- S6/2001P.zzaVerdi S7/2001-P.zzaVerdi S8/2001.P.zzaVrdi SIG1(A)
- SIG2(A)

Grandezze statistiche relative ai dati compresi nell'intervallo  $z = 0 \text{ m} - z = 4 \text{ m}$   
 Valore medio = 14040.0[kPa] Deviazione standard = 2618.5 [kPa]  
 Retta interpolatrice:  $Dr = 355.2299 z + 13180.9896$

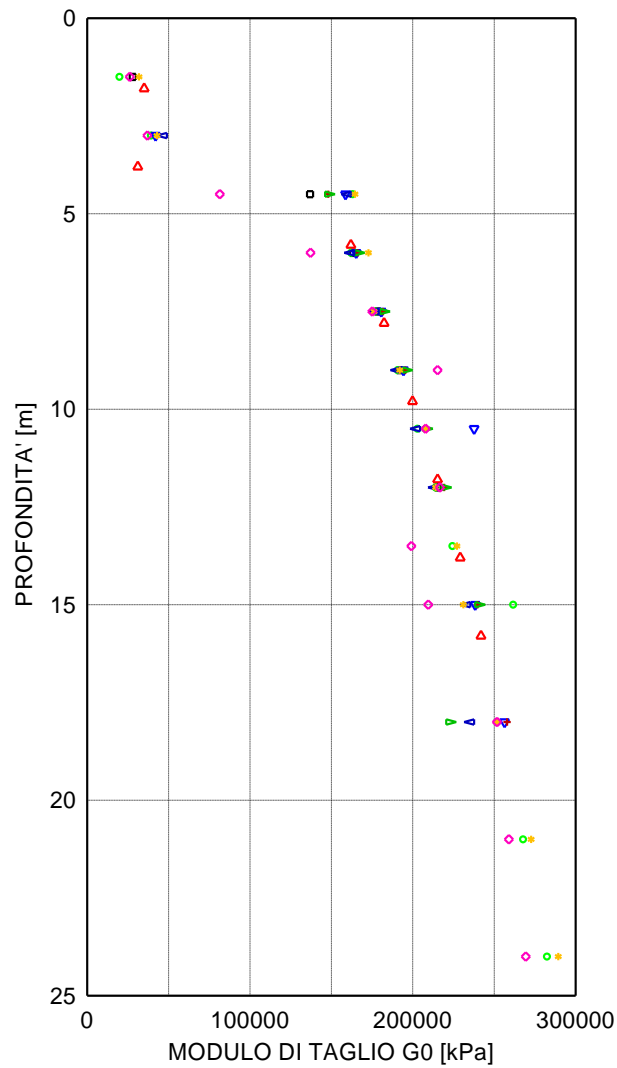


**LEGENDA:**

- S1/2014-Carducci S2/92P.zzaStazioneS1/2014viaStazione S5/2001P.zzaVerdi
- S6/2001P.zzaVerdi S7/2001-P.zzaVerdi S8/2001.P.zzaVrdi SIG1(A)
- SIG2(A)

Grandezze statistiche relative ai dati compresi nell'intervallo  $z = 4 \text{ m} - z = 25 \text{ m}$   
 Valore medio = 60934.8[kPa] Deviazione standard = 7533.7 [kPa]  
 Retta interpolatrice:  $Dr = -221.1132 z + 63425.4189$

OHTA e GOTO - Ter. Inc.



- LEGENDA:**
- S1/2014-Carducci S2/92P.zzaStazione S1/2014viaStazione S5/2001P.zzaVerdi
  - + S6/2001P.zzaVerdi S7/2001-P.zzaVerdi S8/2001.P.zzaVerdi SIG1(A)
  - ◇ SIG2(A)

## 7. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

### 7.1 UNITA' GEOTECNICHE OMOGENEE

Sulla base delle elaborazioni riportate al capitolo 6 e con riferimento all'assetto litostratigrafico descritto al capitolo 5 della relazione geologica e richiamato al capitolo 4, si riporta il quadro di sintesi del modello geotecnico di riferimento ricavato per l'area sulla base delle indagini puntuali indicate al capitolo 2. Le unità omogenee così come individuate su base stratigrafica assumono rilevanza anche per la modellazione geotecnica, assimilando per caratteristiche fisico meccaniche i riporti (UNITA' R) con i depositi dell'UNITA' A2 (Tavola 1).

Questi pertanto i parametri attribuiti alle UNITA' caratteristiche individuate:

**UNITA' R - MATERIALI DI RIPORTO:** *formati in prevalenza da materiale granulare ghiaioso sabbioso, a tratti a matrice sabbioso limosa, localmente misto a materiali antropici.*

**UNITA' A2 - DEPOSITI ALLUVIONALI DI INTERCANALE:** *sabbie fini e limi finemente sabbiosi a tratti debolmente ghiaiosi.*

*Spessore medio di riferimento per quote del p.c. superiori a 266.0 m slm 2.0 m. Spessore di riferimento medio per quote del p.c. superiori inferiori a 266.0 m slm 4.0 m.*

peso di volume	$\gamma$	= 18.5÷19.0 kN/m <sup>3</sup>
angolo di resistenza al taglio di picco	$\phi'$	= 29°÷31°
coesione efficace	$C'$	= 0
angolo di resistenza al taglio critico	$\phi_{cv}$	= 28°
modulo di Young secante	$E_{25}$	= 10 MPa
Modulo di taglio iniziale	$G_0$	= 25÷40 MPa (deformazioni 10 <sup>-4</sup> )

**UNITA' A1 - DEPOSITI ALLUVIONALI GROSSOLANI DI CONOIDE:** *ghiaia poligenica, prevalentemente porfirica, da subarrotondata ad arrotondata, in matrice sabbiosa localmente debolmente limosa, con presenza di ciottoli e blocchi (dimensioni massime da sondaggio 30÷40 cm). Il contenuto in ghiaia supera generalmente il 50% in peso, e si attesta mediamente su valori compresi tra il 60÷70%; la sabbia è presente in percentuali mediamente comprese tra il 20÷30%, il limo tra 0÷10%.*

peso di volume	$\gamma$	= 19.5÷20.0 kN/m <sup>3</sup>
angolo di resistenza al taglio di picco	$\phi'$	= 39°÷41°
coesione efficace	$C'$	= 0
angolo di resistenza al taglio critico	$\phi_{cv}$	= 36°
modulo di Young secante	$E_{25}$	= 55 MPa
Modulo di taglio iniziale	$G_0$	= 150÷200 MPa (deformazioni 10 <sup>-4</sup> )



## 7.2 REGIME DELLE PRESSIONI NEUTRE

Le osservazioni specifiche sulle possibili interferenze delle opere in progetto con la falda di fondo valle sono contenute al capitoli 5.0 e 8.2 della relazione geologica . In Tavola 1 è riportato il livello di falda lungo il tracciato di sviluppo delle opere in progetto, sia con riferimento a valori di escursione media più frequente che come livello massimo calcolato con i tempi di ritorno indicati in relazione geologica, nella quale si evidenzia l'assenza di interferenze anche su periodi temporali significativi per la vita utile della struttura in progetto.

## 8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE A LIVELLO DI PROGETTO ESECUTIVO

### 8.1 PREMESSE

Nei capitoli che seguono, in relazione allo sviluppo delle opere di progetto, vengono analizzati i seguenti aspetti geotecnici rilevanti:

- Le modalità di realizzazione degli scavi in generale.
- Sviluppo dell'interramento del tunnel stradale sotterraneo lungo l'attuale via Alto Adige: interferenze, condizioni fondazionali, modalità di realizzazione degli scavi.

### 8.2 MODALITA' ESECUTIVE DEGLI SCAVI

La realizzazione delle opere in progetto prevede l'esecuzione di scavi, che dal punto di vista del contesto geotecnico realizzativo e delle previste geometrie, possono essere distinti in due principali categorie:

- A) Scavi semplici, sviluppati quasi completamente entro il materiale alluvionale grossolano (UNITA' A) senza particolare problematiche al contorno, in condizioni assimilabili ad estradosso subpianeggiante.
- B) Scavi che richiedono valutazioni più specifiche, in condizioni al contorno rilevanti, che richiedono l'adozione di opere provvisorie di contenimento.

Nel presente capitolo vengono fornite le prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli scavi del tipo A), rimandando ai specifici capitoli e documenti di approfondimento le valutazioni relative agli scavi riconducibili al tipo B).

### Scavi di tipo A:

I materiali interessati dagli scavi più significativi sono essenzialmente riconducibili all'UNITA' A1; si considerano quindi parametri di resistenza medi comuni, da utilizzare ai fini delle verifiche di stabilità dei fronti scavo nel breve termine, come di seguito:

peso di volume naturale medio  $\gamma = 19.5 \text{ KN/m}^3$

angolo di resistenza al taglio medio  $\phi' = 39^\circ$

Nel breve termine è possibile considerare un contributo della coesione apparente<sup>2</sup> presente nel materiale in condizioni naturali, stimata in un minimo di 6÷7 kPa mediante *back analysis* su fronti scavo aperti nell'area entro tali materiali. Le verifiche di seguito riportate sono eseguite utilizzando i diagrammi di *Hoeck e Bray* schema n°1 (Figura 1 - assenza di filtrazione sul fronte scavo), specifici per valutazioni di stabilità di fronti scavo, con estradosso subpianeggiante. Secondo il D.M. 17 gennaio 2018 (capitolo 6.) deve essere rispettata la condizione:  $E_d \leq R_d$ , con:

$E_d$  = valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni.

$R_d$  = valore di progetto della resistenza del terreno.

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1- Combinazione 2:  
(A2+M2+R2)

La normativa prevede che al peso dell'unità di volume della massa potenzialmente instabile vada applicato il coefficiente A2  $\gamma_{G1} = 1.0$ .

I parametri fisico meccanici vanno ridotti secondo la tabella di seguito riportata.

PARAMETRO	GRANDEZZA DA RIDURRE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\text{Tan } \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.25
<i>Peso di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0

Per le verifiche di sicurezza dei fronti scavo il coefficiente R2 =  $\gamma_R = 1.1$

Nell'abaco di *Hoeck e Bray* sono quindi introdotti i parametri fisico meccanici ridotti ed il coefficiente F assume il valore R2. I profili a breve termine, funzione dell'altezza di scavo, sono di seguito indicati:

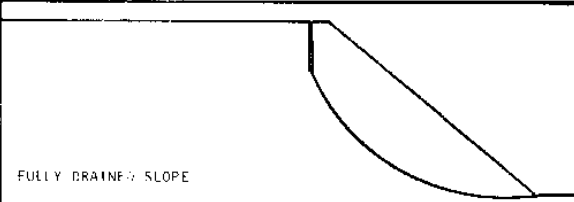
---

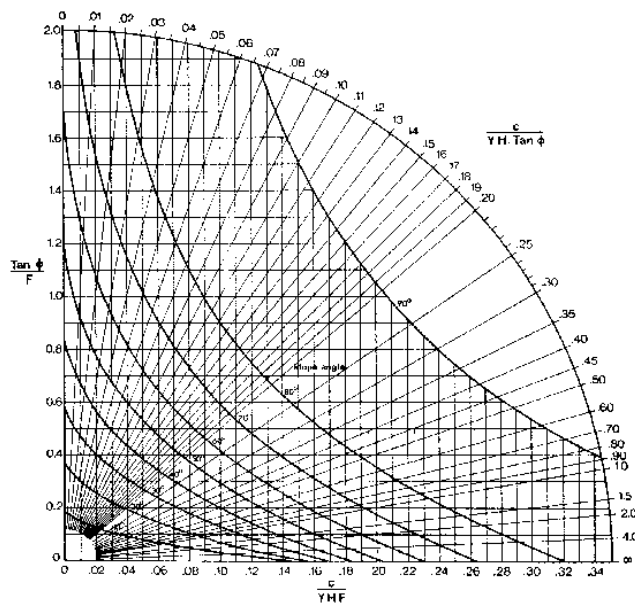
2 - Contributo legato al regime di pressioni neutre negative.

