

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

PROVINCIA AUTONOMA DE BULSAN - SÜDTIROL

Ordine Ingegneri - Bolzano
Ingenieurkammer - BozenGeologenkammer
der Region
Autonome Provinz Bozen - Südtirol
Geologie Regionale
Geologie

XXVIII. Geoalp Wintercup 2025

• 13.02. - 14.02.2025 •

Die Risikoentwicklung als Folge des Klimawandels: Was tun? Auswirkungen und Lösungsansätze ...

Evoluzione del rischio idrogeologico a seguito dei cambiamenti climatici: cosa fare? Impatti e soluzioni ...

- Die Verlegung der SS040 Reschenpass durch Errichtung eines großen Erddammes am Ufer des Reschen Sees.
(Fabio De Polo - Siegfried Pohl - Johannes Strimmer)

- Lo spostamento della SS040 mediante la realizzazione di un rilevato di terra di grandi dimensioni sulla riva del Lago di Resia.
(Fabio De Polo - Siegfried Pohl - Johannes Strimmer)

1

Autonome Provinz Bozen – Südtirol

Abteilung 10 - Tiefbau
Amt 10.1 - Amt für Straßenbau West

Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 10 - Infrastrutture
Ufficio 10.1 - Ufficio tecnico strade ovest

1. VARIANTEPROJEKT 1. PROGETTO DI VARIANTE

23.02.S.40.7 VERLEGUNG DER
TRASSENFÜHRUNG UND ERRICHTUNG
VON SCHUTZBAUTEN ZWISCHEN KM
22,90 CA. UND KM 24,30 CA. DER SS40 -
GEMEINDE GRAUN.
BAULOS 1 - AUFSCÜTTUNG
1. VARIANTE- UND ZUSATZPROJEKT

23.02.S.40.7 SPOSTAMENTO DEL
TRACCIATO ED ESECUZIONE DI
OPERE PROTETTIVE TRA IL KM 22,90
CA. ED IL KM 24,30 CA. DELLA SS40 -
COMUNE DI CURON.
LOTTO 1 - RIPIEPIIMENTO
1. PROGETTO DI VARIANTE ED
AGGIUNTIVO

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL		PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE	
Abteilung 10 - Tiefbau		Ripartizione 10 - Infrastrutture	
PROVINCIA AUTONOMA DE BULSAN - SÜDTIROL		Ripartizione 10 - Infrastrutture	
Repartizione 10 - Infrastrutture			
23.02.S.40.7.1			
Verlegung der Trassenführung und Errichtung von Schutzbauten zwischen km 22,90 ca. und km 24,30 ca. der SS40 Gemeinde Graun. Baulos 1 - Aufschüttung Spostamento del tracciato ed esecuzione di opere protettive tra il km 22,90 ca. ed il km 24,30 ca. della SS40. Comune di Curon. Lotto 1 - riempiamento Spostament de percurs y realizaziun de opere de protezion dant le km 22,90 ca. y le km 24,30 ca. dla SS40 di comun da Curon. Part 1 - Impilad			
GESAMTKOORDINATOR COORDINATORE UNICO COORDINATEUR GÉNÉRAL	Ing. Umberto Simone	Amt 10 - Tiefbau Rip. 10 - Infrastrutture Rip. 10 - Infrastrutture	
AMTDIREKTOR DIRETTORE D'UFFICIO DIRECTEUR D'OFFICE	Ing. Johannes Strimmer	Amt für Straßenbau West Ufficio tecnico strade ovest Ufficio tecnico strade ovest	10.1 10.1 10.1
VERFAHRENSVERANTWORTLICHER RESPONSABILE DI PROCEDIMENTO RESPONSAB. DIA PROZEDDA	Ing. Johannes Strimmer	Amt für Straßenbau West Ufficio tecnico strade ovest Ufficio tecnico strade ovest	10.1 10.1 10.1
TECHNISCHE UNTERSTÜTZUNG SUPPORTO TECNICO ASSISTENZA TECNICA	Geom. Marion Cagall	Amt für Straßenbau West Ufficio tecnico strade ovest Ufficio tecnico strade ovest	10.1 10.1 10.1
BAULEITER DIRETTORE LAVORI DIRECTEUR DI LEURES	Ing. Fabio De Polo	Agenzia für Bevölkerungsschutz Agenzia per la Protezione Civile Agenzia per la Protezione Civile	
PLANNER UND BAULEITUNGSASSISTENZ PROGETTISTA E ASSISTENZA AI LAVORI PROIETTANT Y DIRECTEUR DI LEURES	Ing. Siegfried Pohl	Pohl + Partner GmbH Hauptstraße - Via Principale, 60 39021 Latsch - Laces (BZ)	
INGENIEUR-GEOTECHNISCHE BAUASSISTENZ ASSISTENZA INGEGNERISTICO-GEOTECNICA ASSISTENZA IN INGENIERISTICA Y GEOTECNICA	Ing. Simon Berger	Tiefackerweg - Via Trafacker 1 39020 Merano - Merano (BZ)	
SICHERHEITSKOORDINATOR IN AUSFÜHRUNGSFASE COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE ESECUTIVA COORDINATEUR DELLA SICUREZZA D'ESECUTION	Ing. Glogio Girat	Ingenieurgesellschaft - Ingenieri associati Fischer - Girat Kupferstraße - Via Kupfer, 30 39012 Merano - Merano (BZ)	
AUSFÜHRENDES UNTERNEHMEN DITTA ESECUTRICE DITTA D'ESECUTION	Bietergemeinschaft R.T.L. Mair Josef & Co KG Mara GmbH Brunner & Leiter GmbH Erdbau GmbH Hofer Tiefbau GmbH Karl Wieser OHG	Kiefernhaingweg - Via Pineta, 98 39053 Prad a. St. Joch - Prato allo Stelvio (BZ)	
WEITERVERGABEN SUBAPPALTORI LEURES DAC INANT			

Wir bauen für Sie - Costruiamo per voi - Nuos fabricon per voi

2

Passo Resia chiuso causa frana

Il traffico viene deviato per il Brennero. Prevista la riapertura della statale in giornata

Frane Viabilità Maltempo Meteo

11 settembre 2020



RESIA. Passo Resia è attualmente chiuso per una frana, che ieri sera ha invaso la statale tra S. Valentino alla Muta e Curon. Il traffico viene deviato

Il traffico che attualmente passa per passo Resia è comunque limitato per lavori sul versante austriaco. La B180 Reschen Straße tra Nauders e



Figura 1 – Immagine della colata detritica che il 25-07-2022 ha invaso la SS 40 (lato Est a sinistra, lato Ovest a destra)

Maltempo / Alto Adige

Val Venosta, auto colpita da una frana: illese le persone a bordo. Passo Resia irraggiungibile

Lo smottamento si è verificato ieri, mercoledì 12 luglio, alle ore 23 sulla sponda orientale del lago di Resia. La strada statale tra Curon e San Valentino è rimasta chiusa al traffico. Cadute massi si sono verificate anche Laion, Velturmo e Rifiano, ma non si sono verificati feriti

