

INDICE

	Pag.
1 PREMESSA	3
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO	4
2.1 Inquadramento territoriale	4
2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico regionale	4
2.3 Inquadramento idrogeologico regionale	5
2.4 Inquadramento litologico-idrogeologico locale	6
2.4.1 Litologia	6
2.4.2 Idrogeologia	7
3 ANALISI DEI POTENZIALI DISSESTI DELL'AREA	8
4 INQUADRAMENTO SISMICO	9
4.1 Categoria sismica	9
4.2 Categoria di sottosuolo	11
4.3 Determinazione dell'accelerazione massima di superficie - Amax	12
4.4 Livelli di indagine	13
5 INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DI INTERESSE	14
5.1 Indagini	14
5.1.1 Esecuzione dei sondaggi	14
5.1.2 Prove penetrometriche in foro SPT	15
6 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	16
6.1 Interpretazione delle prove penetrometriche SPT	16
6.2 Interpolazione dei parametri caratteristici	17
7 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	19
8 INDICAZIONI PER LA PROFILATURA DEGLI SCAVI	20
9 CONCLUSIONI	22

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: Relazione Tecnica delle prove eseguite
Titolo documento: Relazione Geologica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: i

ALLEGATI

Allegato 1 Documentazione fotografica
Allegato 2 Stratigrafie

TAVOLE

Tavola 1 Inquadramento territoriale
Tavola 2 Estratto carta geomorfologica
Tavola 3 Estratto carta geologica
Tavola 4 Ubicazione punti di indagine
Tavola 5 Sezione geologica

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: Relazione Tecnica delle prove eseguite
Titolo documento: Relazione Geologica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: ii

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la relazione geologica che raccoglie ed elabora i dati ricavati dalle indagini geognostiche effettuate da ARCADIS Italia srl durante la campagna svolta nel Giugno 2012 presso la Caserma Vittorio Veneto sita a Bolzano in Via Vittorio Veneto.

L'esecuzione e l'interpretazione di tali indagini è finalizzata a fornire al progettista le indicazioni relative alle caratteristiche litologiche e geotecniche del sottosuolo delle aree per le quali sono previsti interventi di ristrutturazione e riedificazione.

Le indagini sono consistite nella realizzazione di n°3 sondaggi spinti fino alla profondità di 10 m e nella realizzazione di prove SPT all'interno dei sondaggi con una spaziatura di 1.5 m.

La Provincia di Bolzano ha quindi conferito l'incarico ad ARCADIS Italia srl di predisporre la presente relazione geologica con lo scopo di documentare ed elaborare i risultati delle indagini e le valutazioni circa le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni indagati.

Il presente elaborato è articolato nei seguenti punti:

- Inquadramento territoriale, geomorfologico e geologico regionale
- Inquadramento idrogeologico e litologico locale
- Analisi dei potenziali dissesti dell'area
- Inquadramento sismico del sito
- Indagini di caratterizzazione del sito
- Caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni
- Indicazioni per la profilatura degli scavi
- Conclusioni

La presente relazione ottempera alle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (DM 14.01.2008) entrate in vigore con il DL 39/09 del 30/06/2009.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 3

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

La ricostruzione dell'assetto geologico e geomorfologico dell'area è stato effettuato integrando le indagini eseguite con i dati ricavati da cartografie pregresse e documentazione storica.

2.1 Inquadramento territoriale

L'area oggetto di studio ha una superficie complessiva di ca. 87.000 m² ed è situata al limite Nord del centro abitato di Bolzano lungo la Via Vittorio Veneto.

L'area in esame si estende al limite di un settore urbano caratterizzato da insediamenti residenziali e commerciali alternati a zone di verde e parco, delimitata a Nord e Nord Est dal versante montuoso.

L'inquadramento territoriale del sito è illustrato in Tavola 1.

2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico regionale

L'area oggetto di questo studio è ubicata lungo un versante posto a nord ovest rispetto al centro abitato del Comune di Bolzano e della confluenza dei fiumi Isarco e Adige che tracciano il profilo di fondo valle.