**Profili di scavo in condizioni asciutte o completamente drenate:**

per H fino a 4.0 m	$\beta = 60^\circ$
per $4.0 \leq H < 8.0$	$\beta = 50^\circ$
per $8.0 \leq H < 13.0$	$\beta = 43^\circ$

**DIAGRAMMA DI STABILITA' DI HOECK & BRAY**

GROUNDFWATER FLOW CONDITIONS	CHART NUMBER
 <p>FULLY DRAINED SLOPE</p>	1



**Figura 2** – Diagramma di stabilità di *Hoeck e Bray n. 1* – condizioni di scavo asciutto

Eventuali blocchi sporgenti sul fronte scavo andranno puntualmente rimossi prima di procedere al ribasso dello scavo stesso; i fronti aperti con altezza superiore ai 4.0 m andranno provvisoriamente protetti con teli di nylon. Nel caso di rinvenimento di eventuali venute idriche

localizzate sospese si valuteranno caso per caso le modalità di profilatura e sistemazione più opportune.

Le considerazioni riportate si riferiscono a terreni naturali non contaminati; nel caso in cui si dovessero rinvenire localmente terreni contaminati si dovranno concordare le modalità di scavo con le attività di bonifica.

### 8.3 INTERRAMENTO TUNNEL STRADALE

#### 8.3.1 Caratteristiche dell'intervento

La lunghezza del tratto di realizzazione del tunnel stradale è di circa 360 m, tutti realizzati in trincea, con ritombamento dello scavo, sino a risalire in *via Mayr* in direzione *Isarco*. Gli scavi, nei settori interrati, hanno altezza mediamente compresa tra i 9.3÷12.5 m ed in genere interesseranno per i primi metri l'UNITA' A2/R e per la restante profondità i depositi grossolani dell'UNITA' A1 con intercalazioni geotecnicamente non rilevanti di UNITA' A2. La quota del p.c. risulterà mediamente compresa tra i 263.6÷265.9 m slm mentre la quota di posa della fondazione dello scatolare interrato raggiungerà la quota minima di 251.7 m slm. Gli scavi, per le condizioni al contorno rilevate, avverranno in larga parte in presenza di opere di contenimento provvisoriale.

#### 8.3.2 Interferenze con la falda e condizioni di sottospinta idraulica

Le osservazioni specifiche sulle possibili interferenze delle opere in progetto con la falda di fondo valle sono contenute al capitolo 5. della relazione geologica . In Tavola 1 è riportato il livello di falda lungo il tracciato di sviluppo delle opere in progetto, sia con riferimento a valori di escursione media più frequenti che come livello massimo rilevato con riferimento alle serie storiche disponibili. **Sono escluse interferenze con la falda di saturazione di fondo valle ed in tal senso non si prevedono problematiche legate a fenomeni di sottospinta idraulica.** Sono quindi da prevedere esclusivamente infiltrazioni di acque meteoriche lungo i profili di ritombamento degli scavi a tergo delle opere e delle murature di contenimento laterale.

#### 8.3.3 Condizioni fondazionali

Entro il volume significativo di sottosuolo interessato dalla galleria artificiale si rileva la presenza di *depositi alluvionali grossolani* - UNITA' A1 (Tavola 1) di buone caratteristiche geotecniche, e non si ravvisano quindi problematiche particolari a livello fondazionale, anche in considerazione dello scarico litostatico che si dovrà eseguire per l'inserimento dell'opera (mediamente stimabile nell'ordine dei 150 KPa). Si ravvisa solamente, in corrispondenza di

S1G2A e di S7, la presenza a fondo scavo del livello sabbioso-fine limoso (Unità A2) della potenza di circa 80 cm -1.00 metro, di cui si dovrà tener conto nelle verifiche statiche.

I cedimenti conseguenti saranno perciò prevalentemente di ricompressione in presenza di moduli di deformazione elevati e quindi di entità trascurabile. Data la natura granulare grossolana drenante dei terreni di sedime, non saranno da attendersi cedimenti per consolidazione, differiti nel tempo, e in ogni caso cedimenti viscosi non rilevanti.

In considerazione dell'accertata assenza d'interferenza tra falda e struttura non si rende necessaria la verifica della struttura al sollevamento/sifonamento ai sensi della normativa vigente (D.M. 17/1/2018). Le verifiche geotecniche/strutturali fondazionali e le prescrizioni per la realizzazione dei piani viari sono contenute nelle relazioni di calcolo strutturale allegate al progetto alle quali si rimanda.

#### 8.3.4 Modalità di realizzazione degli scavi

Gli scavi per l'interramento della linea del tunnel stradale interesseranno i depositi alluvionali grossolani dell'UNITA' A1 (Tavola 1) e superficialmente, nei primi 2÷5 m coltri riconducibili all'UNITA' A2 sabbioso limosa e/o materiale di riporto o rimaneggiato granulare (UNITA' R).

In linea generale gli scavi avverranno in presenza di opere provvisorie di contenimento, realizzate su entrambi i lati di sviluppo del tunnel/scatolare interrato, con paratie di contenimento del terreno

## 9. PIANO DI MONITORAGGIO IN FASE DI SCAVO DEL TUNNEL

Per la fase di scavo e per un periodo di osservazione precedente all'inizio dei lavori verrà allestito un sistema di monitoraggio, sulla base di uno specifico progetto. Il monitoraggio delle opere geotecniche è richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale n. 8 del 17/01/2018 (*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*). In particolar modo per quanto attiene alla progettazione geotecnica in termini generali, nel paragrafo 6.2 "Articolazione del progetto" si afferma che: "il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici deve articolarsi nelle seguenti fasi: [...] 6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio". In particolare con riferimento al cap. 6.8.5 (Controlli e monitoraggi) le NTC prevedono " ... Con il monitoraggio si deve accertare che i valori delle grandezze misurate, quali ad esempio spostamenti e pressioni interstiziali, siano compatibili con i requisiti di sicurezza e funzionalità del manufatto e di quelli delle costruzioni contigue".

I lavori per la realizzazione del tunnel e delle opere viarie prevedono la realizzazione di scavi profondi e di importanti opere geotecniche di contenimento; in particolare nella fase di

esecuzione delle opere geotecniche e durante lo svolgimento delle operazioni di scavo e di demolizione delle opere esistenti, sino al completamento delle strutture fuori terra, si indurranno inevitabilmente modifiche ed effetti di disturbo al contorno, la cui entità e raggio di influenza dipenderà, oltre che dalle caratteristiche intrinseche degli interventi, dalle caratteristiche fisico meccaniche ed idrogeologiche del mezzo scavato, dalle condizioni tensio-deformative originarie e dalla posizione e caratteristiche degli obiettivi sensibili.

Per definire correttamente gli obiettivi del monitoraggio ed i parametri da tenere sotto controllo occorre analizzare il contesto in cui si opera ed in particolare considerare i seguenti aspetti:

- Verificare nel dettaglio lo stato di fatto delle opere al contorno ritenute significative, nelle condizioni precedenti i potenziali effetti perturbatori ed in concomitanza alle fasi preparatorie del cantiere per “*fotografare*” la situazione ante lavori (stato di consistenza).
- Analizzare la variabilità intrinseca dei parametri da monitorare e valutare l’entità dei “*rumori di fondo*”, consentendo di definire il piano operativo dei controlli e le procedure di gestione delle misure.
- Valutare gli effetti dinamici prodotti dalla realizzazione delle opere di consolidamento degli scavi (demolizioni, esecuzione dei diaframmi, pali, consolidamenti, traffico pesante), mediante il controllo delle vibrazioni indotte direttamente nelle strutture adiacenti lo scavo.
- Misurare le deformazioni e spostamenti delle opere di contenimento degli scavi, e controllare le deformazioni nel sottosuolo, in superficie e negli edifici al contorno entro l’area di influenza degli scavi.

In relazione al contesto idrogeologico locale non risultano invece rilevanti i controlli sul regime delle pressioni neutre collegate al sistema di circolazione idrica sotterranea individuato.

## 10. CONCLUSIONI

In base alle indagini di campagna eseguite ed alle verifiche effettuate è stato riconosciuto che l'area individuata può essere considerata idonea dal punto di vista geotecnico alla realizzazione dell'opera in progetto, osservando le indicazioni e le prescrizioni riportate nel presente elaborato.

*Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare. La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno è integrata dalle diverse relazioni di calcolo allegate al progetto per tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.3. delle NTC.*

Bolzano, novembre 2018

### ALLEGATI:

- Tavola B7.02.2
- Allegato indagini



Allegato indagini

Anhang Bodenuntersuchungen

Auftraggeber – Projekt

Committente - Progetto

## WALTHERPARK Spa

Gegenstand

Oggetto

**UMWELTGEOLOGISCHE BOHRUNGEN**

**SONDAGGI GEOAMBIENTALI**

Ortschaft

Località

**BOZEN – VIA ALTO ADIGE (BZ)**

**BOLZANO – VIA ALTO ADIGE (BZ)**

Datum

Data

**BOZEN, SEPTEMBER 2018**

**BOLZANO, SETTEMBRE 2018**

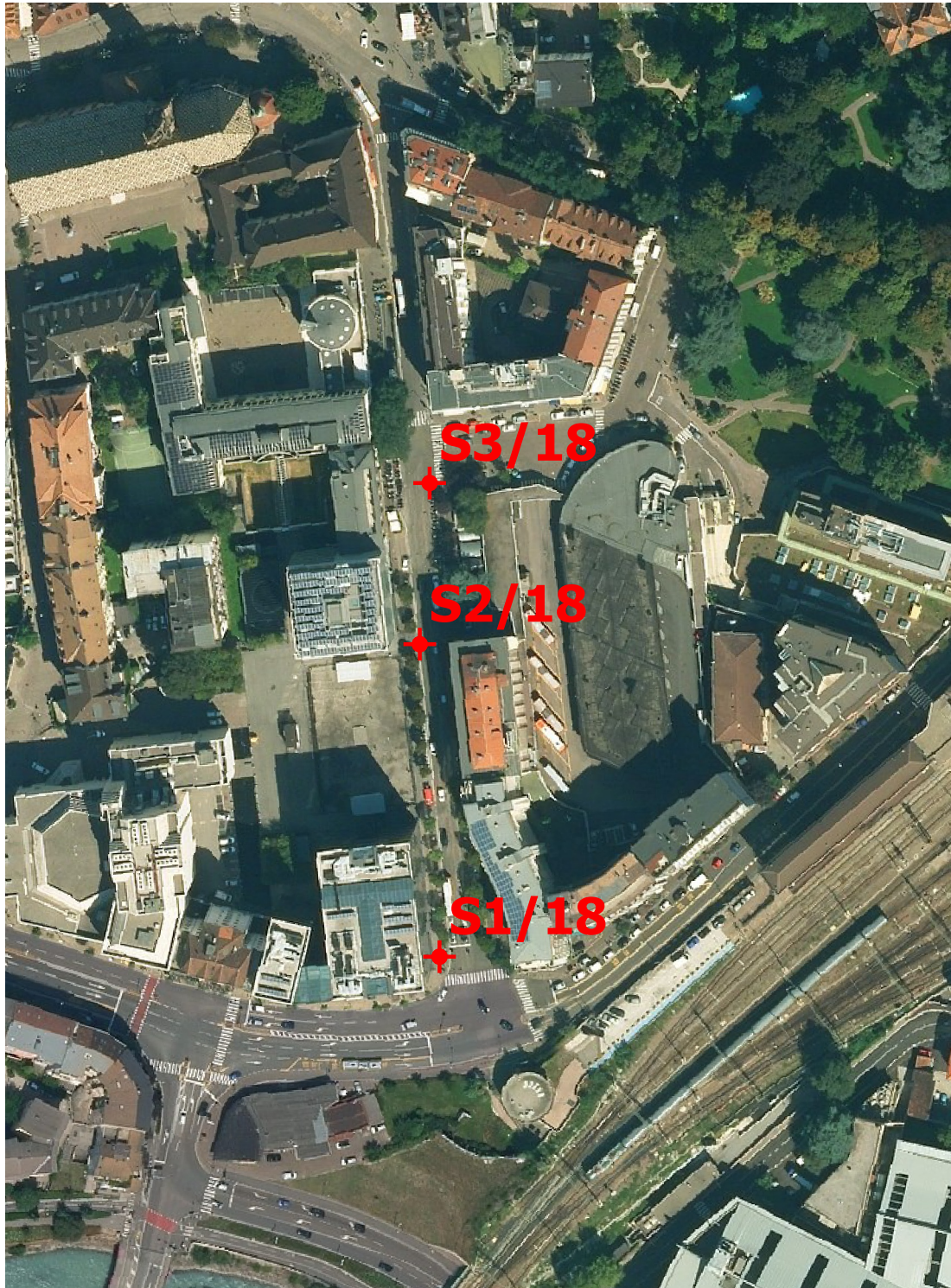
Anhang

Allegato

1. Lageplan der Bohrungen
2. Stratigrafie
3. Bohrkernfotos

1. Planimetria con ubicazione sondaggi
2. Stratigrafia
3. Foto cassette catalogatrici





N  
M 1:2.000

Bozen - Bolzano

20 0 20 40 60 80 100 m



**MONOGRAFIA - MONOGRAFIE**

LOCALITA' - ORTSCHAFT: Bolzano - Via Alto Adige

SONDAGGIO - BOHRUNG: S1/18



SONDAGGIO - BOHRUNG: S3/18



SONDAGGIO - BOHRUNG: S2/18



- **Stratigrafie**

- **Stratigrafia**



SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

AUFTRAGGEBER: WALTHERPARK AG

PROJEKT: GEOLOGISCHE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN

ORT: BOZEN (BZ)