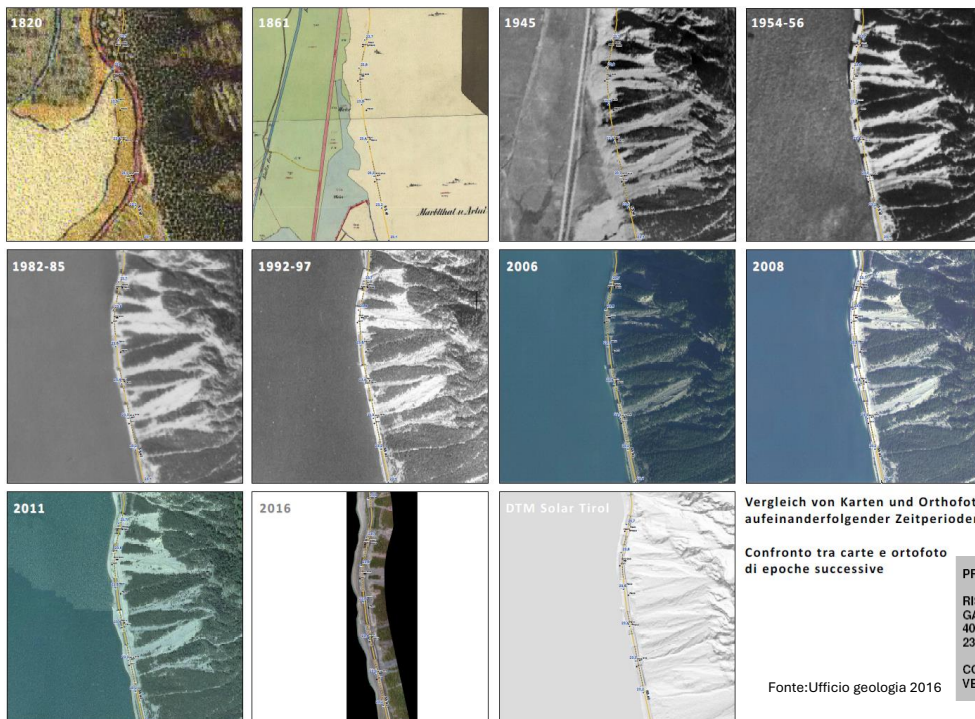
#Val Venosta #Passo Resia #Danni Da Maltempo Meteo #Maltempo

#Vigili Del Fuoco Alto Adige

13 luglio 2023 A- A+



3



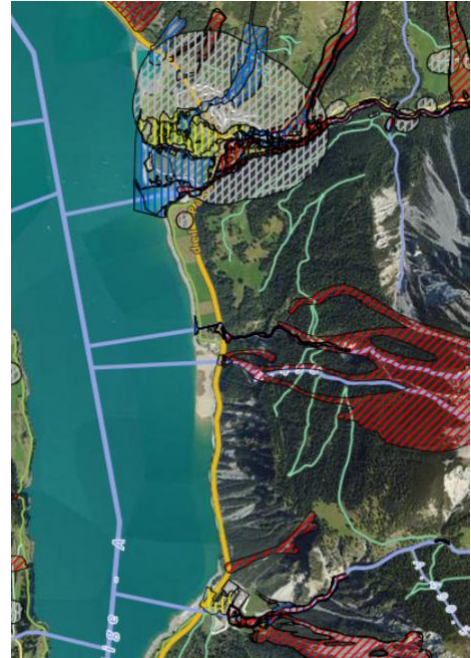
4

La situazione in termini di pericoli naturali

PZP -Frane



PZP - Idraulica



5

PASSO RESIA

La strada statale “40” di Passo Resia sarà messa in sicurezza

Si sposta il tracciato a Curon Venosta, spesa 18 milioni di euro. L'assessore provinciale alle infrastrutture Alfreyder: «Per bypassare le gallerie che hanno urgente bisogno di essere ristrutturate e per proteggere meglio la strada dalla caduta di massi e valanghe, vogliamo spostare il percorso verso il bacino»

Curon Venosta Passo Resia Lago Di Resia

06 dicembre 2022



BOLZANO. La giunta provinciale di Bolzano ha dato il via alla procedura di modifica del piano regolatore del comune di Curon Venosta per spostare e mettere in sicurezza il tracciato del tratto della statale 40 del Passo Resia.

Attualmente, la strada con le relative gallerie, costruite durante lo sbarramento del Lago di Resia, corre direttamente lungo il pendio della montagna, con il rischio di caduta di massi e valanghe. Per garantire l'infrastruttura, il tracciato della strada statale sarà spostato, come la stessa pista ciclabile, che corre parallelamente ad essa.

«Per bypassare le gallerie che hanno urgente bisogno di essere ristrutturate e per proteggere meglio la strada dalla caduta di massi e valanghe, vogliamo spostare il percorso verso il bacino» spiega l'assessore provinciale alla mobilità ed alle infrastrutture, Daniel Alfreyder. Sono previsti anche una pista ciclabile e spazi verdi.

«Con questo intervento creiamo più sicurezza per gli utenti della strada, più qualità della vita grazie a una migliore accessibilità per gli abitanti di Curon e, allo stesso tempo, una maggiore attrattiva della zona per gli escursionisti e i turisti», sottolinea l'assessore.

La statale 40 che costeggia la riva sinistra del lago sarà spostata di circa 50 metri verso il lago. Inoltre, la pista ciclabile sarà spostata parallelamente ad essa. La spesa per l'intervento di messa in sicurezza ammonta a circa 18 milioni di euro.

6

Storia della strada

Nel 1950, la costruzione della diga del Resia unificò il lago di Resia e il lago di Curon, sommergendo l'antico abitato di Curon Venosta, che venne ricostruito più a monte. Questo creò il bacino dell'attuale lago di Resia, lungo 6 km e largo 1 km nel punto di massima larghezza.

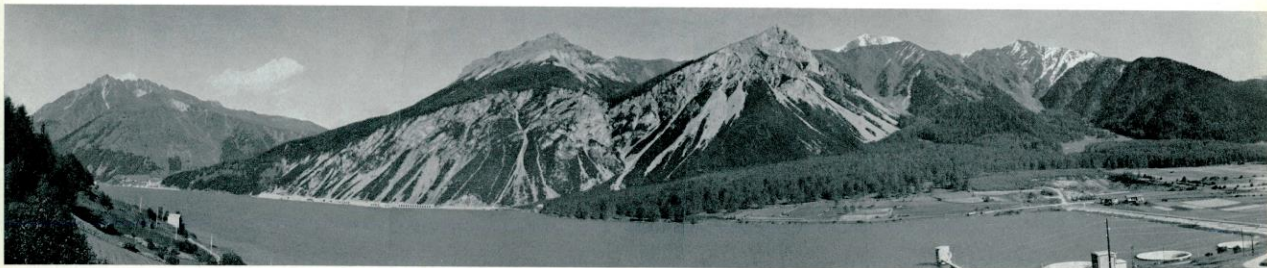


FIG. 5 - Panoramica del fondovalle in corrispondenza del Lago di Resia.

Nel 1949, la SS.40 "Passo Resia" fu spostata a causa della costruzione del lago artificiale di Resia. Furono costruite diverse gallerie di protezione nel tratto tra il km 23 e il km 24 circa, a causa del pericolo di crolli e colate detritiche.