La morfologia della riva destra dell'Isarco è caratterizzata dalla presenza di un versante roccioso che si erge dall'estesa area pianeggiante verso l'altipiano del Salto (Tavola II).

Il complesso roccioso affiorante lungo il versante fa da spartiacque tra la Valle Isarco e l'alta Val d'Adige è formato dalla successione di rocce vulcaniche appartenenti alla piattaforma porfirica atesina; nel dettaglio il sito in oggetto poggia sui depositi dei con di deiezione formatisi dalla disgregazione del versante soprastante.

Più in basso, nella conca di Bolzano le rocce del complesso vulcanico sono ricoperte da una coltre di spessore variabile di depositi quaternari. La profondità del substrato roccioso è variabile con la distanza dal versante.

Nel settore nord dell'area la roccia si trova a pochi metri dal piano campagna, al contrario spostandosi verso il corso del fiume gli spessori aumentano fino a raggiungere centinaia di metri.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 4

Questi materiali superficiali si sono formati da alluvioni di fondovalle deposte in epoca quaternaria dai fiumi Adige e Isarco e da numerose conoidi di deiezione prodotti da affluenti secondari a cui appartiene anche quella oggetto del presente studio. Al di sotto di tali depositi è presente una successione fluvioglaciale. Nel dettaglio il sito in oggetto ricade all'interno del conoide del Fiume Talvera.

L'esame delle differenti litologie riportate dalla Carta Geologica d'Italia (Tavola III) permettono di individuare, nell'area di studio un deposito di conoide misto, debris flow e/o torrentizio del Pleistocene Superiore caratterizzato da una litologia grossolana, sovrastato, a monte, da un sistema post glaciale antico, costituito da detriti di versante del Pleistocene Superiore – Attuale.

Il bedrock è costituito da una formazione di lapilli tufo riolitici saldati risalenti al Permiano Inferiore, appartenenti ad un gruppo Vulcanico artesiano.

Al di sotto di tale formazione sono presenti formazioni rocciose costituite in prevalenza da tufi di origine vulcanica, con struttura vitroclastica (dall'aspetto della porzione vetrosa che appare finemente suddivisa e frammentaria), e da porfidi e porfiriti, rocce effusive costituite da grossi fenocristalli feldspatici, di colore da violaceo e grigio.

La profondità del substrato roccioso nella conca di Bolzano è stata individuata sulla base di un'indagine sismica a riflessione in una sezione prossima all'aeroporto di Bolzano ad una profondità compresa fra 500 e 600 m da p.c. (SCHMID C e GANSLER, 1994).

2.3 Inquadramento idrogeologico regionale

L'area sorge sul versante di destra dell'ampia piana che accoglie la confluenza tra i fiumi Isarco e Adige.

Data la natura alluvionale dell'area e grazie alla litologia grossolana caratterizzata da una elevata permeabilità, Bolzano gode di un ricco acquifero costituita dalle acque di falda che seguono gli alvei dei torrenti Isarco e Talvera, che costituiscono un ampio bacino sotterraneo.

Le acque di falda della conca di Bolzano scorrono all'interno di uno strato sabbioso che raggiunge uno spessore di 30 m che si assottiglia in direzione delle aree più a valle, con una soggiacenza variabile da 30 a 50 m.

Queste acque sono sottoposte a vincoli da parte della Giunta Provinciale per assicurarne la salvaguardia; quasi l'intera conca di Bolzano è stata

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano		Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica		Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.:	0	Data:	30-07-2012 Pagina: 5

dichiarata «area di tutela idrogeologica compresa nella zona C» che prevedono severe disposizioni in caso di interventi edilizi.

Il Comune di Bolzano è ricco di pozzi per l'approvvigionamento idrico che captano le acque sotterranee ad una profondità che varia dai 30 ai 50 metri da p.c.; in totale nel comune di Bolzano sono presenti n.12 pozzi ad uso idropotabile.

Nell'intorno del comune di Bolzano, in particolare a nord del sito in oggetto sono presenti diverse sorgenti.

2.4 Inquadramento litologico-idrogeologico locale

2.4.1 Litologia

Sulla base di indagini geognostiche pregresse, vista la marcata presenza antropica lo strato più superficiale si può considerare formato da materiale di riporto e di movimentazione subita dal terreno ad opera umana, caratterizzato da matrici eterogenee.