DURCHFÜHRUNGSDATUM: VON 17.09 BIS 17.09.18

BOHRUNG Nr. S1/18

X=OST= 680723

Y=NORD= 5151771

Z=m ü. M.= ---

MAßSTAB 1:50

Seite 1

SUPERVISOR: DR. S. VALLE

BOHRGERÄTFÜHRER: HR. B. BIQMETI

BOHRGERÄT: NENZI GELMA 1

Kernrohr	Vermantelung	Mächtigkeit [m]	Tiefe [m]	Symbol	LITHOLOGISCHE BESCHREIBUNG	Kernmarschstrecke m	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	IN SITU VERSUCHE						BEMERKUNGEN				
										Standard Penetration Test							Wasserspiegel [m]	Ausbau		
										Tiefe	Anzahl Schläge			NS.P.T.	Art der Spitze				Probeentahme	Bohrlochversuche
											0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm							
Einfachkernrohr ø 131 mm ø 152 mm		8.00	1		Sand und Kies, steinig; braun; (Aufschüttung); teils Bruchstücke aus Ziegelstein	100										Koordinatensystem UTM WGS 84. Baggerschurf bis 1,50m Tiefe ausgeführt				
			1.50																	
			2			100														
			3			3.00														
			4		4.00	100														
			5		Sand mit Kies, polymikt, steinig; grau m 6.00 - 6.10: Eisen, Nylon	4.50														
			6			100														
			7			6.00														
			8			100														
			9			7.50														
			10			100														
			11			9.00														
12	10.50																			
12.00	12.00	8.00	12		Endeteufe m 12.00	12.00														
			13																	
			14																	
			15																	

ORDINE DEI GEOLOGI  
 GEOSSENKAMMER  
 TRENTO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL  
 DOT. GEOL.  
 N. 227 STEFANO VALLE





SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

AUFTRAGGEBER: WALTHERPARK AG

PROJEKT: GEOLOGISCHE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN

ORT: BOZEN (BZ)

DURCHFÜHRUNGSDATUM: VON 19.09 BIS 19.09.18

BOHRUNG Nr. S2/18

X=OST= 680717

Y=NORD= 5151866

Z=m ü. M.= ---

MAßSTAB 1:50

Seite 1


SUPERVISOR: DR. S. VALLE

BOHRGERÄTFÜHRER: HR. B. BIQUETI

BOHRGERÄT: NENZI GELMA 1

Kernrohr	Vermantelung	Mächtigkeit [m]	Tiefe [m]	Symbol	LITHOLOGISCHE BESCHREIBUNG	Kernmarschstrecke m	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	IN SITU VERSUCHE					BEMERKUNGEN							
										Standard Penetration Test			NS.P.T.	Art der Spitze		Probeentahme	Bohrlochversuche	Wasserspiegel [m]	Ausbau			
										Tiefe	Anzahl Schläge											
										0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm										
Einfachkernrohr ø 131 mm ø 152 mm			1		Sand mit Kies, polymikt, steinig; braun; vereinzelt Bruchstücke aus Ziegelstein (Aufschüttung)	0												Koordinatensystem UTM WGS 84. Baggerschurf bis 1,50m Tiefe ausgeführt				
			1.50																			
			2																			
			3																			
			4		4.20	4.20	Sand mit Kies, polymikt, steinig; grau m 9.00 - 9.80 Sand, kiesig; grau m 9.80 - 10.00 Block	4.50														
			5					6.00														
			6					7.50														
			7					9.00														
			8					10.50														
			9					12.00														
			10																			
			11																			
12		7.80	12.00																			
			13		Endteufe m 12.00																	
			14																			
			15																			

ORDINE DEI GEOLOGI  
GEOLOGENKAMMER  
TRENTO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL  
N. 227  
STEFANO VALLE







SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

COMMITTENTE: WALTHERPARK Spa

PROGETTO: INDAGINE GEOAMBIENTALE

LOCALITA': BOLZANO (BZ)

DATA ESECUZIONE: DAL 17.09 AL 17.09.18

SONDAGGIO Nr. S1/18

X=EST= 680723

Y=NORD= 5151771

Z=m.s.l.m.= ---

SCALA 1:50

Foglio 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE: SIG. B. BIQUETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1

Tipo di carotiere	Rivestimento	Spessore strato [m]	Profondita' m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Lunghezza manovra m	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	PROVE IN SITU					NOTE ED OSSERVAZIONI			
										Standard Penetration Test						Quota falda [m]	Attrezzaggio	
										Profondita'	Nr. Colpi			Tipo di punta				Campioni
0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm																
Carotiere semplice ø 131 mm ø 152 mm		4.00	1		Sabbia marrone e ghiaia con ciottoli. Presenza di singoli frammenti di laterizi. (Riporto)	1.00										Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84.  Esecuzione di un pre-scavo fino ad una profondità di 1.50 m.		
			1.50															
			2.00															
			3.00															
			4.00					Sabbia grigia con ghiaia poligenica e ciottoli. m 6.00 - 6.10 ferro e plastica	4.00									
			4.50															
			5.00															
			6.00															
			7.00															
			7.50															
			8.00															
			9.00															
10.00																		
10.50																		
11.00																		
12.00																		
					F.F. m 12.00													

ORDINE DEI GEOLOGI  
 GEOTECNIKAMMER  
 TRENTO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL  
 DO.IT. GEOL.  
 N. 227 STEFANO VALLE



SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

COMMITTENTE: WALTHERPARK Spa

PROGETTO: INDAGINE GEOAMBIENTALE

LOCALITA': BOLZANO (BZ)

DATA ESECUZIONE: DAL 19.09 AL 19.09.18

SONDAGGIO Nr. S2/18

X=EST= 680717

Y=NORD= 5151866

Z=m.s.l.m.= ---

SCALA 1:50

Foglio 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE: SIG. B. BIQUETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1

Tipo di carotiere	Rivestimento	Spessore strato [m]	Profondita' m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Lunghezza manovra m	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	PROVE IN SITU						NOTE ED OSSERVAZIONI			
										Standard Penetration Test			Tipo di punta	Campioni	Prove in foro		Quota falda [m]	Attrezzaggio	
										Profondita'	Nr. Colpi								
										0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	NS.P.T.						
Carotiere semplice ø 131 mm ø 152 mm				1	Sabbia marrone con ghiaia poligenica e ciottoli porfirici. Presenza di singoli frammenti di laterizi. (Riporto)	1.00												Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84.  Esecuzione di un pre-scavo fino ad una profondità di 1.50 m.	
				2		1.50													
				3		100													
				4		3.00													
			4.20	4.20	5	Sabbia grigia con ghiaia poligenica e ciottoli. m 9.00 - 9.80 sabbia grigia ghiaiosa. m 9.80 - 10.00 blocco	100												
				6		4.50													
				7		100													
				8		6.00													
				9		100													
				10		7.50													
				11		100													
				12		9.00													
		7.80	12		10.50														
					F.F. m 12.00	12.00													
			13																
			14																
			15																

ORDINE DEI GEOLOGI  
 GEOTECHNICI  
 TRENINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL  
 DOTT. GEOL.  
 N. 227 STEFANO VALLE



SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

COMMITTENTE: WALTHERPARK Spa

PROGETTO: INDAGINE GEOAMBIENTALE

LOCALITA': BOLZANO (BZ)

DATA ESECUZIONE: DAL 18.09 AL 18.09.18

SONDAGGIO Nr. S3/18

X=EST= 680720

Y=NORD= 5151915

Z=m.s.l.m.= ---

SCALA 1:50

Foglio 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE: SIG. B. BIQUETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1

Tipo di carotiere	Rivestimento	Spessore strato [m]	Profondita' m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Lunghezza manovra m	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	PROVE IN SITU						NOTE ED OSSERVAZIONI					
										Standard Penetration Test							Tipo di punta	Campioni	Prove in foro	Quota falda [m]	Attrezzaggio
										Profondita'	Nr. Colpi			NS.P.T.	Tipo di punta						
											0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm								
Carotiere semplice ø 131 mm ø 152 mm			1.90	1.90	Sabbia marrone con ghiaia poligenica e singoli ciottoli. (Riporto)	1.50											Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84.  Esecuzione di un pre-scavo fino ad una profondità di 1.50 m.				
			3.70	5.60	Sabbia marrone da debolmente limosa a limosa, ghiaiosa. (Riporto)	3.00															
			6.40	12.00	Sabbia grigia e ghiaia poligenica con ciottoli. m 9.30 - 9.40 e 9.90 - 10.00 blocchi	6.00															
						10.50															
						12.00		F.F. m 12.00													
						13															
						14															
						15															









Via Alto Adige - Bolzano - S1/18 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 3.00



Via Alto Adige - Bolzano - S1/18 - Box 2 - m 3.00 ÷ m 6.00





Via Alto Adige - Bolzano - S1/18 - Box 3 - m 6.00 ÷ m 9.00



Via Alto Adige - Bolzano - S1/18 - Box 4 - m 9.00 ÷ m 12.00





Via Alto Adige - Bolzano - S2/18 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 3.00



Via Alto Adige - Bolzano - S2/18 - Box 2 - m 3.00 ÷ m 6.00





Via Alto Adige - Bolzano - S2/18 - Box 3 - m 6.00 ÷ m 9.00



Via Alto Adige - Bolzano - S2/18 - Box 4 - m 9.00 ÷ m 12.00





Via Alto Adige - Bolzano - S3/18 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 3.00



Via Alto Adige - Bolzano - S3/18 - Box 2 - m 3.00 ÷ m 6.00





Via Alto Adige - Bolzano - S3/18 - Box 3 - m 6.00 ÷ m 9.00



Via Alto Adige - Bolzano - S3/18 - Box 4 - m 9.00 ÷ m 12.00



**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

*Con. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n. 0000151 del 19/04/2011 Settore C-Prove in situ su terreni (ai sensi dell'art. 59 del DPR n. 380/2001)*

REGIONE AUTONOMA TRENINO ALTO ADIGE  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
COMUNE DI BOLZANO

**INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITO A  
SUPPORTO DEL PROGETTO PER LA  
REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN" A BOLZANO (BZ).**

**COMMITTENTE:  
ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.**

**DATA:  
FEBBRAIO 2015**

**RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**



**Direttore del laboratorio:  
dott. geol. Dario GUBERTINI**





**REGIONE AUTONOMA TRENINO ALTO ADIGE  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
COMUNE DI BOLZANO**

**INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITO A  
SUPPORTO DEL PROGETTO PER LA  
REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN" A BOLZANO (BZ).**

**COMMITTENTE:  
ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.**

**DATA:  
FEBBRAIO 2015**

## **RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

---

### **1 Generalità**

---

Su incarico della ICM Italia General Contractor S.r.l., nel mese di febbraio 2015, la nostra Società ha eseguito una campagna di indagini geognostiche a mezzo sondaggi meccanici a carotaggio continuo e prove in sito a supporto del progetto per la realizzazione delle infrastrutture stradali sotterranee nell'ambito del nuovo "Kaufhaus Bozen" a Bolzano (BZ).

