

Dr. Geol. Maria-Luise Gögl  
Dr. Geol. Giovanni Ronzani  
Via Lancia Straße 8/a  
39100 Bolzano / Bozen  
Tel + Fax 0471 238049  
e-mail: studio@geo3bz.191.it



**AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE**

**GEMEINDE SAND IN TAUFERS  
COMUNE DI CAMPO TURES**

**BAU DES  
WASSERSPEICHERS  
„TOBL“ in Sand in Taufers**

**REALIZZAZIONE DEL  
SERBATOIO  
„TOBL“ a Campo Tures**

**GEOLOGISCH, GEOTECHNISCHER  
UND GEOMECHANISCHER  
VORBERICHT**

**RELAZIONE  
GEOLOGICA GEOTECNICA E  
GEOMECCANICA PRELIMINARE**

**Auftraggeber:**

Gemeinde Sand in Taufers  
Rathausstr. 8

39032 Sand in Taufers

# AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

## GEMEINDE SAND IN TAUFERS COMUNE DI CAMPO TURES

### BAU DES WASSERSPEICHERS „TOBL“ in Sand in Taufers

GEOLOGISCH, GEOTECHNISCHER  
UND GEOMECHANISCHER  
VORBERICHT

### REALIZZAZIONE DEL SERBATOIO „TOBL“ a Campo Tures

RELAZIONE  
GEOLOGICA GEOTECNICA E  
GEOMECCANICA PRELIMINARE

#### INHALTSVERZEICHNIS

#### SOMMARIO

1	VORWORT .....	2
1	PREMESSA .....	2
2	GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHER UND HYDROGEOLOGISCHER RAHMEN .....	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO ED IDRO .....	3
2.1	Lokale geologische Gegebenheiten .....	4
2.1	situazione geologica locale .....	4
3	UNTERTEILUNG DES BEREICHS IN MORPHOLOGISCH HOMOGENE ZONEN UND BEWERTUNG EINES GEEIGNETEN STANDORTS .....	5
3	SUDDIVISIONE DELLA ZONA IN TRATTI MORFOLOGICAMENTE OMOGENEI E DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DEL SITO IDONEO PER LA REALIZZAZIONE .....	5
3.1	Unterteilung des Bereichs in Morphologische Homogenzonen .....	6
3.1	Suddivisione della zona in tratti morfologicamente omogenei .....	6
3.2	Bewertung eines geeigneten Standorts .....	8
3.2	Valutazione dell'adeguata ubicazione .....	8
3.3	DEFINITION DER SCHUTZMASSNAHMEN .....	9
3.3	DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI SICUREZZA .....	9
4	SCHLUSSBEMERKUNGEN .....	11
4	CONCLUSIONI .....	11

#### ALLEGATI /ANLAGEN:

- 1 – CHOROGRAPHIE / COROGRAFIA
- 2 – GEOLOGISCHE KARTE / CARTA GEOLOGICA
- 3 – GEOLOGISCHER PROFILSCHNITT / SEZIONE GEOLOGICA
- 4 – FELSSSTURZSIMULATIONEN / SIMULAZIONI CADUTA MASSI

## **BAU DES WASSERSPEICHERS „TOBL“ in Sand in Taufers**

### **GEOLOGISCH, GEOTECHNISCHES UND GEOMECHANISCHES VORGUTACHTEN**

#### **1 VORWORT**

Auf Anfrage des Ingenieurbüro Sulzenbacher und im Auftrag der Gemeinde wurde ein geologisch-geotechnisches und geomechanisches Vorgutachten für den Wasserspeicher „Tobl“ in der Lokalität Tobl (Gemeinde Sand in Taufers) erstellt, um die dortigen bautechnischen und geomechanischen Gegebenheiten abzuklären.

Auf der Grundkarte im Maßstab 1:5.000 der Autonomen Provinz Bozen liegt das Untersuchungsgebiet im Blatt 08082 und auf der topografischen Karte im Maßstab 1:25.000 im Blatt 4B-IV-SW und 4B-IV-NW.

Um die notwendigen Daten zur genauen Kenntnis der Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet zu erhalten, wurde eine geologisch-geomorphologische und geomechanische Detailkartierung des Interessensgebietes durchgeführt.

Die stratigraphische Abfolge der Talbodenablagerungen soll in Folge noch durch in-situ Versuche (Baggerschürfe und Penetrometerversuche) bestimmt werden.

Im folgenden Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen und die Ausarbeitungen wiedergegeben, die eine geologisch-geotechnische Darstellung des Untergrundes und eine geomechanische Interpretation der auftretenden Felswände erlauben.