Inoltre è da tenere in considerazione che il sito è posto lungo un versante costituito in prevalenza da detriti il cui accumulo ha spessore variabile tra monte e valle. La successione stratigrafica osservata è quindi particolarmente variabile in ogni punto indagato (Tavola IV):

0-1.2/1.5m: strato superficiale costituito da materiale di riporto di origine antropica, perlopiù granulare;

1.2-1.5/2.8-3.5m: strato costituito da materiali grossolani, in prevalenza sabbia e ghiaia, con uno spessore massimo rilevato pari a 2 m (strato assente in S2);

2.8-3.5/5.7-6.5m: strato costituito da sabbia limosa passante con la profondità a limo argilloso (in S2 tetto dello strato a 0.8m);

5.7-6.5/f.f m: strato granulare composto da ghiaie e ciottoli con rara matrice sabbiosa (in S3 orizzonte 6.0-8.5 m sabbie sciolte da fini a grossolane).

Al di sotto dei detriti che costituiscono la conoide si ripresenta il substrato roccioso formato dal complesso dei porfidi affioranti lungo il versante adiacente all'area in oggetto. Quest'ultimo orizzonte indagato si attesta a profondità variabili da pochi metri (zona Nord) ad alcune decine di metri (zona Sud).

Nella sezione di Tavola V vengono rappresentate le differenti successioni litologiche presenti nell'area.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 6

2.4.2 Idrogeologia

Allo stato attuale non sono disponibili dati diretti relativi all'idrogeologia locale del sito. L'analisi dei dati idrogeologici e della permeabilità da bibliografia mette in luce una grande variabilità anche a scala locale, in relazione alla morfologia dell'area su cui sorge il sito e alla struttura superficiale e profonda degli acquiferi.

Durante le indagini effettuate è stata riscontrata la presenza di una falda superficiale dotata di modesto battente idrico con soggiacenza che si attesta a seconda del punto di indagine ad una profondità compresa fra 3 e 5 m da p.c..

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 7

3 ANALISI DEI POTENZIALI DISSESTI DELL'AREA

L'area oggetto di studio è caratterizzata da topografia pianeggiante o con inclinazioni inferiori a 5° per cui non sono possibili eventi franosi che coinvolgano il substrato su cui poggeranno le opere di fondazione degli edifici da edificare.

Tuttavia limitatamente all'edificio 1 (Tavola IV) è presente un potenziale rischio da caduta massi derivante dalla disgregazione del versante roccioso situato a ridosso dello stesso edificio.

In Allegato 1 vengono visualizzate le evidenze di tale pericolo.

Per una esaustiva trattazione della problematica si rimanda al documento "Relazione sulla stabilità dell'ammasso roccioso e delle opere di mitigazione del rischio da caduta massi".

Allo stato attuale l'area non può essere considerata esente da rischio di caduta massi ed è perciò obbligatorio effettuare le operazioni di messa in sicurezza del versante preliminarmente alle operazioni di edificazione.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 8

4 INQUADRAMENTO SISMICO

4.1 Categoria sismica

Con l'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito (suolo rigido di categoria A).

Allo stato attuale, la **pericolosità sismica** su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia al link <http://esse1.mi.ingv.it/>. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle nuove NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, definite su sito di riferimento rigido orizzontale (suolo di categoria A), in funzione dei tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro nelle accelerazioni orizzontali; viene quindi presa in considerazione l'amplificazione del movimento del terreno rispetto all'accelerazione orizzontale in funzione del periodo.
- T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazioni orizzontali.

➤ Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. Partendo dai dati di pericolosità sismica, le corrispondenti azioni sismiche:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{V_R} associate a ciascuno degli stati limite considerati, secondo la tabella di seguito riportata.

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 1

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 9

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante, la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni.