L'indagine è stata eseguita con la supervisione del dott. geol. Dario Gubertini e con l'assistenza in cantiere del dott. Giorgio Ianes.

Sede legale  
34147 Trieste, via dei Cosulich, 8  
tel. +39 040 827789, fax +39 040 830018  
www.imprefond.com  
e-mail: [imprefond@imprefond.com](mailto:imprefond@imprefond.com)

Filiale  
38010 Grumo S.Michele a A (Trento)  
via Tonale, 30  
tel. +39 0461 650277, fax +39 0461 662920  
e-mail: [imprefond-tn@imprefond.com](mailto:imprefond-tn@imprefond.com)

Imprefond srl - P.I. [IT] 00565000320, C.F. ed iscrizione al Registro Imprese di Trieste n. 00565000320, ANCE n. 8870607, cap. soc. € 90.000,00

---

**2 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

---

Nel complesso sono stati eseguiti:

<b>Sondaggio</b>	<b>Profondità</b>	<b>Prove S.P.T.</b>	<b>Piezometro</b>
	m.l.	n°	m.l.
SIG1(A)	25,00	13	25
SIG2(A)	25,00	13	25



Ubicazione del punto di indagine SIG1(A)-2015

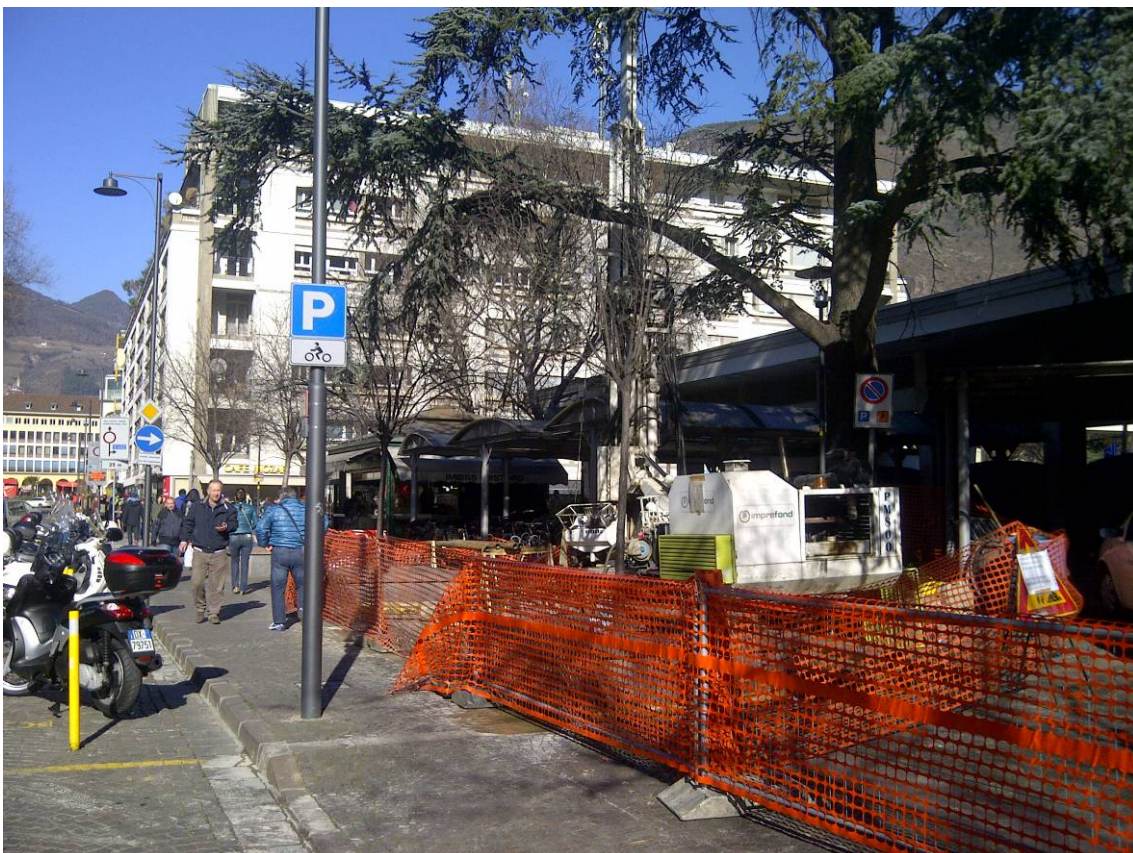


Ubicazione del punto di indagine SIG1(A)-2015





Ubicazione del punto di indagine SIG2(A)-2015



Ubicazione del punto di indagine SIG2(A)-2015

### 3 Modalità di esecuzione delle indagini e delle prove in situ

#### 3.1 Sondaggi geognostici

##### 3.1.1 Sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo

Un sondaggio a rotazione a carotaggio continuo viene eseguito per ottenere una esatta conoscenza delle formazioni o dei terreni indagati, grazie all'esame visivo delle carote estratte durante la perforazione.

In generale il sistema di perforazione comprende diversi elementi (Figura 1) integrati nelle batterie che sono:

- testa di rotazione;
- tubo carotiere;
- estrattore;
- manicotto porta-estrattore;
- corona tagliente.

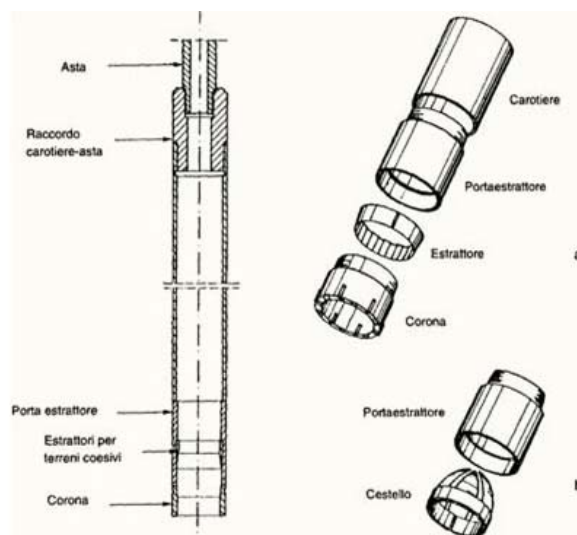


Figura 1 – Sistema di perforazione con aste e carotiere e sulla destra set per la prevenzione della perdita di una carota

La testa di rotazione costituisce il pezzo di unione tra il carotiere, in cui si raccoglie la carota che si estrae durante la perforazione, e la batteria di aste a cui si trasmette il movimento di rotazione e la spinta esercitata dalla macchina perforatrice. Il manicotto portaestrattore contiene una molla denominata estrattore che serve a tagliare la carota quando viene estratta, impedendo così che la stessa fuoriesca durante la manovra.

La corona rappresenta l'elemento perforante che si utilizza nel sondaggio. Essa dispone di taglianti, i quali possono essere di widia (carburo di tungsteno) o di diamanti. In genere le corone al widia vengono utilizzate in terreni o rocce tenere mentre quelle diamantate in rocce dure o molto dure.



I carotieri nella loro forma più semplice hanno la forma di un tubo munito ad un'estremità di una testa di raccordo con le aste di perforazione e all'altra estremità di un filetto a cui si avvita la corona tagliente che permette il prelievo della carota contemporaneamente all'avanzamento della perforazione.

I carotieri possono essere di due tipi (Figura 2):

- semplice, costituito da un unico tubo;
- doppio, costituito da un tubo carotiere e da un tubo portacarota; vi può anche essere la presenza di una fustella in acciaio/PVC posizionata all'interno del tubo interno (carotiere triplo)

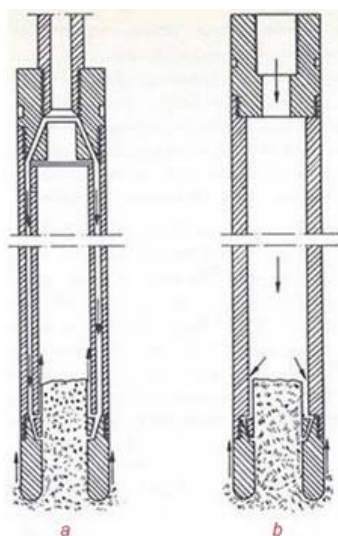


Figura 2 – Tipi di carotieri per perforazione a rotazione:  
a, carotiere doppio; b, carotiere semplice

Il carotiere semplice (Figura 3) è costituito da un unico tubo di acciaio di diametro compreso tra 66 e 146 mm munito della corona tagliente a una estremità e di una valvola di non ritorno a sfera all'altra estremità, per evitare la possibilità che la carota fuoriesca dal carotiere. In caso di terreni sciolti, può anche essere inserito alla base del carotiere, immediatamente al di sopra della corona, un cestello al fine di agevolare la ritenuta del materiale carotato.

Normalmente il carotiere semplice viene impiegato "a secco" cioè senza l'utilizzo del fluido di perforazione che altrimenti dilaverebbe tutta la superficie della carota e le frazioni fini.

Questo carotiere rappresenta un utensile molto semplice che realizza aree di taglio piccole grazie all'esiguo spessore della corona di 7 mm. Crea pochi detriti e la carota, a parità di diametro esterno, ha un diametro maggiore di quello ottenibile con i doppi carotieri anche se in questo caso la carote sono più disturbate. Consente il prelievo di campioni rimaneggiati in quanto il materiale recuperato rimane a contatto con le pareti del carotiere e con l'eventuale l'acqua di circolazione. Viene utilizzato

soprattutto nei terreni teneri come le argille, limo e sabbia in quanto la rotazione del tubo del carotiere può causare il rimaneggiamento di terreni cementati.

Una bassa velocità di rotazione e una bassa spinta possono garantire la riduzione del disturbo del carotaggio ed evitare la creazione di tappi di materiale particolarmente essiccato e bruciato.



Figura 3 – Carotiere semplice

Il carotiere doppio ha la particolarità, pur mantenendo lo stesso diametro del carotiere semplice, di avere due tubi di acciaio coassiali indipendenti nei movimenti:

- un tubo interno costituito da un tubo portacarota o camicia che rimane fermo durante l'avanzamento della perforazione e che si trova in posizione più arretrata di quello esterno con il compito di raccogliere il materiale carotato;
- un tubo esterno costituito da un tubo carotiere rotante dotato di corona con il compito di tagliare il terreno.

La parete interna non ruotante è munita di una scarpa tagliente atta a penetrare a pressione per un breve tratto nel terreno e quindi sporgente rispetto alla tubazione esterna ruotante. Tale sporgenza decresce con l'aumentare della compattezza del terreno.

Viene generalmente utilizzato con il fluido di circolazione che viene fatto passare tra l'intercapedine esistente tra i due tubi coassiali e quindi la carota, incamiciata nel tubo interno, è in contatto con il fluido solo in corrispondenza del margine della corona che normalmente è di spessore maggiore di quella utilizzata nel carotiere semplice.

Inoltre il tubo interno va montato su cuscinetti a sfera che ne impediscono il movimento mentre il tubo esterno ruota.

Il carotiere doppio monta inoltre un estrattore e un portaestrattore e a volte un tubo di allungamento del tubo interno che è solidale con l'estrattore e viene abbassato quando la carota deve essere spezzata, in modo tale che la sollecitazione meccanica venga trasferita dall'estrattore e dal portaestrattore al tubo esterno più robusto.

Esistono diversi tipi di carotieri doppi che differiscono per caratteristiche e in ragione della natura litologica dei terreni:

- T2, carotiere doppio con corona a parete sottile (diametro fino a 101 mm) costituito da un tubo interno non rotante e un tubo esterno a cui si raccorda una corona di perforazione con spessore di parete di  $7 \div 8,5$  mm, a seconda del diametro del carotiere. È caratterizzato dunque da una minima superficie di taglio che porta a ottenere elevate velocità di penetrazione.
- T6, carotiere doppio costituito dal tubo interno intero (un solo pezzo) di diametro compreso fra 101 al 146 mm; caratterizzato dal montare una corona sottile diamantata o in lega dura di widia che presenta uno spessore di parete di  $9,5 \div 11,5$  mm a seconda del diametro del carotiere.