7

Gli studi preliminari per risolvere il problema

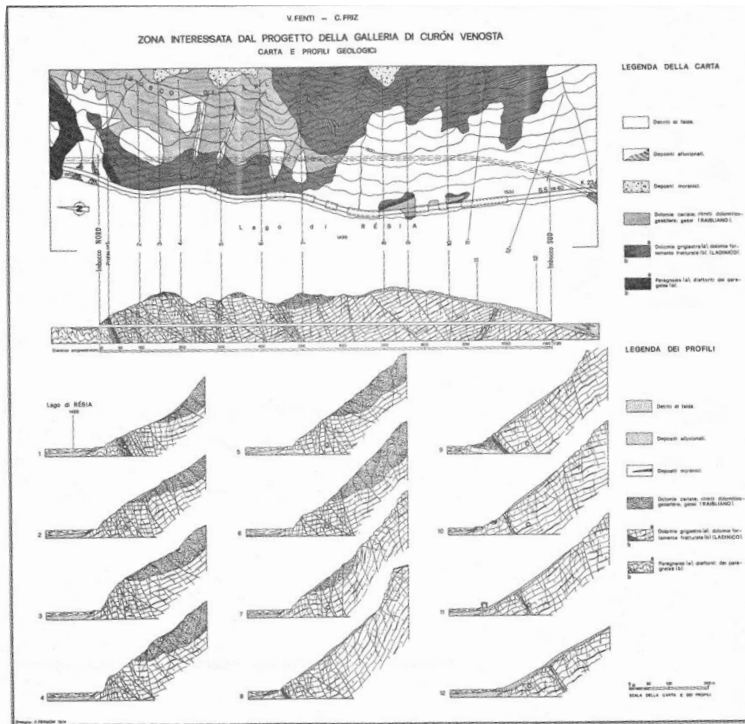


V. FENTI - C. FRIZ

Il progetto della strada statale a scorrimento veloce della
Val Venosta (Alto Adige) - Studi geologici applicati
alla galleria di Curon

PREMESSA	pag.	31
DESCRIZIONE DEI TERRENI		32
Basamento cristallino pre-Carbonifero		32
Permiano e Carbonifero		34
Scitico e Anisico pp?		36
Anisico		37
Ladinico		39
Raibiano		40
TETTONICA		41
CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-APPLICATE ALLA GALLERIA		48
Il tracciato in rapporto alla situazione geomorfologica		48
Natura litologica e comportamento geomeccanico del mezzo attraversato		50
Le discontinuità spaziali della massa rocciosa in rapporto ai problemi di scavo		52
Aspetti idrogeologici		59
Imbocchi		60
RIASSUNTO		64
SUMMARY		65
BIBLIOGRAFIA		66

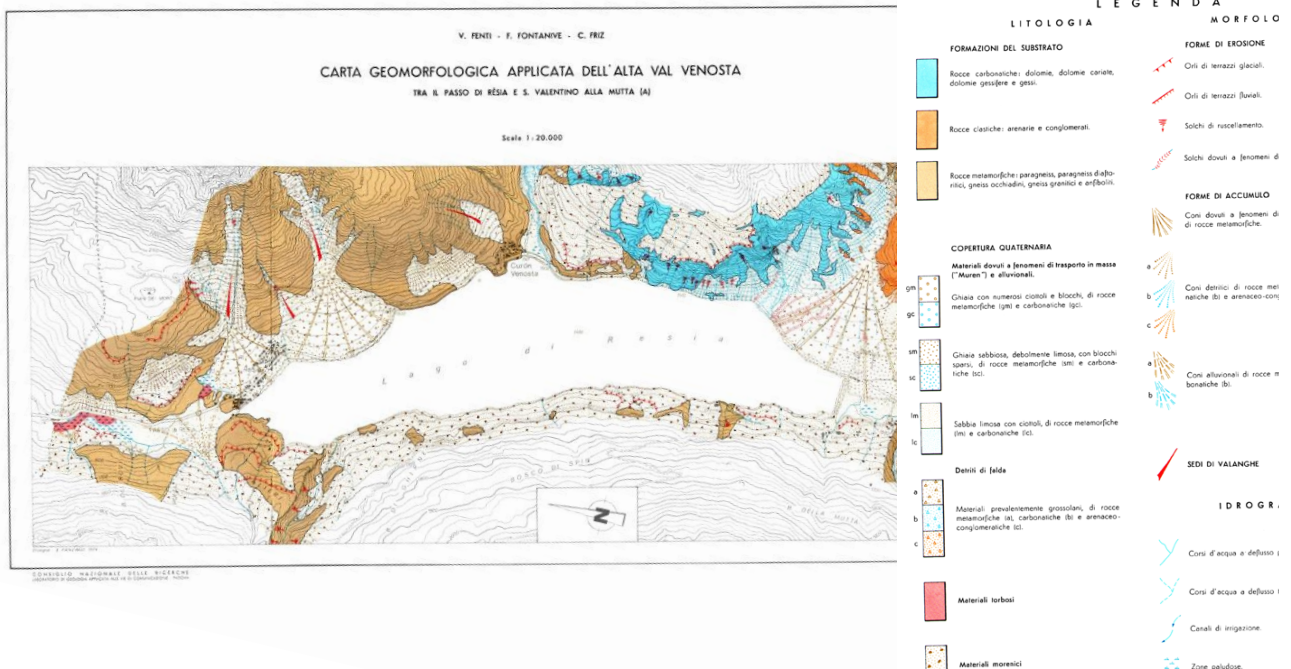
8



NTC 2028 – 6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

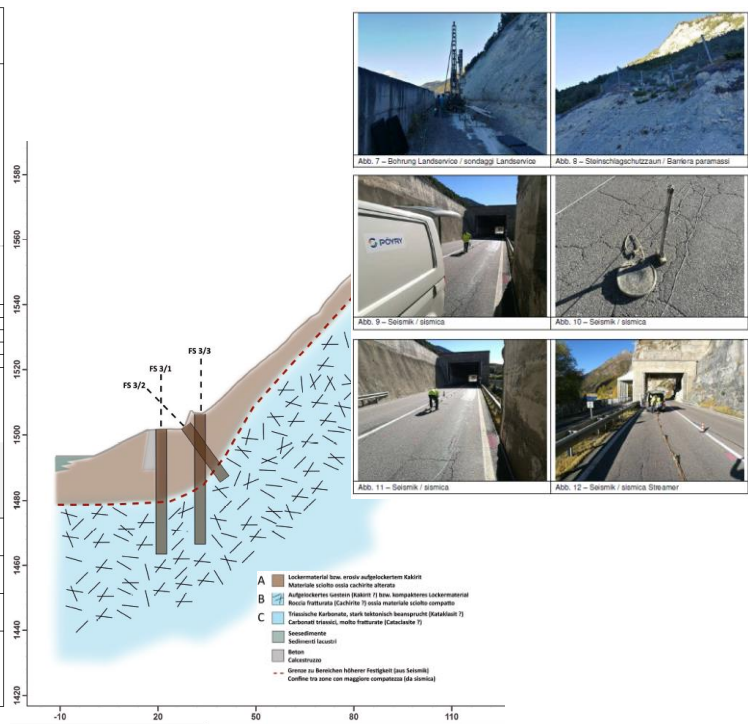
Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche

9

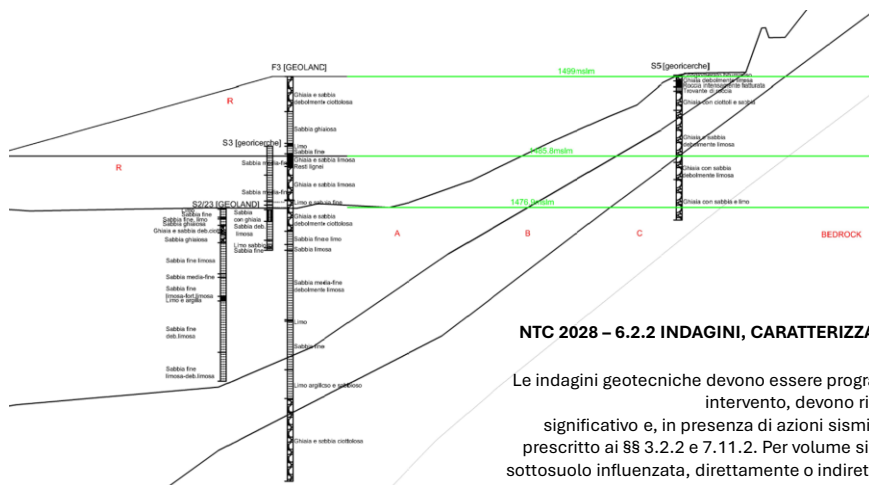


10

GEMEINDE GRAUN IM VINSCHGAW COMUNE DI CUNON VENOSTA		 AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO																			
VORHABEN/progetto: Geologische und bautechnische Untersuchung für die Sanierung der Steinschlaggalerien auf der SS 40 zwischen km 23+212 und 23+950 Indagine geologica e tecnica per il risanamento delle gallerie paramassi sulla SS 40 tra km 23+212 e 23+950																					
Behörde / amministrazione: <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>24.10.2016</td> <td>Traduzione italiana</td> <td>KS</td> <td>SH</td> <td>PSENNEN</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>29.08.2016</td> <td>1. Ausgabe/1. edizione</td> <td>SH</td> <td>AP</td> <td>PSENNEN</td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td>Datum/data</td> <td>Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento</td> <td>erstellt/elaborato</td> <td>geprüft/verifiziert</td> <td>freigegeben/approv.</td> </tr> </table>				1	24.10.2016	Traduzione italiana	KS	SH	PSENNEN	0	29.08.2016	1. Ausgabe/1. edizione	SH	AP	PSENNEN	Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/verifiziert	freigegeben/approv.
1	24.10.2016	Traduzione italiana	KS	SH	PSENNEN																
0	29.08.2016	1. Ausgabe/1. edizione	SH	AP	PSENNEN																
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/verifiziert	freigegeben/approv.																
AUFTRAGGEBER/committente: Auton. Prov. Bozen – Amt f. Geologie u. Baustoffprüfung Prov. Auton. di Bolzano – Uff. Geologia e prova materiali																					
DOKUMENTITITEL/ titolo del documento: STEINSCHLAGSTUDIE STUDIO DI CADUTA MASSI																					
INGENIEURBÜRO STUDIO D'INGEGNERIA  EUT GmbH / srl I-39042 BRIXEN BRESSANONE Dante Straße 132 Tel. 0472 / 27 24 00 - Fax 0472 / 27 24 24 - info@eut.bz.it - www.eut.bz.it		SETTE/pagina: 1 von/di 39 PROJEKT NR./progetto n.: 900-116 DOKUMENT/documento: SR-SS-001_it ENLAGE NR./allegato n.: Traduzione italiana																			



11



NTC 2028 – 6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista.

12

6. PARAMETRI GEOTECNICI PER LE VERIFICHE DI STABILITA'

In definitiva, ed in attesa delle necessarie verifiche a grande scala da eseguire nella fase iniziale di costruzione del rilevato in progetto, si è ritenuto opportuno privilegiare un approccio ispirato a criteri prudenziali scegliendo i valori cautelativi dei parametri geotecnici riportati nella seguente Tabella 5.

Materiali	γ (1)	c'	φ'
Detriti di versante: coperture superficiali lungo il versante	19	0	37°
Detriti di versante superficiali sottostanti le coperture	20	4	30°
Detriti di versante (sottostanti quelli superficiali)	20	4	32°
Rocce carbonatiche fratturate lungo il versante	20	0	42°
Materiali da costruzione del rilevato in opera (corpo del rilevato)	20	0	38°
Depositi lacustri recenti contenenti terreni a grana fina	19	0	30°
Depositi lacustri costituiti di detriti di versante	20	4	32°
Depositi lacustri costituiti di detriti di versante	20	0	37°
Depositi lacustri costituiti di rocce carbonatiche fratturate	20	0	42°

(1) Peso dell'unità di volume (kN/m³); (2) Coesione efficace (kPa); (3) Angolo di attrito efficace (gradi)

Tabella 5 - Valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati per sviluppare le analisi di progetto

Roma, SETTEMBRE 2023

prof. ing. Giovanni Bosco,
dott. ing. Amarian Pozzato

APPENDICE 2 - VERIFICHE DI STABILITA' IN CONDIZIONI STATICHE

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di stabilità in condizioni statiche per il versante (a rilevato finito) e per il rilevato utilizzando come condizione identica il massimo scavo pari a 1500.30 m s.l.m. (quote riportate nel PAB) e l'avanzo a quota pari a 1481 (quota circa coincidente con il piano di imposta del rilevato). Come già detto, si precisa che l'utilizzo della quota di avanzo pari a circa 1481 m s.l.m. (quota coincidente con il piano di imposta del rilevato) puntualizza che la quota di minimo scavo pari a 1466.65 m s.l.m. è cautelativa.

APPENDICE 3A - VERIFICHE DI STABILITA' IN CONDIZIONI SISMICHE

Le verifiche di stabilità riportate in precedenza, Appendice 3, sono state ripetute nell'ipotesi che il sottosuolo sotteso dall'area di imposta del rilevato di progetto risulti assimilabile ai: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del sottosuolo 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". Inoltre si è ipotizzato (V_{50}) = 75 anni, classe d'uso = "Classe IV", C_u = 2.0, per cui (V_{50}) (C_u) = 150 anni e T_E = $(V_{50}) / [\ln(1 - P_{st})]$ = 1424 anni.

In tal caso si ha S_E = 1.46; invece il valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T è ancora pari ad S_T = 1.2. Di conseguenza si ottiene

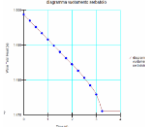
$$(h_{sm}) = (h_g) (S) = (h_g) (S_E) (S_T) = (0.145) (1.46) (1.2) = 0.257 g$$

Quindi i coefficienti sismici orizzontale e verticale, che si utilizzano per determinare le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente, risultano pari a:

$$(h_k) = (h_v) [(h_{sm})/g] = (0.38) (0.257) = 0.098 \quad (k_k) = \pm 0.5 (h_k) = \pm 0.049$$

APPENDICE 4 - VERIFICHE DI STABILITA' IN CONDIZIONI DI RAPIDO SVASO

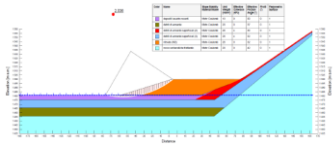
Le verifiche di stabilità nelle condizioni di rapido svasso sono state eseguite con riferimento a due schemi di calcolo, nelle ipotesi, rispettivamente, di vuotamento istantaneo e di progressivo vuotamento del volume scavato nel lago.



RISULTATI SEZIONE 2-2

Sezione 2-2 - Analisi di stabilità del rilevato con quota scavo pari a 1481 m s.l.m.