Fissata la vita di riferimento V_R (dati $V_N = 50$ anni e la classe d'uso dell'edificio IV, edificio strategico e/o rilevante con coefficiente $C_U = 2$), i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{V_R}) = -C_U \cdot V_N / \ln(1 - P_{V_R})$$

Per qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri a_g , F_o , T^*C , possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come peso gli inversi delle distanze, secondo la relazione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

Di seguito si riportano i valori dei parametri:

- a_g , (espresso in g/10),
- F_o (adimensionale),
- T^*C (espresso in secondi);

utilizzando come riferimento: $X = 46.50269$ – $Y = 11.330892$ (coordinate WGS84). Il calcolo è stato effettuato utilizzando il foglio elettronico riportato in Figura 1 (foglio-Geostru).

Si evince che i valori ricavati allo stato limite SLV per una costruzione di classe IV (edificio di importanza strategica e/o rilevante) con un T_R pari a 950 anni sono rispettivamente $a_g = 0.062$, $F_o = 2.699$, $T_c^* = 0.380$.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano		Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica		Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.:	0	Data:	30-07-2012 Pagina: 10

Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 46,5026906 ° Long. 11,330892 °

(1)* Coordinate ED50
 Lat. 46,503578 ° Long. 11,331921 °

Classe dell'edificio
 IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti... Cu = 2

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100) 50

Interpolazione Media ponderata

Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	60	0,026	2,512	0,196
Danno (SLD)	101	0,032	2,488	0,231
Salvaguardia vita (SLV)	949	0,062	2,699	0,380
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0,074	2,790	0,412

Figura 1

4.2 Categoria di sottosuolo

Il citato D.M. 14 gennaio 2008 prevede la possibilità di caratterizzare il terreno di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto ovvero in base ai valori di N_{spt} . Tali valori si ottengono da prove penetrometriche, eseguite durante l'avanzamento della perforazione, all'interno del rivestimento che sostiene le pareti del foro e consistono nel misurare il numero di colpi necessario (N_{spt}) per l'avanzamento di un apposito strumento a punta chiusa per tre tratti successivi di lunghezza di 15 cm ciascuno.

Nell'area in esame, sono state effettuate delle prove penetrometriche SPT (specifiche tecniche al Par. 5.1.2) in ogni sondaggio perforato fino alla quota di fondo foro (10 m) o al rifiuto.

Tale indagine, combinata con il rilievo geologico di terreno ha permesso di accertare che l'area in oggetto ricade in **categoria E** – Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800\text{m/s}$).

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 11

4.3 Determinazione dell'accelerazione massima di superficie - Amax

Al fine di consentire un'adeguata parametrizzazione geotecnica è necessario il calcolo del parametro Amax, ovvero l'accelerazione massima attesa sul sito.

Il parametro Amax è ricavabile dall'analisi della risposta sismica locale oppure attraverso il risultato dell'amplificazione del parametro accelerazione massima al suolo ag con i seguenti coefficienti:

- Ss = coefficiente di amplificazione topografica
- St = coefficiente di amplificazione stratigrafica
- Cc = coefficiente funzione della categoria di edificio

Secondo la formula:

$$\text{Amax} = a_g \times S_s \times S_t \times C_c$$

Il valore di Amax per lo stato limite SLV è pari a 0.971 (m/s²)
In Figura 2 sono riassunti i parametri e gli esiti di tale interpolazione.

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni
 Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *				
Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,60	1,60
Cc *				
Coeff. funz categoria	2,21	2,07	1,69	1,64
St *				
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,020	0,024
kv	0,004	0,005	0,010	0,012
Amax [m/s ²]	0,411	0,500	0,971	1,161
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

Figura 2

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano		Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica		Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.:	0	Data:	30-07-2012 Pagina: 12

4.4 Livelli di indagine

Nell'applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 per l'analisi della sismicità del sito sono previsti 3 livelli di approfondimento.

- **1° LIVELLO:** riconoscimento (sulla base di osservazioni geologiche – cartografia di inquadramento – dati esistenti), classificazione e rappresentazione delle aree passibili di amplificazione sismica sulla Carta della pericolosità sismica locale.
- **2° LIVELLO:** caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di Amplificazione nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale e confronto con i valori di riferimento.
- **3° LIVELLO:** caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello.