I T6 sono essenzialmente previsti per il carotaggio in formazioni di media durezza, anche se, grazie alla piccola superficie di taglio, possono essere impiegati in modo vantaggioso anche in formazioni a durezza maggiore mediante l'utilizzo di corone diamantate.

A differenza del tipo T2 (Figura 4) questo carotiere è adatto anche per il carotaggio in formazioni sedimentarie, alluvionali o alterate dove sia necessario ricorrere ai fanghi bentonitici come fluido di circolazione per stabilizzare il foro. Lo spazio anulare tra i tubi esterno e interno è infatti sufficiente per consentire il passaggio del fango con sedimenti grossolani;

- T6S, carotiere doppio costituito da un tubo interno apribile (Figura 5) longitudinalmente in due metà che consente il recupero di carote intatte anche da formazioni poco compatte e alterate. Monta corone con uno spessore leggermente maggiore del T6 caratterizzate normalmente da uno scarico frontale che preserva la carota dal fluido di circolazione.

I "T6S" sono essenzialmente previsti per formazioni tenere e friabili e ne caso in cui si vogliano carote da inviare al laboratorio geotecnico.

Questo carotiere doppio presenta il vantaggio di avere un tubo interno leggermente avanzato rispetto alla corona del tubo esterno che ruota, punzonando il terreno tramite una scarpa tagliente che si ritira o si allunga in funzione della compattezza del terreno. Il tubo interno divisibile permette inoltre l'esame immediato della carota e il suo trasferimento nella cassetta catalogatrice senza alcun disturbo.

I carotieri T6 e T6S impiegano, dunque, corone a parete sottile ma possono comunque essere impiegati anche con spurgo di fango grazie sia all'impiego di acciai di alta qualità per la costruzione del tubo interno che viene così ad avere uno spessore minimo e sia a un valore medio dell'intercapedine tra tubo esterno e tubo interno.

Va considerato che la presenza di un piccolo spessore di parete fornisce, rispetto a una corona di maggiore spessore, una minore superficie di taglio, un minore detrito, un minor consumo della corona, una velocità di penetrazione maggiore, una minor pressione e coppia torcente.

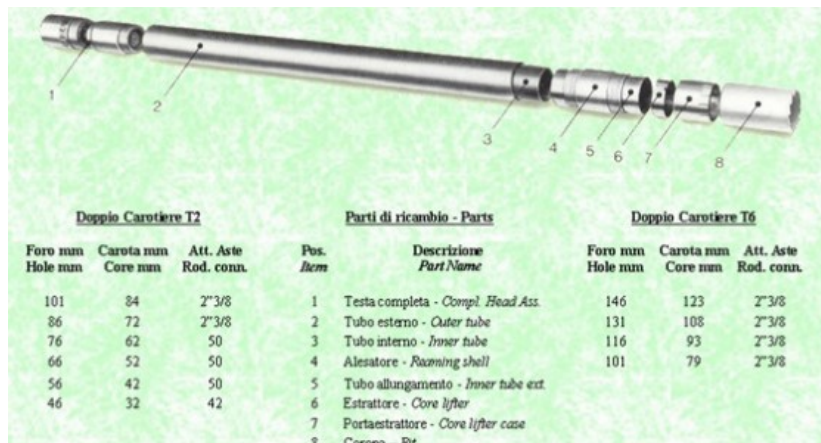


Figura 4 – Carotiere doppio T2 e T6.



Figura 5 – Carotiere T6S

Una volta ultimata la perforazione il geologo provvede allo studio più completo delle carote e all'invio, se previsto, di campioni di terreno al laboratorio geotecnico / ambientale.

A tal fine le carote ottenute vengono allineate nell'ordine in cui sono estratte, in luogo riparato, e numerate progressivamente con i dati relativi alla profondità di provenienza.

La serie di carote estratte dalla sonda viene raccolta in apposite cassette catalogatrici (Figura 6 e Figura 7) di forma rettangolare, divise in 5 scomparti di 1 m di lunghezza, dotate di coperchio e con altezza adeguata rapportata al diametro della perforazione. Il tutto nel rispetto della sequenza stratigrafica rinvenuta utilizzando separatori interni o opportune segnature che indicheranno le quote di inizio e fine di ogni manovra e l'eventuale prelievo di campioni.



Figura 6 – Cassetta catalogatrice - carotaggio in terreni

Le cassette catalogatrici sono contrassegnate da una etichetta o scritta inamovibile e indelebile riportante: località; designazione del cantiere - committente – esecutore; designazione del sondaggio; n° di cassetta e profondità di prelievo (da/a).

Le cassette sono numerate a partire da quelle che contengono le carote più prossime alla superficie esterna, e per ognuna di viene eseguita una fotografia a colori in modo da individuare in maniera ottimale le variazioni litologiche.

Le fotografie effettuate saranno successivamente inserite nelle schede fotografiche allegare al report di indagine.

I carotaggi contenuti nelle cassette catalogatrici vengono quindi trasportati e conservati in ambienti riparati dalle intemperie.





Figura 7 – Cassetta catalogatrice – carotaggio in roccia

Se previsto, al fine di mantenere disponibile il foro di sondaggio anche per successivi utilizzi, si provvede a proteggere il boccapozzo con pozzetto e chiusura inamovibile, dopo averlo attrezzato con le strumentazioni richieste (installazione di tubi inclinometrici, di tubi per prove tipo “Down-Hole” o di piezometri, ecc.).



### 3.2 Standard Penetration Test (SPT)

La prova S.P.T. (Standard Penetration Test) è una prova puntuale che viene eseguita nel corso della perforazione, al fondo del foro.

È molto nota, standardizzata sia dalla A.S.T.M. Designation 1586/67, dal sottocomitato I.S.S.M.F.E. (Associazione Geotecnica Internazionale), per le prove penetrometriche in Europa, nonché dalle “Raccomandazioni” A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) per l’esecuzione delle indagini geotecniche (1977).

La prova consiste nell’infiggere nel terreno, alla base del sondaggio, per mezzo di un martino a sganciamento automatico del peso di kg 63,4 cadente da un’altezza di cm 75, un campionatore (Figura 8).

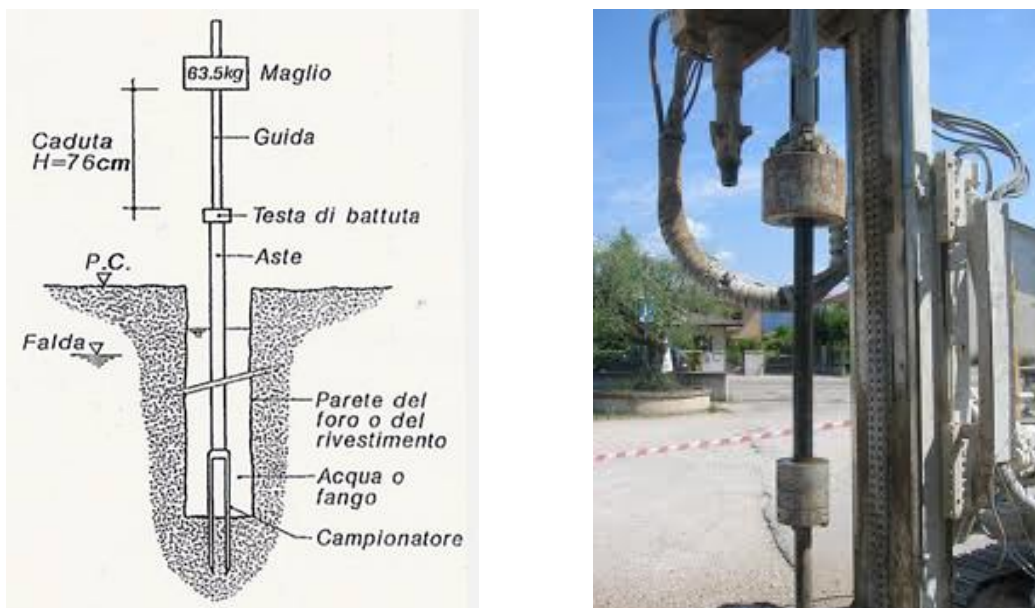


Figura 8 – Maglio S.P.T.

La prova consiste nell’infissione preliminare di 150 mm contando ed annotando il numero di colpi del maglio, fino ad un massimo di 50 colpi; successivamente si procede all’infissione del tratto di 300 mm contando ed annotando il numero di colpi relativi ai primi 150 mm ed ai secondi 150 mm fino ad un massimo di 100 colpi (Figura 9)

Il rifiuto si considera raggiunto quando, dopo l’infissione preliminare, che è pari a 150 mm o 50 colpi, si ottengono 100 colpi per un avanzamento minore o uguale a 300 mm. In ghiaie o in terreni molto compatti viene utilizzata una punta chiusa con apertura di 60°. In base al valore NSPT è possibile determinare lo stato reale di addensamento per i terreni incoerenti e di consistenza per quelli coesivi, come evidenziato nella tabella riportata nella pagina successiva.

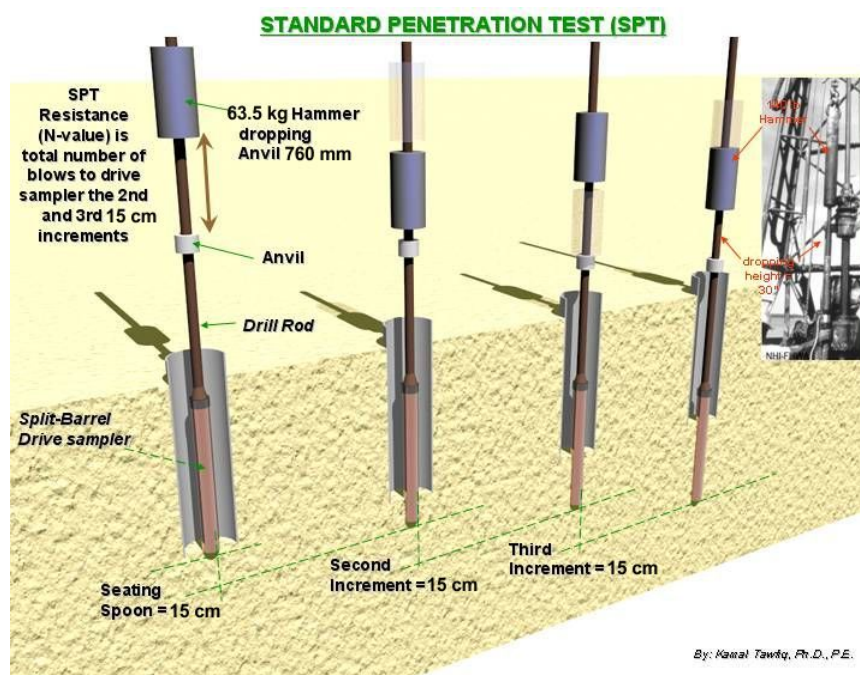


Figura 9 – Schema prova S.P.T.

VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI RESISTENZA DEI DATI DELLO S.P.T.

Terreno coerente Definizione della consistenza	Numero dei colpi NSPT	Indice di consistenza Ic	Coesione non drenata Cu [Bar]
Privo di consistenza	< 2	0	< 0.1
Poco consistente	2 – 4	0 - 0.25	0.1 - 0.25
Moderatamente consistente	4 – 8	0.25 - 0.5	0.25 - 0.5
Consistente	8 – 15	0.5 - 0.75	0.5 - 1.0
Molto consistente	15 – 30	0.75 - 1.0	1.0 - 2.0
Estremamente consistente	> 30	> 1.0	> 2.0

Terreno incoerente Grado di addensamento	Numero dei colpi NSPT	Densità relativa Dr	Angolo di attrito φ [°]
Sciolto	< 4	< 0.2	< 30°
Poco addensato	4 – 10	0.2 - 0.4	30° - 35°
Moderatamente addensato	10 – 30	0.4 - 0.6	35° - 40°
Addensato	30 – 50	0.6 - 0.8	40° - 45°
Molto addensato	> 50	> 0.8	> 45°

La resistenza al taglio di un terreno granulare è sinteticamente espressa dall'angolo  $\phi'$  la cui determinazione non è direttamente derivabile dai valori dalle  $N_{SPT}$  o dalla  $Q_c$ .