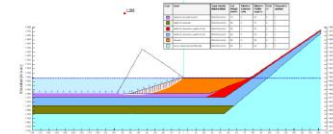
FS= 2.63



RISULTATI SEZIONE 2-2

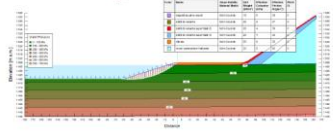
Sezione 2-2 - Analisi pseudo-statica di stabilità del rilevato con quota di massima regolazione pari a 1468.75 m s.l.m. I coefficienti sismici utilizzati sono $h_k = 0.098$ e $k_k = \pm 0.049$

FS= 1.38

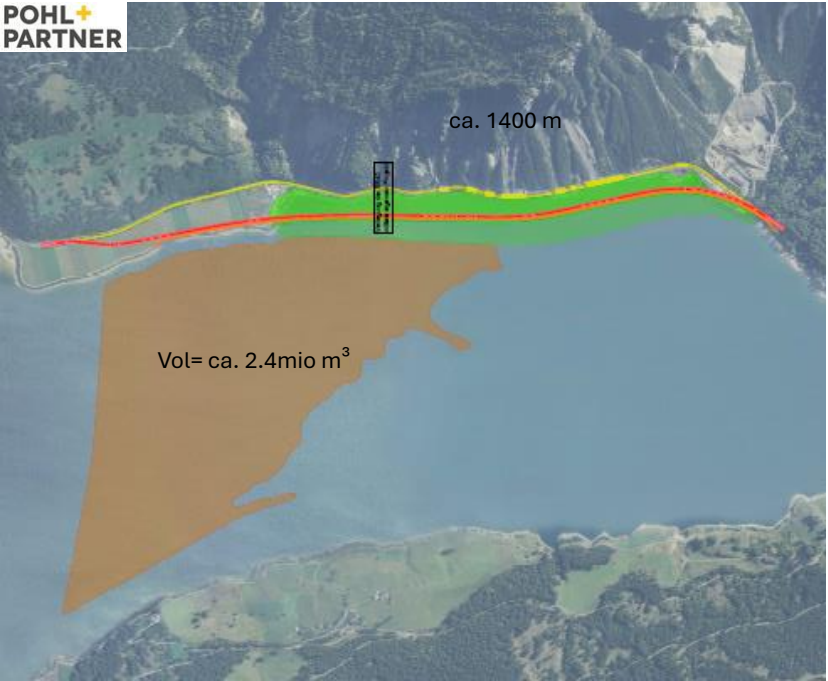


Sezione 2-2 - Analisi di stabilità del rilevato, in condizione di svasso rapido, nell'ipotesi temporale pari a 6h (0.25 giorni) con condizione iniziale (a) e (b) delle pressioni interstiziali determinate dalla quota di massima regolazione, pari a 1468.75 m s.l.m.

FS= 1.90



POHL+
PARTNER



Autonome Provinz Bozen – Südtirol

Abteilung 10 - Tiefbau

Amt 10.1 - Amt für Straßenbau West

Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 10 - Infrastruttura

Ufficio 10.1 - Ufficio tecnico strade ovest

1. VARIANTEPROJEKT

1. PROGETTO DI VARIANTE

23.02.5.40.7 VERLEGUNG DER TRASSENFÜHRUNG UND ERRICHTUNG VON SCHUTZBAUTEN ZWISCHEN KM 22,90 CA. UND KM 24,30 CA. DER SS40 - GEMEINDE GRAUN.

23.02.5.40.7 SPOSTAMENTO DEL TRACCIATO ED ESECUZIONE DI OPERE PROTETTIVE TRA IL KM 22,90 CA. ED IL KM 24,30 CA. DELLA SS40 - COMUNE DI GRON.

BAULOS 1 - AUFSCHÜTTUNG

1. VARIANTE- UND ZUSATZPROJEKT

LOTTO 1 - RIEMPIMENTO

1. PROGETTO DI VARIANTE ED AGGIUNTIVO

Plan Nr.: 1

Tavola n. 00a

Maßstab: 1:500

Planinhalt / Contenuto:
Technischer Bericht DEUTSCH
Relazione tecnica TEDESCO

Datum / Data: 02.02.2024

Version / Versione: V01

ausgearbeitet / Elaborato: BZ

geprüft / Controllato: GP

Der Bauherr / Il committente

Verantwortlicher / Responsabile
Dr. Ing. Siegfried Pohl

Technischer Leiter / Direttore Tecnico
Dr. Ing. Siegfried Pohl

POHL+
PARTNER

Hauptstraße 60 via Centrale
I-39021 Latsch / Laces (BZ)
T +39 0473 82 21 95 F +39 0473 82 38 95
www.pohl-partner.it info@pohl-partner.it