Per il sito in esame le indagini sismiche svolte hanno permesso di raggiungere un livello di approfondimento che corrisponde al secondo livello in riferimento alle norme vigenti.

Il sito in oggetto ricade all'interno della zona sismica 4, e perciò non è richiesto il 3° livello di approfondimento.

Le indagini effettuate sono quindi adeguate al livello di approfondimento richiesto.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 13

5 INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DI INTERESSE

Nel presente capitolo si descrivono le indagini svolte nel sito in oggetto. Dal punto di vista geolitologico l'area interessata si caratterizza per la presenza di un complesso quaternario con alternanze coesive-granulari di origine fluvioglaciale.

La definizione del modello stratigrafico e geotecnico locale è stata effettuata con la finalità di caratterizzare le aree interessate dagli interventi di ricostruzione (edificio1, edificio 2, Tavola IV).

5.1 Indagini

La ditta ARCADIS Italia srl al fine di caratterizzare l'area in oggetto ha realizzato n°3 sondaggi spinti fino alla profondità di 10 m e prove SPT all'interno dei sondaggi con una spaziatura di 1.5 m fino a fondo foro o a rifiuto.

I sondaggi sono stati ubicati nei punti indicati in Tavola IV.

5.1.1 Esecuzione dei sondaggi

Le perforazioni sono state posizionate all'interno dell'area in oggetto interessando principalmente le aree soggette ad edificazioni, in particolare quelle sottoposte ai carichi maggiori.

Le perforazioni sono state eseguite per mezzo di una sonda idraulica autocarrata a rotazione con carotiere semplice del diametro di 101 mm e rivestimento di 152 mm.

I carotaggi sono stati realizzati a bassa velocità di rotazione al fine di prevenire il riscaldamento del terreno ed effettuata rigorosamente a secco e a carotaggio continuo con percentuale di recupero > 90 %.

Le carote di terreno estratte sono state scortecciate e stipate in apposite cassette catalogatrici. Al termine del sondaggio le cassette catalogatrici sono state fotografate ed identificate con indicazione dell'area di cantiere, committente, identificazione del sondaggio e metri corrispondenti, tale documentazione è allegata alla presente relazione (Allegato 1).

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 14

Durante l'avanzamento della perforazione sono stati annotati su appositi moduli tutti i dati di interesse, con particolare riguardo ai livelli di terreno saturi o coesivi. Le stratigrafie dei sondaggi sono allegate alla presente relazione (Allegato 2).

5.1.2 Prove penetrometriche in foro SPT

Le prove SPT (Standard Penetration Test) sono state eseguite secondo le indicazioni dell'A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana (1977) "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche".

All'interno di ciascun foro di sondaggio, per la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni, sono state eseguite prove SPT ogni 1.5 m fino a fondo foro o fino a rifiuto.

Tali prove, eseguite durante l'avanzamento della perforazione, all'interno del rivestimento che sostiene le pareti del foro, consistono nel misurare il numero di colpi necessario (Nspt) per l'avanzamento di un apposito strumento a punta chiusa per tre tratti successivi di lunghezza di 15 cm ciascuno.

Per l'elaborazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni si considera la somma delle misure effettuate sul secondo e sul terzo tratto.

Le prove sono state eseguite con un dispositivo a sgancio automatico, con altezza di caduta di 762 mm, con un maglio del peso di 63,5 kg ed un campionatore della lunghezza di 813 mm, diametro interno di 35 mm e peso totale di 7.2 kg.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 15

6 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Mediante l'esecuzione dei carotaggi e delle prove penetrometriche del tipo SPT all'interno dell'area di indagine è stato possibile ricostruire una stratigrafia di dettaglio fino alla profondità raggiunta dalle prove (10 m) ed effettuare una parametrizzazione geotecnica del sottosuolo.

La distribuzione areale dei punti di indagine e l'interpretazione delle stratigrafie hanno permesso di ricavare una sezione stratigrafica dell'intera area indagata (Tavola V).

6.1 Interpretazione delle prove penetrometriche SPT

Dalle prove eseguite è stato possibile ricavare i valori di N_{spt} richiesti al fine della parametrizzazione geotecnica.