L'approccio più semplice e maggiormente utilizzato è quello della stima della  $D_r$  della sabbia in funzione di  $N_{SPT}$  e della tensione efficace utilizzando la correlazione di Gibbs ed Holtz (1957 - Figura 10) e, successivamente, nota la  $D_r$  e la composizione granulometrica risalire al valore di  $\phi'$  tramite la correlazione di Schmertmann (1978 - Figura 11).

Tra i metodi di correlazione diretta  $N_{SPT} - \phi'$  viene tradizionalmente utilizzata la correlazione di De Mello (1971 - Figura 12), con cui è possibile dare stima dell'angolo di resistenza a taglio in funzione di  $\sigma'_{v0}$  e  $N_{SPT}$ .

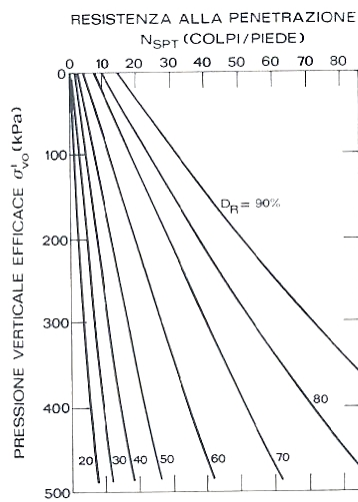


Figura 10 – Gibbs-Holtz (1957)

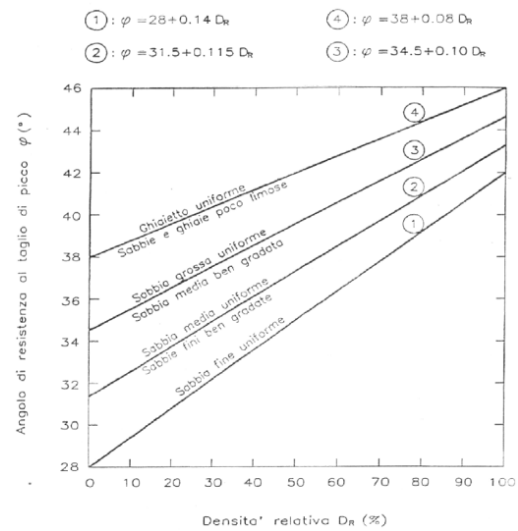


Figura 11 – Schertmann (1978)

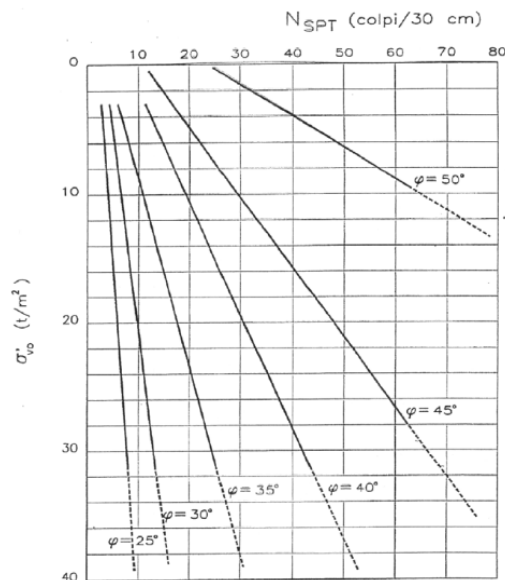


Figura 12 – De Mello (1971)

Nell'esecuzione delle prove è stata sempre mantenuta la verticalità della guida del maglio durante la caduta libera.

Con uno scandaglio è stata controllata di volta in volta la quota del fondo foro: se la differenza con le quote raggiunte in precedenza dalla manovra di perforazione o pulizia ha superato i 7 cm (norma ASTD) la prova è stata sospesa per procedere ad un'ulteriore operazione di pulizia.

Ad estrazione avvenuta il campione prelevato è stato misurato, trascurando l'eventuale parte alte costituita da detriti, sigillato in un contenitore ed inviato in laboratorio.

## 4 Fori attrezzati

### 4.1 Posa in opera di tubi piezometrici

Terminata la perforazione dei fori d'indagine, al loro interno sono stati messi in opera tubi piezometrici. Scopo dell'operazione è il controllo del percolato ed il controllo delle acque di falda.

#### 4.1.1 Piezometro a tubo aperto in PVC

I piezometri a tubo aperto sono usati per rilevare, misurare e monitorare il livello dell'acqua in suoli permeabili. La colonna è di norma realizzata con tubi fessurati in corrispondenza della falda e ciechi nella restante parte superiore.

I tubi in PVC garantiscono una perfetta corrispondenza alle normative igieniche e tecniche dei principali paesi industriali. Sono resistenti alla corrosione di muffe, correnti vaganti, acque marine, soluzioni acide ed alcaline diluite; sono inoltre privi di incrostazioni e le pareti interne hanno una bassa rugosità. La filettatura, inoltre, è rafforzata con un ispessimento all'estremità dei tubi in fase di estrusione.



Figura 13 – Tubi piezometrici in PVC, tappi di testa e di fondo, chiusini

Al termine della posa dei tubi, gli stessi sono stati spurgati dai residui di perforazione mediante immissione di acqua in pressione, mentre la testa pozzo è stata attrezzata con chiusino metallico.

Il collegamento tra uno spezzone di tubo e l'altro è stato realizzato sul campo; si è quindi proceduto alla messa in opera del tubo piezometrico e tappo di fondo, del materasso filtrante composto ghiaia medio fina lavata e di bentonite in pellets al fine di garantire la separazione dei fluidi percolanti dalla zona attrezzata con tubo cieco e quella microfessurata.

Ø esterno		Ø interno	Spessore	Ø esterno massimo	Filettatura	Peso
inch	mm	mm	mm	mm		kg/m
1/2"	21,1	15,9	2,6	26,0	Gas	0,2
3/4"	26,5	21,3	2,6	30,0	Gas	0,3
1"	33,3	26,7	3,3	40,0	Gas	0,5
1"	33,3	26,7	3,3	33,3	Trapezoidale	0,5
1"1/4	42,0	34,6	3,7	49,0	Gas	0,7
1"1/4	42,0	34,6	3,7	42,0	Trapezoidale	0,7
1"1/2	48,0	40,0	4,0	55,0	Gas	0,8
1"1/2	48,0	40,0	4,0	48,0	Trapezoidale	0,8
2"	60,0	51,6	4,2	65,0	Gas/Trapezoidale	1,1
<b>2"</b>	<b>60,0</b>	<b>51,6</b>	<b>4,2</b>	<b>60,0</b>	<b>Trapezoidale</b>	<b>1,1</b>
2"1/2	75,0	66,0	4,5	81,0	Gas/Trapezoidale	1,6
2"1/2	75,0	66,0	4,5	75,0	Trapezoidale	1,6
3"	89,0	79,0	5,0	95,0	Gas/Trapezoidale	2,0
3"	89,0	79,0	5,0	89,0	Trapezoidale	2,0
4"	114,0	103,2	5,3	121,0	Gas/Trapezoidale	2,9
4"	114,0	103,2	5,3	114,0	Trapezoidale	2,9
Microfessurazioni 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,5 - 0,7 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm.						
Lunghezze standard elementi 1m, 2m, 3m, 5m, 6m.						

Alla sommità, infine, è stato applicato un tappo di sabbia dello spessore di 0.10 m ed una sigillatura superficiale in cemento.

L'allestimento del piezometro è stato ultimato con la posa in opera del pozzetto di protezione consistente in un chiusino metallico.







## 5.2 Descrizione stratigrafica

La descrizione stratigrafica è compilata in modo tale da specificare per ciascun strato quanto relativo ai punti sotto elencati:

### 5.2.1 Denominazione geologica della formazione

### 5.2.2 Tipo di terreno

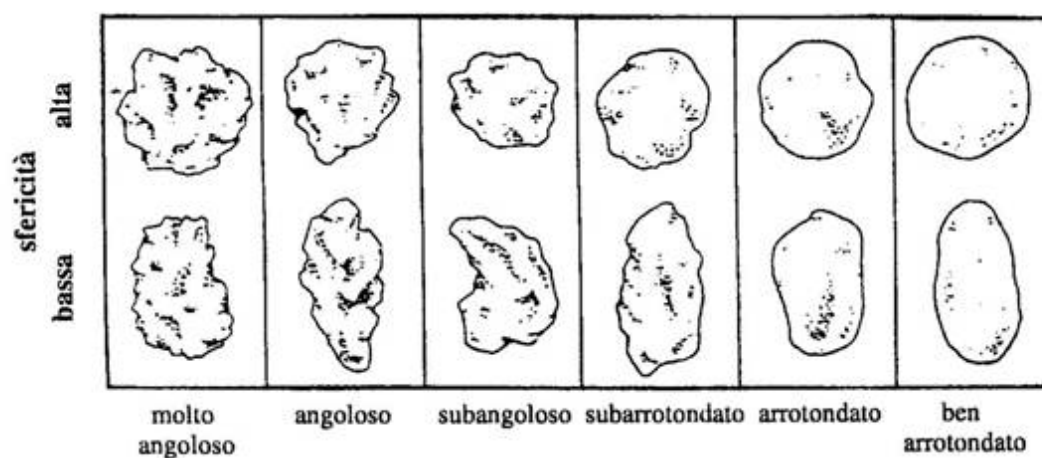
Le caratteristiche granulometriche del terreno sono state definite con riferimento alla terminologia AGI (1977).

DEFINIZIONE		DIAMETRO DEI GRANI [mm]
BLOCCHI		> 200
CIOTTOLI		200 - 60
GHIAIA	Grossa	60 - 20
	Media	20 - 6
	Fine	6 - 2
SABBIA	Grossa	2 - 0,6
	Media	0,6 - 0,2
	Fine	0,2 - 0,06
LIMO		0,06 - 0,002
ARGILLA		< 0,002

Per classificare un terreno costituito da diverse frazioni granulometriche si utilizza la seguente nomenclatura:

- I nome: la frazione granulometrica di maggior diametro da il nome all'aggregato (es. Limo)
- II nome: quando il II materiale ha una percentuale in peso tra 50%-25% si utilizza CON per unire i due nomi (es. Limo con argilla)
- III nome: si utilizza il suffisso OSO se la percentuale in peso della frazione successiva è tra 25%-10% (es. Limo con argilla sabbiosa)
- IV nome: si utilizza la particella DEBOLMENTE se la percentuale della frazione successiva è tra 10%-5% (es. Sabbia con ghiaia debolmente limosa).

Della frazione ghiaiosa e ciottolosa è specificato il grado di arrotondamento con riferimento alla seguente tabella:



DEFINIZIONE	ARROTONDAMENTO	DESCRIZIONE
Angoloso	0 – 0.15	Nessuna smussatura
Subangoloso	0.15 – 0.25	Mantiene forma originale con evidenze di smussatura
Subarrotondato	0.25 – 0.40	Smussatura considerevole e riduzione dell'area di sup. del clasto
Arrotondato	0.40 – 0.60	Rimozione delle sup. originali, con rare superfici piatte
Ben arrotondato	0.60 - 1	Superficie interamente compresa da curve ben arrotondate

### 5.2.3 Condizioni di umidità naturale

Le condizioni di umidità naturale del terreno è stata definita con uno dei seguenti termini:

- Asciutto
- Debolmente umido
- Umido
- Molto umido
- Saturo

#### 5.2.4 Consistenza

La consistenza dei terreni coesivi è stata descritta con riferimento alla misura di resistenza al penetrometro tascabile sulla carota appena estratta e scortecciata con frequenza di una prova ogni 10-15 cm.

Nel caso di terreni granulari la consistenza si esprime in termini di addensamento.

##### Terreno coerente

- Privo di consistenza
- Poco consistente
- Moderatamente consistente
- Consistente
- Molto consistente
- Estremamente consistente

##### Terreno incoerente

- Sciolto
- Poco addensato
- Moderatamente addensato
- Addensato
- Molto addensato

#### 5.2.5 Colore

Il colore è stato descritto scegliendo tra i seguenti termini precisando se necessario la tonalità e l'intensità: rosa, rosso, viola, arancione, giallo, marrone, verde, grigio, nero precisando se necessario la tonalità e l'intensità.