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI BOLZANO

Dr. Ing. Siegfried Pohl

INCARICO: TECHNISCHE LEITER DER PROVINZ BOZEN

Matr. n. 188800

Valido dal 26/10/2023 al 26/10/2025

Registrazione: 04/08/2023

Firmato digitalmente da: Dr. Ing. Siegfried Pohl

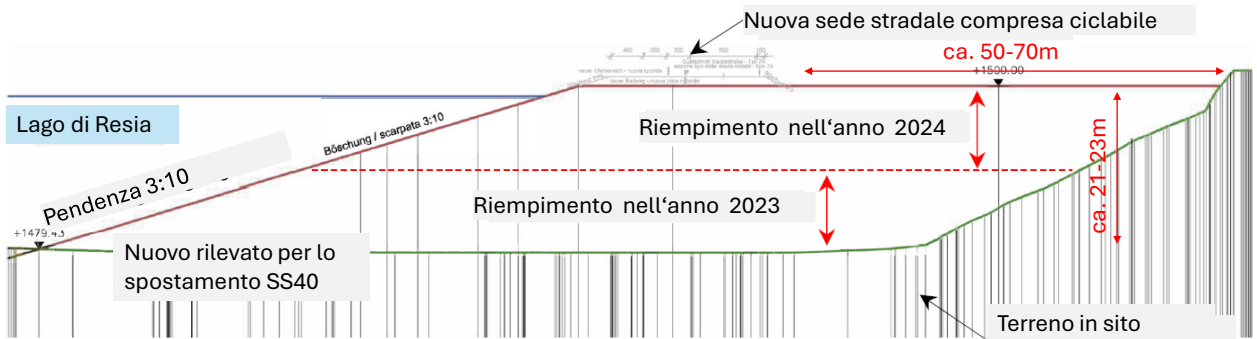
Firmato digitalmente da: Fabio De Polo

Data: 05/02/2024 15:51:54

P151053 Autorizzazione Reschensee SS40 I.S. 1. Variante IT/DE/ENG.dwg

14

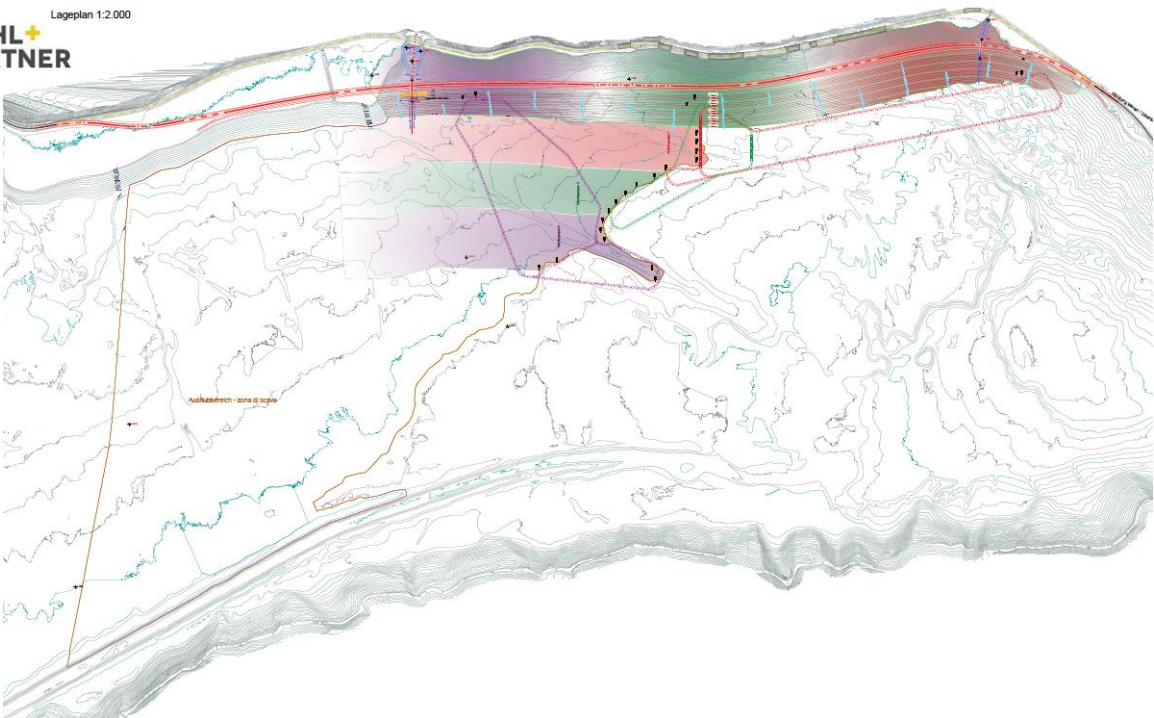
7



15

POHL+
PARTNER

Lageplan 1:2.000



16



17



18

Lavori preliminari



19



20



21

- Capacità di carico : 17-20 t
- Volume di carico: 22-24m³
- Numero di Dumper in azione: 34-45
- Velocità di spostamento dei Dumper: 30-40 km/h
- Volume giornaliero mobilitato: 30.000-40.000m³ (100 x 100 x 3-4 m)
- Tempo di carico di un Dumper = ca. 1,5 min
- Ore giornaliere lavorate: 8-10 ore

22

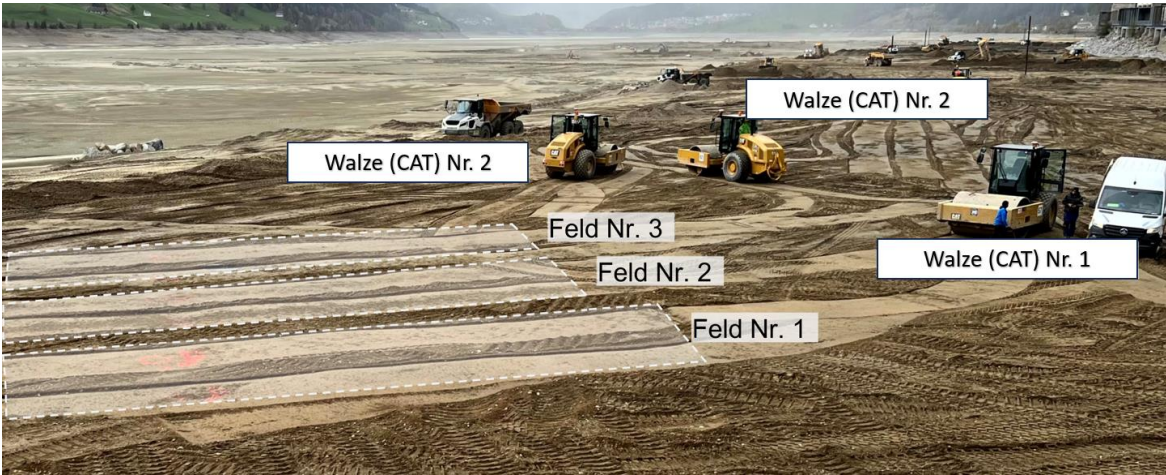
Macchinari da compattazione usati

Anno	Macchinario	Rullo	Aufzeichnung Verdichtung	Software / Auswertung
2023	Caterpillar (CAT) C578B; 18,7 t	Liscio	CMV / MDP [-]	Trimble Work OS
	Caterpillar (CAT) C556; 12,5 t	Pecora Pecora	CMV / MDP [-]	Trimble Work OS
	HAMM HC 200; 19,24 t	Liscio	HMV [-]	PDF / Tagesrapporte
2024	BOMAG BW 219 DH 19,4 t	Liscio	E_{vb} [MN/m ²]	Veta
	Caterpillar (CAT) C578B; 18,7 t	Liscio	CMV / MDP [-]	Trimble Work OS
	Caterpillar (CAT) C578B; 18,7 t	Liscio	CMV / MDP [-]	Trimble Work OS
	Caterpillar (CAT) C556; 12,5 t	Liscio	CMV / MDP [-]	Trimble Work OS