La seguente tabella indica i tipi di correlazioni utilizzate per ricavare i parametri geotecnici ricercati.

Parametro	Simbolo	Unità	Correlazione usata
peso di volume	γ	t/m ³	Mayerhof & co
angolo di attrito di picco	ϕ	° (gradi)	Sowers (1961)
densità relativa	Dr	%	Gibbs & Holtz (1957)
coesione	C'	Kg/cm ³	Terzaghi-Peck

Di seguito vengono tabulate le risultanze dei sondaggi eseguiti e delle prove penetrometriche del tipo SPT e la conseguente parametrizzazione geotecnica, divise per punto di sondaggio.

SONDAGGIO S1							VALORI DI TERRENO				
Profondità	N° COLPI			N'spt	Falda	Nspt	σ_v	Y	DR	Φ	c'
m	0.15	0.30	0.45				kg/cm ²	kN/m ²	%	°	Kpa
1.5	5	5	6	11		11	0.25	16.5	64	36	0
3	2	3	4	7		7	0.51	17.5	47	30	3
4.5	1	1	1	2		2	0.78	18	6	20	2
6	26	27	R	R		R	1.05	18	100	36	0
7.5	R	R	R	R		R	1.33	18.5	100	36	0
9	R	R	R	R		R	1.61	18.5	100	36	0

Tabella 1 Parametrizzazione geotecnica derivata dalle prove effettuate nel sondaggio S1

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 16

SONDAGGIO S2							VALORI DI TERRENO				
Profondità	N° COLPI			N'spt	Falda	Nspt	σ_v	Y	DR	Φ	c'
m	0.15	0.30	0.45				kg/cm2	kN/m2	%	°	Kpa
1.5	1	2	3	5		5	0.25	16.5	50	30	0
3	3	9	4	13		13	0.51	17.5	58	34	5
4.5	5	4	3	7		7	0.79	18.5	38	29	7
6	1	1	1	2		2	1.06	18	6	20	2
7.5	R	R	R	R		R	1.34	18.5	100	36	0
9	R	R	R	R		R	1.62	18.5	100	36	0

Tabella 2 Parametrazione geotecnica derivata dalle prove effettuate nel sondaggio S2

SONDAGGIO S3							VALORI DI TERRENO				
Profondità	N° COLPI			N'spt	Falda	Nspt	σ_v	Y	DR	Φ	c'
m	0.15	0.30	0.45				kg/cm2	kN/m2	%	°	Kpa
1.5	7	7	8	15		15	0.25	16.5	73	36	0
3	14	4	5	9		9	0.51	17.5	50	35	0
4.5	14	4	8	12		12	0.78	18	48	35	0
6	16	9	4	13		13	1.06	18.5	48	34	0
7.5	8	4	2	6		6	1.35	19	25	28	2
9	26	32	32	64		64	1.63	18.5	85	36	0

Tabella 3 Parametrazione geotecnica derivata dalle prove effettuate nel sondaggio S3

6.2 Interpolazione dei parametri caratteristici

Osservando le indicazioni delle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni a riguardo delle valutazioni da svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, è idoneo, secondo il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, il riferimento a valori prossimi ai valori medi, quando, nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (ad esempio in fondazioni superficiali o pali per portata laterale), con possibile compensazione delle eterogeneità o, quando, la struttura a contatto con il terreno sia dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Nel presente caso è stato quindi adottato il riferimento a valori prossimi del "valore medio" per l'elevato volume di terreno coinvolto dalle fondazioni.

È stato criticamente deciso di effettuare una doppia parametrazione, a quote di imposta differenti, ciascuna riferita ad un singolo edificio da edificare, in modo da mediare unicamente i valori derivanti dalle indagini eseguite in punti vicini all'edificio in oggetto.