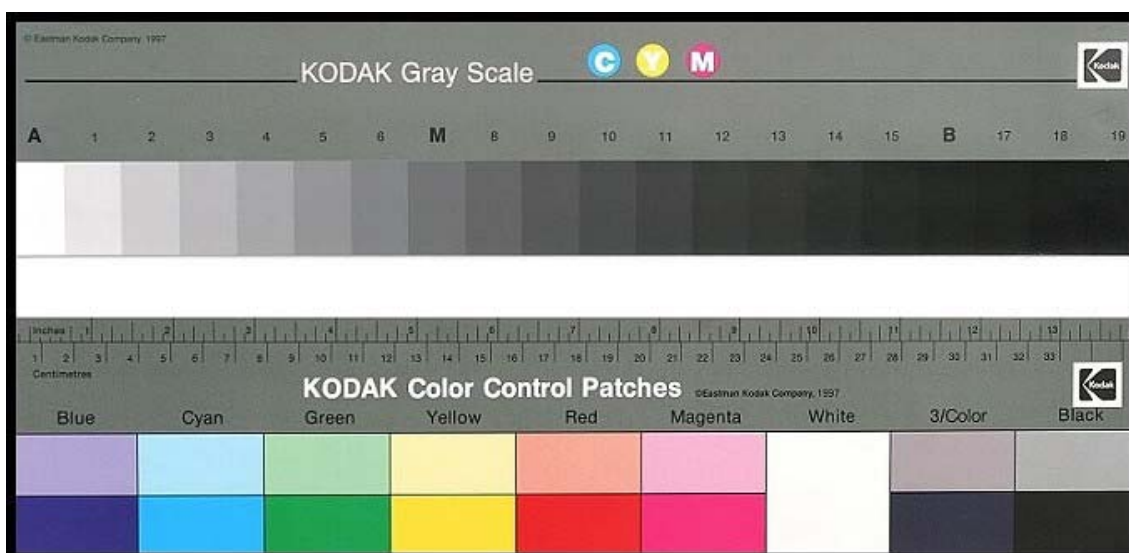


Figura 14 – Guida colori Kodak

### 5.2.6 Struttura

Con il termine struttura si intende la presenza o l'assenza di discontinuità, precisando la spaziatura, le laminazioni e tutti gli indizi legati a processi di alterazione o trasporto.

### 5.2.7 Particolarità aggiuntive

Con questo termine si intende tutte le caratteristiche significative, ai fini della schematizzazione geotecnica, che non siano già inserite nei parametri precedentemente elencati (radici, manufatti, fossili, residui organici vegetali, concrezioni).

### 5.2.8 Litologia ed origine

Il tipo di litologia è stato definito basandosi sui criteri classificativi dello Studio Geotecnico Italiano s.r.l.

---

## 6 Attrezzature impiegate

---

SONDA CINGOLATA:	PUNTEL	PX 600
Coppia torcente	kg x m	600
Spinta	kg	6700
Tiro	kg	8000
Rotazione	giri/min.	220-650

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI E DELLE PROVE IN SITU.....</b>	<b>5</b>
3.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	5
3.1.1	Sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo.....	5
3.2	STANDARD PENETRATION TEST (SPT).....	12
<b>4</b>	<b>FORI ATTREZZATI.....</b>	<b>16</b>
4.1	POSA IN OPERA DI TUBI PIEZOMETRICI.....	16
4.1.1	Piezometro a tubo aperto in PVC.....	16
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DESCRITTIVE.....</b>	<b>18</b>
5.1	RAPPORTO STRATIGRAFICO.....	18
5.2	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA.....	19
5.2.1	Denominazione geologica della formazione.....	19
5.2.2	Tipo di terreno.....	19
5.2.3	Condizioni di umidità naturale.....	20
5.2.4	Consistenza.....	21
5.2.5	Colore.....	21
5.2.6	Struttura.....	22
5.2.7	Particolarità aggiuntive.....	22
5.2.8	Litologia ed origine.....	22
<b>6</b>	<b>ATTREZZATURE IMPIEGATE.....</b>	<b>22</b>

### **Allegati:**

- **Log Stratigrafici**
- **Schede fotografiche**







**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG1(A)-2015**  
Cassetta:  
**1**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



0.00	Materiale di riporto	1.00	
1.00	Materiale di riporto	2.00	
2.00	Materiale di riporto	3.00	
3.00	Materiale di riporto	4.00	
4.00	Materiale di riporto	Ghiaia poligenica con sabbia	5.00





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG1(A)-2015**  
Cassetta:  
**2**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



5.00	Ghiaia poligenica con sabbia	6.00
6.00	Ghiaia poligenica con sabbia	7.00
7.00	Ghiaia poligenica con sabbia	8.00
8.00	Ghiaia poligenica con sabbia	9.00
9.00	Ghiaia poligenica con sabbia	10.00





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG1(A)-2015**  
Cassetta:  
**3**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



10.00	Ghiaia poligenica con sabbia	11.00
11.00	Ghiaia poligenica con sabbia	12.00
12.00	Ghiaia poligenica con sabbia	13.00
13.00	Ghiaia poligenica con sabbia	14.00
14.00	Ghiaia poligenica con sabbia	15.00





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG1(A)-2015**  
Cassetta:  
**4**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



15.00	Ghiaia poligenica con sabbia	16.00
16.00	Ghiaia poligenica con sabbia	17.00
17.00	Ghiaia poligenica con sabbia	18.00
18.00	Ghiaia poligenica con sabbia	19.00
19.00	Ghiaia poligenica con sabbia	20.00





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG1(A)-2015**  
Cassetta:  
**5**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



20.00	Ghiaia poligenica con sabbia	21.00
21.00	Ghiaia poligenica con sabbia	22.00
22.00	Ghiaia poligenica con sabbia	23.00
23.00	Ghiaia poligenica con sabbia	24.00
24.00	Ghiaia poligenica con sabbia	25.00



**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.

**COMMITTENTE:** INFRASTRUTTURE STRADALI SOTTERRANEE  
**PROGETTO:** PER IL NUOVO «KAUFHAUSE BOZEN»  
**LOCALITÀ:** VIA ALTO ADIGE - BOLZANO (BZ)

Sondaggio:

**SIG2(A)/2015**

(VERTICALE)

Foglio: 1

**SUPERVISORE:** Dott. Giorgio Ianes

**SONDATORE:** Sig. F. Tenaglia

**SONDA:** Puntel PX 600

Data	Tipo e diam. carotiere Rivestimento	Prof. relativa m	Prof. assoluta m	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Percentuale carotaggio	R.Q.D. %	Campioni		Standard Penetration Test					Pocket Penetrometer (Kg/cm2)	Vane Test (Kg/cm2)	Prova di permeabilità tipo Leifranc	Prova pressiometrica tipo Menard (da p.c.)	Piezometro	Note
								Disturbati	Indisturbati	N. Colpi			N.S.P.T.	Punta Aperta ○						

Febbraio 2015	Carotiere semplice e diamante Ø 101mm Ø 127mm	1.0	2.50	<p>Materiale di riporto. 0.00 - 2.00 m: Sabbia media debolmente limosa di colore marrone con ghiaia prevalentemente di porfido eterometrica di forma da angolare a arrotondata. Presenza di laterizi. 2.00 - 2.50 m: Sabbia medio fina grigia con raro ghiaietto e frammenti di laterizio. Leggero odore di idrocarburo.</p> <p>Sabbia fina debolmente limosa di colore nocciola</p> <p>Sabbia medio grossa grigia nocciola con raro ghiaietto di porfido.</p> <p>Ghiaia poligenica (prevalentemente di natura porfirica) etrometrica da subarrotondata ad arrotondata con sabbia medio grossa, da debolmente limosa a limosa. Colore variabile dal grigio marrone al marrone vinaccia con abbondanti ciottoli Ø massimo 14 - 16 cm.</p> <p>Da 13.30 a 14.30 - Presenza di un livello di sabbia medio grossa debolmente limosa, di colore marrone vinaccia con sparso ghiaietto porfirico.</p>																				
		2.0			SPT 1.50	7	5	4	9	●														
		3.0			SPT 3.00	6	6	5	11	○														
		4.0			SPT 4.50	4	5	5	10	○														
		5.0			SPT 6.00	7	9	24	33	●														
		6.0			SPT 7.50	21	27	25	52	●														
		7.0			SPT 9.00	29	36	41	77	●														
		8.0			SPT 10.50	R	(6 cm)			●														
		9.0			SPT 12.00	38	R	(10 cm)		●														
		10.0			SPT 13.50	15	16	22	38	●														
		11.0			SPT 15.00	34	22	17	39	●														
		12.0			SPT 18.00	34	39	R	(11 cm)	●														
		13.0			SPT 21.00	16	23	26	49	●														
		14.0			SPT 24.00	18	26	21	47	●														
		15.0				25.00																		
16.0																								
17.0																								
18.0																								
19.0																								
20.0																								
21.0																								
22.0																								
23.0																								
24.0																								
25.0																								
26.0																								
27.0																								
28.0																								
29.0																								
30.0																								

Pozzetto in ghisa carrabile

-21.29

19/02/2015  
(quota da p.c.)

Con. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n 0000151 del 19/04/2011 Settore C-Prove in situ su terreni (ai sensi dell'art. 59 del DPR n. 380/2001)

Lo sperimentatore:  
Dott. Geol. Dario Gubertini

Il Direttore del Laboratorio  
dott. geol. Dario Gubertini





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:

**SIG2(A)-2015**

Cassetta:

**1**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



0.00	Materiale di riporto		1.00
1.00	Materiale di riporto		2.00
2.00	Materiale di riporto	Sabbia fina debolmente limosa	3.00
3.00	Sabbia fina debolmente limosa		4.00
4.00	Sabbia fina debolmente limosa	Sabbia medio - grossa	5.00



**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG2(A)-2015**  
Cassetta:  
**2**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



5.00	Sabbia medio - grossa	Ghiaia poligenica con sabbia	6.00
6.00	Ghiaia poligenica con sabbia		7.00
7.00	Ghiaia poligenica con sabbia		8.00
8.00	Ghiaia poligenica con sabbia		9.00
9.00	Ghiaia poligenica con sabbia		10.00





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG2(A)-2015**  
Cassetta:  
**3**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



10.00	Ghiaia poligenica con sabbia	11.00
11.00	Ghiaia poligenica con sabbia	12.00
12.00	Ghiaia poligenica con sabbia	13.00
13.00	Ghiaia poligenica con sabbia	14.00
14.00	Ghiaia poligenica con sabbia	15.00





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG2(A)-2015**  
Cassetta:  
**4**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



15.00	Ghiaia poligenica con sabbia	16.00
16.00	Ghiaia poligenica con sabbia	17.00
17.00	Ghiaia poligenica con sabbia	18.00
18.00	Ghiaia poligenica con sabbia	19.00
19.00	Ghiaia poligenica con sabbia	20.00





**imprefond**

GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI  
DEL SOTTOSUOLO

TRIESTE - via dei Cosulich, 8 - +39 040 827789  
Grumo/S. Michele All'Adige (TN) - Via Tonale, 30 - +39 0461 650277

**COMMITTENTE:** ICM ITALIA GENERAL CONTRACTOR S.R.L.  
**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE  
STRADALI SOTTERRANEE NELL'AMBITO DEL  
NUOVO "KAUFHAUS BOZEN"  
**UBICAZIONE:** PIAZZA G. VERDI - BOLZANO (BZ)

Sondaggio/Pit:  
**SIG2(A)-2015**  
Cassetta:  
**5**

**TECNICO:** DOTT. GIORGIO IANES

**OPERATORE:** SIG. FLAVIO TENAGLIA

**SONDA:** PUNTEL PX 600



20.00	Ghiaia poligenica con sabbia	21.00
21.00	Ghiaia poligenica con sabbia	22.00
22.00	Ghiaia poligenica con sabbia	23.00
23.00	Ghiaia poligenica con sabbia	24.00
24.00	Ghiaia poligenica con sabbia	25.00