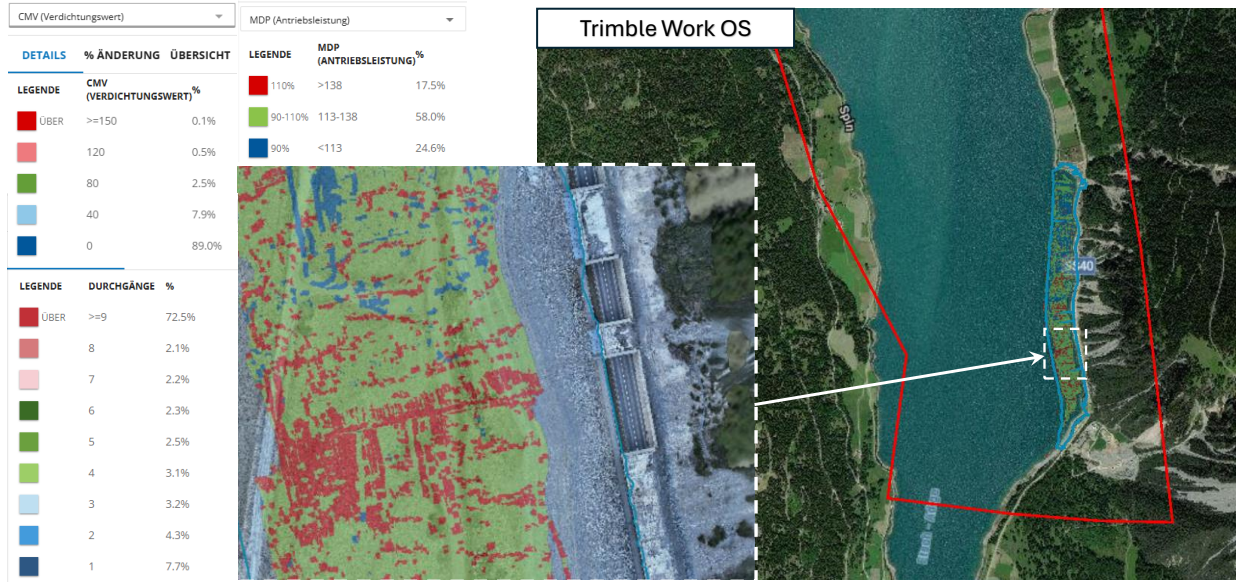
23

Compattatori utilizzati e calibrazione 2024



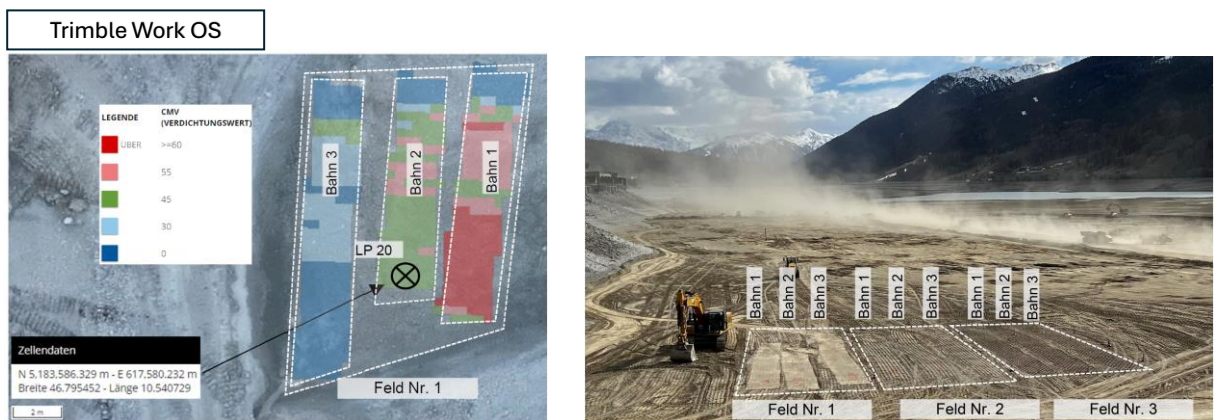
24

Verwendete Verdichtungsgeräte – Auswertung mittels FDVK



25

Compattatori utilizzati e calibrazione 2023



26



27



28



29



30



31

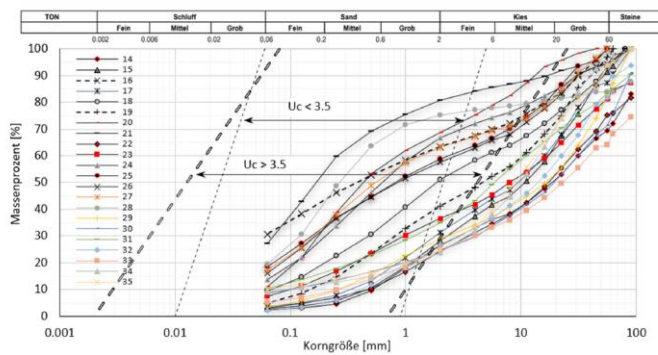


Abbildung 3. Korngrößenverteilung der Bodenproben am Reschensee, inkl. Grenzwerte Verflüssigung nach NTC 2018, 7.11.3.4



32



33



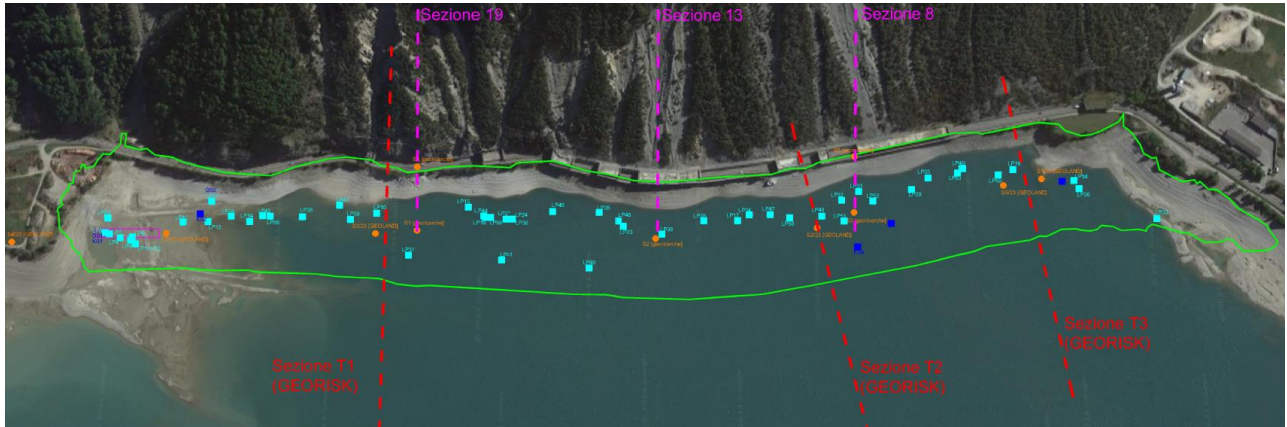
34

Controlli in corso d'opera

Prove ingegneristico - geotecniche durante i lavori

2023**Kontrollen während der Bauarbeiten**

Ingenieurgeotechnische Prüfungen während der Arbeiten



Assistenza alla DL Ingegneristico - geotecnica
Dipl.-Ing. Dr. techn. Simon Berger
simon.m.berger@gmail.com

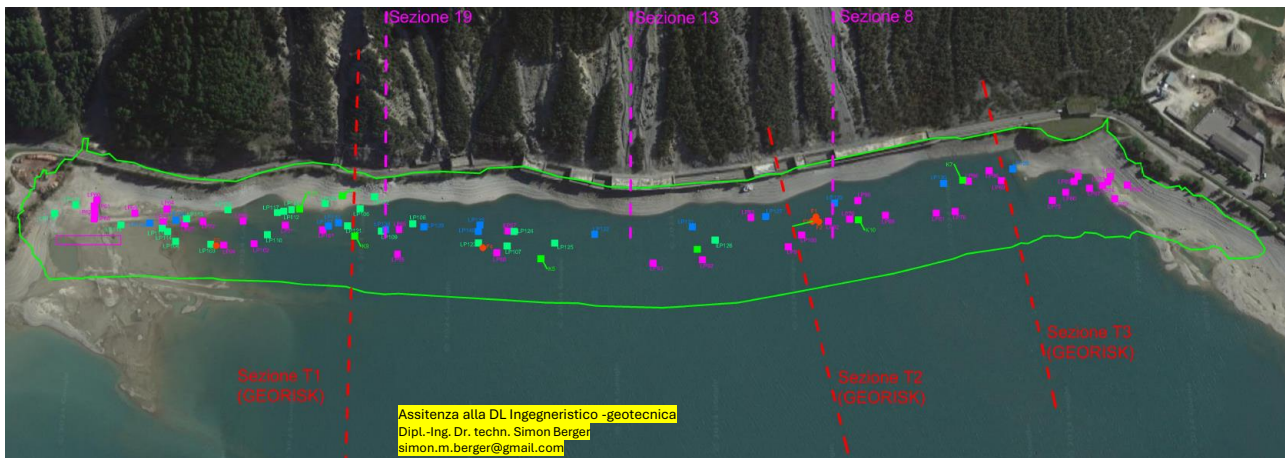
35

2024**Controlli in corso d'opera**

Prove ingegneristico - geotecniche durante i lavori

Kontrollen während der Bauarbeiten

Ingenieurgeotechnische Prüfungen während der Arbeiten



Assistenza alla DL Ingegneristico - geotecnica
Dipl.-Ing. Dr. techn. Simon Berger
simon.m.berger@gmail.com



36

Controlli in corso d'opera

Prove ingegneristico - geotecniche durante i lavori

Prova di permeabilità

Abbildung 14, Durchlässigkeitsversuch ($\varnothing = 1,0$ m, Höhe = ca. 1,0 m); Links: Versetzen des Versuchsschachtes; Mitte: Wassersättigung des Bereichs um die Versuchsdurchführung; Rechts: Messeinrichtung zum Ablesen des Wasserstandes