Di seguito viene riassunta la parametrazione eseguita per ogni edificio.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 17

Edificio 1				
VALORI CARATTERISTICI media S2-S3				
Profondità	Y	DR	Φ	c'
m	kN/m2	%	°	Kpa
0	Livello 0 edificio 1			
1.5	16.5	73	36	0
3	17	50	32.5	0
4.5	17.75	53	34.5	2.5
6	18.5	43	31.5	3.5
7.5	18.5	15.5	24	2
9	18.5	92.5	36	0
10.5	18.5	100	36	0

Tabella 4 Parametri caratteristici – edificio 1

Edificio 2				
VALORI CARATTERISTICI media S1-S2				
Profondità	Y	DR	Φ	c'
m	kN/m2	%	°	Kpa
0 (Livello edificio 2)	16.5	50	30	0
1.5	17	61	35	2.5
3	18	42,5	29.5	5
4.5	18	6	20	2
6	18.25	100	36	0
7.5	18.5	100	36	0
9	18.5	100	36	0

Tabella 5 Parametri caratteristici – edificio 2

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano		Cod. Progetto: 1235-11/1		File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica	
Titolo documento: Relazione geotecnica			Committente: Provincia Autonoma di Bolzano		
Revisione N.: 0		Data: 30-07-2012		Pagina: 18	

7 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il fenomeno della liquefazione consiste in una diminuzione di resistenza al taglio a causa dell'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante un evento sismico che provochi deformazioni permanenti o l'annullamento degli sforzi efficaci del terreno.

Tuttavia nell'area in esame non è necessaria eseguire una verifica alla liquefazione se non sussiste almeno una delle due condizioni fondamentali affinché il fenomeno della liquefazione possa aver luogo (NTC 2008. Par. 7.11.3.4.2), ovvero:

1. eventi sismici attesi di magnitudo *M inferiore a 5*;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g.

Il Punto 2 è verificabile attraverso la relazione:

$$A_{max}(\text{in assenza manufatti-SLV}) < 0.1 \text{ g}$$

Inserendo i valori numerici si ottiene cautelativamente

$$A_{max}(\text{SLV - par 4.3}) = 0.971 < 0.1 \text{ g}$$

Non sussistono quindi le condizioni basilari affinché si possa verificare il fenomeno della liquefazione.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 19

8 INDICAZIONI PER LA PROFILATURA DEGLI SCAVI

Durante le operazioni di alloggiamento delle fondazioni, sarà necessario attenersi alle normative dettate dal D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" per ciò che concerne la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate. (paragrafo 6.2.3).

Nella verifica effettuata di seguito per determinare l'angolo massimo di scarpa, è stata considerata una profondità di 1.5 m nell'ipotesi che le fondazioni vengano allagate a suddetta profondità.

La verifica viene effettuata attraverso l'ausilio degli abachi sviluppati da Hoek e Bray (Figura 2) che sviluppano le seguenti relazioni:

$$\tan \varphi / F = c / (\gamma H \tan \varphi) = c / (\gamma H F)$$

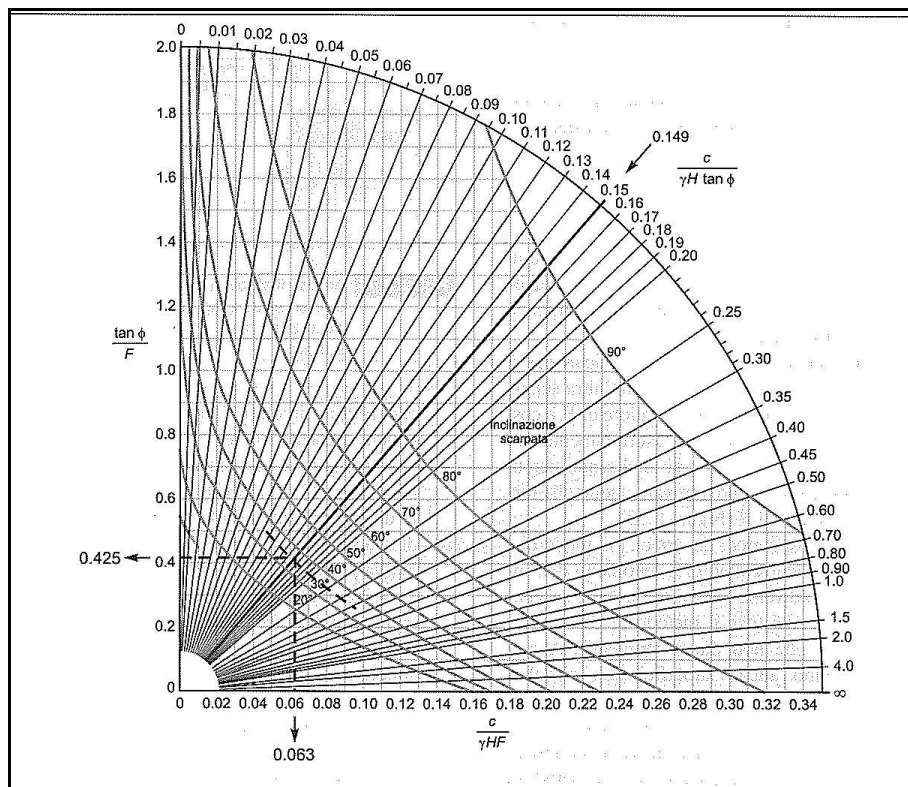


Figura 2 Abachi di Hoek e Bray

Trattandosi di condizioni a breve termine, si possono utilizzare i seguenti parametri caratteristici, che tengono conto del minimo addensamento del terreno e della frazione limosa presente (a lungo termine la coesione è nulla).

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 20

Denominazione	Simbolo	Valore	U.M.
Angolo attrito medio caratteristico	φ	32	gradi
Coesione apparente	c_{app}	3	KPa
Peso di Volume	γ	16.5	KN/m ²
Altezza massima scavi	H	1.5	m

Ne deriva quindi un angolo di scavo $\varphi_{max} = 55^\circ$ in condizioni di scavo asciutto da ridurre a 45° in presenza di acqua.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano				Cod. Progetto: 1235-11/1				File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica			
Titolo documento: Relazione geotecnica								Committente: Provincia Autonoma di Bolzano			
Revisione N.: 0				Data: 30-07-2012				Pagina: 21			

9 CONCLUSIONI

Su incarico e per conto della Provincia Autonoma di Bolzano, ARCADIS Italia srl ha provveduto ad eseguire una campagna di indagine con lo scopo di documentare ed elaborare i risultati delle indagini, effettuare le valutazioni circa le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni indagati ed elaborare il modello geologico per il sito della "Caserma Vittorio Veneto" di Bolzano in Via Vittorio Veneto.

Le indagini sono consistite in n°3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 10 m e nella realizzazione di prove SPT all'interno dei sondaggi con una spaziatura di 1.5 m.

Mediante le prove eseguite è stato possibile ricostruire le caratteristiche litologiche e geotecniche degli strati del sottosuolo del sito di indagine fino alla profondità raggiunta (10 m).

I risultati delle indagini eseguite vengono riassunti e presentati nel Capitolo 6.

Si sottolinea come limitatamente all'edificio 1 (Tavola IV) sia presente un potenziale rischio da caduta massi derivante dalla disgregazione del versante roccioso situato a ridosso dello stesso edificio.

Allo stato attuale l'area non può essere considerata esente da rischio di caduta massi ed perciò obbligatorio effettuare le operazioni di messa in sicurezza del versante preliminarmente rispetto alle operazioni di edificazione.

La presente relazione ottempera alle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (DM 14.01.2008) entrate in vigore con il DL 39/09 del 30/06/2009 e costituisce documento idoneo al rilascio della concessione edilizia.

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 22

ALLEGATI

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 23

Allegato 1

REPORT FOTOGRAFICO

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 24

Allegato 2

STRATIGRAFIE

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 25

TAVOLE

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano	Cod. Progetto: 1235-11/1	File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica
Titolo documento: Relazione geotecnica	Committente: Provincia Autonoma di Bolzano	
Revisione N.: 0	Data: 30-07-2012	Pagina: 26

Oggetto: Caserma Vittorio Veneto - Bolzano				Cod. Progetto: 1235-11/1				File: relazione geologica idrogeologica e geotecnica					
Titolo documento: Relazione geotecnica								Committente: Provincia Autonoma di Bolzano					
Revisione N.:		0						Data:		30-07-2012		Pagina:	27