**ICM GMBH**

**ICM SRL**

**KAUFHAUS BOZEN**

**KAUFHAUS BOLZANO**

Gegenstand

**GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN**

Oggetto

**SONDAGGI GEOGNOSTICI**

Ortschaft

**BOZEN (BZ)**

Località

**BOLZANO (BZ)**

Datum

**BOZEN, JUNI 2015**

Data

**BOLZANO, GIUGNO 2015**

Anhang

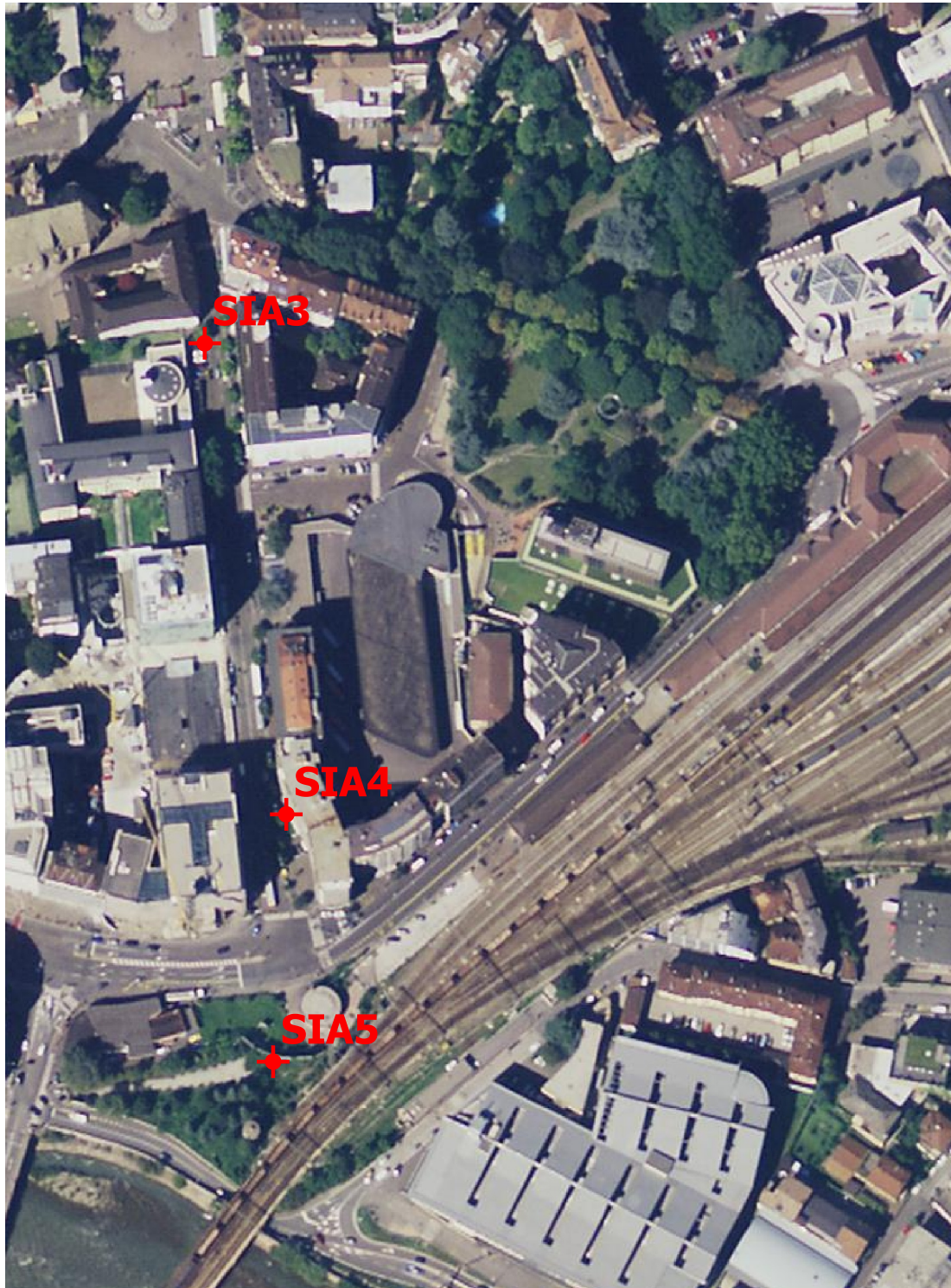
- Lageplan der Bohrungen
- Stratigrafie
- Bohrkernfotos

Allegato

- Planimetria con ubicazione sondaggi
- Stratigrafia
- Foto cassette catalogatrici

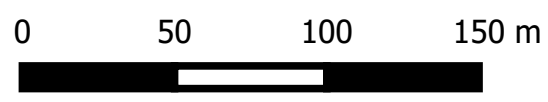






N  
M 1:2.500

Bozen - Bolzano  
(BZ)





- **Stratigrafie**

- **Stratigrafia**





SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

AUFTRAGGEBER: ICM GMBH  
PROJEKT: GEOLOGISCHE ERKUNDUNGSBOHRUNG  
ORT: BOZEN (BZ)  
DURCHFÜHRUNGSDATUM: VON 13.05 BIS 13.05.15

BOHRUNG Nr. SIA4  
X=OST= 680736  
Y=NORD= 5151803  
Z=m ü. M.= ---  
MAßSTAB 1:50 Seite 1

OBERLEITER: DR. R. PILSER

BOHRGERÄTFÜHRER: HR. A. TENAGLIA

BOHRGERÄT: NENZI GELMA 1

Bohrverfahren ø mm	Vermantelung ø mm	Schichtdicke m	Tiefe m	Legende	GESTEINSBESCHREIBUNG	T.C.R. %	R.Q.D. %	Entnommene Proben	FELDVERSUCHE							BEMERKUNGEN			
									Standard Penetration Test				N.S.P.T.	Art der Spitze	Pocket Pen. MPa		Vane Test t/m <sup>2</sup>	Grundwasserstand m	Pegelrohr
									Tiefe	Nr. Schläge									

Einfachkernrohr ø 131 mm ø 152 mm	10.00	10.00	5.80	1	<p>Aufschüttung: Sand, kiesig, vereinzelt Steine (Porfyr); braune Farbe. Vereinzelt Bruchstücke aus Ziegelstein.</p>	100											Koordinatensystem UTM WGS 84.  Rotations Schlagbohrung Trockenbohrung ohne Spülmittelzusatz.
				2		2.90	2.90	100									
				3		3.00		100									
				4		1.30	4.20	100	<p>Aufschüttung: Sand, leicht schluffig mit Kies (Porfyr); braune Farbe.</p>								
				5		4.50		100									
				6		6.00		100									
				7		7.50		100	<p>Kies und Sand, teils Steine (Porfyr); braun-rötliche Farbe. m 4.80-5.00: Blöcke (Porfyr).</p>								
				8		100											
				9		9.00		100									
				10		10.00		10.00	Teufe m 10.00								
				11													
				12													
				13													
				14													
				15													





SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

AUFTRAGGEBER: ICM GMBH

PROJEKT: GEOLOGISCHE ERKUNDUNGSBOHRUNG

ORT: BOZEN (BZ)

DURCHFÜHRUNGSDATUM: VON 25.05 BIS 12.05.15

BOHRUNG Nr. SIA5

X=OST= 680731

Y=NORD= 5151709

Z=m ü. M.= ---

MAßSTAB 1:50

Seite 1

OBERLEITER: DR. R. PILSER

BOHRGERÄTFÜHRER: HR. A. TENAGLIA

BOHRGERÄT: NENZI GELMA 1

Bohrverfahren ø mm	Vermantelung ø mm	Schichtdicke m	Tiefe m	Legende	GESTEINSBESCHREIBUNG	T.C.R. %	R.Q.D. %	Entnommene Proben	FELDVERSUCHE							BEMERKUNGEN			
									Standard Penetration Test				N.S.P.T.	Art der Spitze	Pocket Pen. MPa		Vane Test t/m²	Grundwasserstand m	Pegelrohr
									Tiefe	Nr. Schläge									

Einfachkernrohr ø 131 mm	ø 152 mm	1				100												Koordinatensystem UTM WGS 84.  Rotations Schlagbohrung Trockenbohrung ohne Spühlzusatz.
		2			Aufschüttung: Sand mit Kies, teils Steine (Porfyr); braune Farbe. m 1.20: Bruchstück aus Metall.	1.50	100											
		3					3.00											
		4	4.00	4.00			4.00											
		5	1.00	5.00		Aufschüttung: Feinsand, schluffig-kiesig, vereinzelt Steine; braune Farbe.	4.50											
		6					6.00											
		7					7.00											
		8				Kies und Sand, teils Steine (Porfyr); braune leicht rötliche Farbe.	7.50											
		9					9.00											
		10	10.00	10.00	5.00	10.00		10.00										
					Teufe m 10.00													
				11														
				12														
				13														
				14														
				15														









SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

COMMITTENTE: ICM SRL

PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA

LOCALITA': BOLZANO (BZ)

DATA ESECUZIONE: DAL 13.05 AL 13.05.2015

SONDAGGIO Nr. SIA4

X=EST= 680736

Y=NORD= 5151803

Z=m.s.l.m.= ---

SCALA 1:50

Foglio 1

SUPERVISORE: DR. R. PILSER

SONDATORE: SIG. A. TENAGLIA

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1

Tipo di carot. e ø mm	Rivestimento e ø mm	Spessore strato m	Profondita' m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	T.C.R. %	R.Q.D. %	Campioni	PROVE IN SITU							NOTE ED OSSERVAZIONI			
									Standard Penetration Test				N.S.P.T.	Tipo di punta	Pocket Pen. MPa		Vane Test t/m <sup>2</sup>	Quota falda m	Piezometro
									Profondita'	Nr. Colpi									
0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm																	
Carotiere semplice ø 131 mm ø 152 mm			1			100										Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84.  Sondaggio eseguito a rotopercolazione senza utilizzo di fluidi.			
			2			1.50													
			3	2.90	2.90		100												
			4			3.00													
			5	1.30	4.20		100												
			6			4.50													
			7			6.00													
			8			7.50													
			9			9.00													
			10			10.00													
					F.F. m 10.00														
			11																
			12																
			13																
			14																
			15																





SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

COMMITTENTE: ICM SRL

PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA

LOCALITA': BOLZANO (BZ)

DATA ESECUZIONE: DAL 25.05 AL 25.05.2015

SONDAGGIO Nr. SIA5

X=EST= 680731

Y=NORD= 5151709

Z=m.s.l.m.= ---

SCALA 1:50

Foglio 1

SUPERVISORE: DR. R. PILSER

SONDATORE: SIG. A. TENAGLIA

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1

Tipo di carot. e ø mm	Rivestimento e ø mm	Spessore strato m	Profondita' m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	T.C.R. %	R.Q.D. %	Campioni	PROVE IN SITU							NOTE ED OSSERVAZIONI			
									Standard Penetration Test				N.S.P.T.	Tipo di punta	Pocket Pen. MPa		Vane Test t/m²	Quota falda m	Piezometro
									Profondita'	Nr. Colpi									
									0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm								
Carotiere semplice ø 131 mm	ø 152 mm																	Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84.  Sondaggio eseguito a rotopercolazione senza utilizzo di fluidi.	
					1		100												
					2	Riporto: Sabbia con ghiaia e locali ciottoli porfirici; colore marrone. m 1.20: Singolo frammento di ferro.	1.50	100											
				4.00	4.00		3.00	100											
						Riporto: Sabbia fine limo-ghiaiosa con singoli ciottoli; colore marrone	4.50	100											
				1.00	5.00		6.00	100											
							7.50	100											
						Ghiaia e sabbia con locali ciottoli porfirici; colore marrone - debolmente rossastro.	7.50	100											
							9.00	100											
							10.00	100											
							10.00	100											
							F.F. m 10.00												









Bozen (BZ) - SIA3 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 4.00



Bozen (BZ) - SIA3 - Box 2 - m 4.00 ÷ m 8.00



Bozen (BZ) - SIA3 - Box 3 - m 8.00 ÷ m 10.00





Bozen (BZ) - SIA4 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 4.00



Bozen (BZ) - SIA4 - Box 2 - m 4.00 ÷ m 8.00



Bozen (BZ) - SIA4 - Box 3 - m 8.00 ÷ m 10.00





Bozen (BZ) - SIA5 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 4.00



Bozen (BZ) - SIA5 - Box 2 - m 4.00 ÷ m 8.00



Bozen (BZ) - SIA5 - Box 3 - m 8.00 ÷ m 10.00