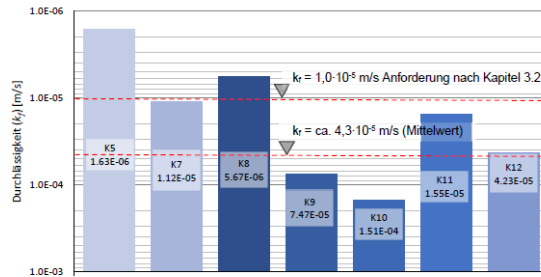


Abbildung 19, Auswertung der Durchlässigkeit der Versuche K5-D53-CAMP-17, K7, K8, K9, K10, K11 und K12



37

Controlli in corso d'opera

Prove ingegneristico - geotecniche durante i lavori

**PROVE DI CARICO SU PIASTRA**

59 (2023) + 81 (2024) prove di carico su piastra D=600mm

< 2 metri

ultimi 2 metri

Piano viabile

Bereich	Bezeichnung Lastplattenversuch	Höhe [m ü. M.]	E_{v2} (gemäß Kapitel 3, Abbildur)
I	LP_60 bis LP_102	< ca. 1498	50 MN/m ²
II	LP_103 bis LP_126	> ca. 1498 < ca. 1500	80 MN/m ²
III	LP_127 bis LP_140	ca. 1500	120 MN/m ²

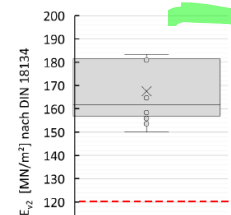
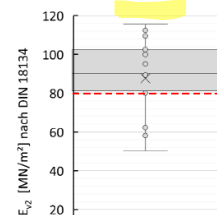
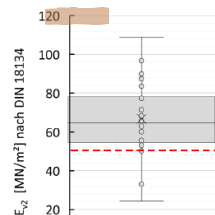


Abbildung 9, Statistische Auswertung der Ergebnisse des Verformungsmoduls der Wiederbelastung (E_{v2}), Boxplot mit 25% Quantil und 75% Quantil; Links: Bereich I; Mitte: Bereich II; Rechts: Bereich III

38

Strumentazione di controllo
„piezometri“ per il controllo delle pressioni interstiziali



39

Strumentazione di controllo
„estensimetri“ per il controllo degli spostamenti

Box lettura su pista ciclabile



Corrugato + Prolunga fibre 94m

Pozzetto

12 per 2° stato
+ 3 m per fare i giunti

Estensimetro xx m

Estensimetro xx m

Estensimetro 18 m

18,3m

Fibra deformazione (blu) 66m

Fibra Temperatura (rossa) 66m



40

Utilizzo di fibra ottica



Figura 5: Fase di installazione il 22 giugno 2023.

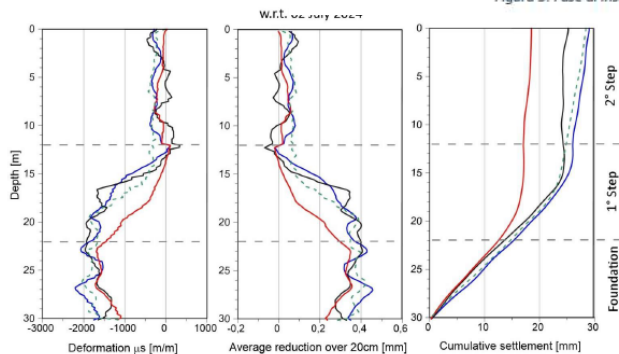


Figura 4: Profili delle deformazioni misurate nel 2024 rispetto al riferimento del 02/07/2024 e relativi profili di cedimento.

L'installazione è avvenuta in data 22 giugno 2023, con la collaborazione del personale DICEA e la ditta Geo-ricerche. In prossimità della sezione 13, come visibile in Figura 5, si è proceduto prima a fissare la fibra ai tubi di pvc degli estensimetri e poi alla loro calata nel foro (diametro interno pari a 100mm). La fibra è stata fissata mediante nastro adesivo. È stato creato un apposito supporto per proteggere il loop di fondo foro, al fine di evitare raggi di curvatura troppo piccoli che potessero danneggiare il cavo stesso. Al termine dell'installazione, il foro è stato intasato con malta cementizia.

Per le fasi successive del progetto, che prevedono lo spostamento della strada statale sopra il nuovo rilevato, è più rilevante considerare i cedimenti al termine della costruzione della 2ª porzione, poiché eventuali piccoli cedimenti sviluppati nel 2023 sono stati compensati durante la costruzione della 2ª porzione avvenuta a primavera 2024. Di conseguenza, in Figura 4 sono riportate le misure effettuate a fine estate 2024 e le deformazioni e i cedimenti accumulati rispetto la misura di riferimento del 2 luglio 2024. I cedimenti complessivi rilevati al 18 settembre 2024 ammontano a 18 mm, mentre sono 28 mm a novembre, e sono per larga parte sviluppati nello strato di fondazione. L'incidenza nei due strati del rilevato è minore, risultato che indica come la compattazione del materiale costituente il rilevato sia stata eseguita correttamente.

41

Misura velocità onde sismiche nel rilevato e sua fondazione

RISPOSTA SISMICA LOCALE LAGO DI RESIA



Figura 3: ubicazione delle perforazioni utilizzate per il Cross-Hole

☐ MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO

☐ INPUT SISMICO

☐ CURVE DI DECADIMENTO SELEZIONATE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

GEORISK
ENGINEERING

4.1. Misure Cross-Hole

I rilievi geofisici Cross-Hole consistono in una serie di misure, a varie profondità, dei tempi di propagazione delle onde elastiche longitudinali (onde P) e trasversali (onde S) tra due o più perforazioni lungo traiettorie orizzontali. I tempi di percorso, unitamente alle distanze tra i punti di misura, permettono di definire l'andamento lungo la profondità delle velocità delle onde sismiche, ovvero di parametri elastici caratteristici del materiale oggetto di indagine.

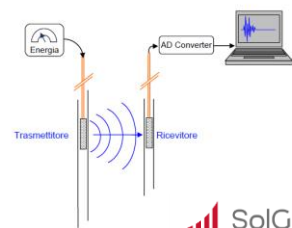


Figura 18: schema di misura Cross-Hole

SolGeo

42

Compattazione (rulli+prove di carico su piastra)
Permeabilità
Granulometria

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL
 11. Hochbau und Bauwerklicher Dienst
 11.6. Amt für Geologie und Bautechnik
 Geotechnisches Labor

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
 11. Edilizia e servizio tecnico
 11.6. Ufficio Geologia e prove materiali
 Laboratorio Geotecnico

Geo-Labor s.r.l.
 Via del Garda, 46/L - Tel. 0464913102
 38068 - Rovereto (TN)

Indagini, controlli, collaborazioni

Sondaggi a fine costruzione 2024



Installazione estensimetri/piezometri



TECHOPENTA s.p.a. con unico socio
 Appaltatore per la gestione delle costruzioni speciali

Installazione fibra ottica



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE - ICEA



Verifica cedimenti rilevato
 Modello deformativo del rilevato
 Tesi di laurea...in itinere...



Risposta Sismica Locale
Prova Cross-Hole



mair josef

ERDBAU

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

GEOTECHNIK

43

PROGETTAZIONE

Calcolo della tempistica per capire quante macchine erano necessarie
 al fine realizzare l'opera in due anni da circa fine marzo ad inizio giugno

ESECUZIONE

Controllo dei materiali e della qualità di posa +DUMPER di riserva

Cura/manutenzione delle piste tra area di prelievo ed area di scarico

44



45



46