Anschließend werden sowohl die geomechanischen als auch geotechnischen Problematiken des Untersuchungsgebietes aufgezeigt. Es wird die Felswand bergseitig des geplanten Speichers im Hinblick auf möglichen

## **REALIZZAZIONE DEL SERBATOIO „TOBL“ a Campo Tures**

### **RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E GEOMECCANICA PRELIMINARE**

#### **1 PREMESSA**

Su richiesta dello Studio di Ingegneria Sulzenbacher e del Comune di Campo Tures è stato elaborato uno studio geologico-geotecnico ed geomeccanico preliminare in riferimento al serbatoio „Tobl“ in località Tobl (Comune di Campo Tures) per definire la situazione geomeccanica e geotecnica del sito in oggetto.

Nella Carta Tecnica Provinciale di scala 1:5.000 della Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige l'area si trova nel Foglio 08082 e nella carta topografica di scala 1:25.000 nel Foglio 4B-IV-SW e 4B-IV-NW.

Al fine di valutare le condizioni generali dell'area in esame è stato eseguito un rilevamento geologico-geomorfologico e geomeccanico di dettaglio dell'area di interesse.

La successione stratigrafica dei depositi di fondovalle dovrà in seguito essere definita tramite indagini in situ (scavi geognostici e prove penetrometriche).

Nella seguente relazione vengono riassunti i risultati degli indagini e viene riportata l'elaborazione che permette la schematizzazione del sottosuolo ed una interpretazione geomeccanica delle pareti rocciose ivi presenti.

A seguire vengono esposte le problematiche geomeccaniche e geotecniche dell'area in esame. Viene valutata la parete rocciosa presente a monte del serbatoio in progetto in riferimento alla problematica della caduta

Steinschlag geprüft und in diesem Zusammenhang wird auch der geeignete Standort für den Speicher ermittelt sowie nötige Steinschlagschutzbauten angegeben und dimensioniert.

## **2 GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHER UND HYDROGEOLOGISCHER RAHMEN**

Das Interessensgebiet liegt südsüdöstlich von Ahornach, am Eingang des Reintals in der Gemeinde Sand in Taufers. Das Reintal steigt von Sand in Taufers aus steil in Richtung Ost bis Nordost an und ist durch Felswände und relativ steile Wald- und Wiesenhänge beidseitig des Talbodens gekennzeichnet.

Aus geologischer und petrologischer Sicht liegt das Reintal innerhalb der Ostalpinen Gesteinseinheiten (Glimmerschiefer, Gneise), in welche im Tertiär Magmenkörper intrudiert sind (Rieserferner Tonalit).

Der Felsuntergrund im Interessensgebiet selbst besteht vorwiegend aus Tonaliten. Diese haben eine massige Ausbildung und sind durch einen sehr hohen Zerklüftungsgrad gekennzeichnet. Dadurch wird der kompakte Felsuntergrund in unterschiedlich große Blöcke zerlegt, die sich teilweise in prekärem Gleichgewicht befinden. Die teils beachtlichen Blockhalden am Fuße der Felswände sind stumme Zeugen von vergangenen Steinschlag- und Felssturzereignissen.

Der Talboden selbst besteht vorwiegend aus alluvialen, lokal auch lakustrinen Sedimenten mit zwischengeschalteten Murschuttablagerungen, die sich in Folge von Unwettern ausgebildet haben.

Aus hydrologischer Sicht gilt im Untersuchungsgebiet der Reinbach als Hauptsammler, der die Ahr als Vorfluter hat. Der Reinbach selbst wird von zahlreichen lateralen kleineren Seitenbächen gespeist, unter anderem

massi e viene infine valutato il sito adatto per la realizzazione del serbatoio e vengono indicate e dimensionate le opere necessarie per la messa in sicurezza.

## **2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO ED IDRO**

L'area di interesse si trova a Sud-Sudest di Acereto, all'entrata della valle di Riva nel Comune di Campo Tures. La valle di Riva si innalza con una elevata acclività da Campo Tures in direzione Est-Nordest ed è caratterizzata da pareti rocciose e versanti prativi e boschivi con inclinazione elevata su tutti e due i lati vallivi.

Dal punto di vista geologico e petrografico la Valle di Riva si trova entro la successione rocciosa dell'Austroalpino (micascisti, gneiss) nella quale nel terziario si sono intrusi corpi magmatici (tonaliti delle Vedrette di Ries).

Il substrato roccioso nell'area di interesse è costituito da tonaliti. Queste hanno una struttura massiccia e sono caratterizzate da un grado di detensionamento elevato. Il substrato roccioso compatto risulta così suddiviso in blocchi di diverse dimensioni e che in parte si trovano in precario equilibrio. Gli evidenti accumuli presenti al piede delle pareti testimoniano fenomeni di caduta massi e blocchi avvenuti in passato.

Il fondo valle è costituito principalmente da depositi alluvionali e localmente anche lacustri con intercalati depositi di debris flow, formati a seguito di piogge intense di tipo straordinario.

Dal punto di vista idrologico nell'area in esame il Rio Riva costituisce il collettore principale, che poi si immette nel Torrente Aurino. Il Rio Riva viene alimentato da numerosi piccoli Rii laterali, tra gli altri il Rio

auch dem Tot-Moos Bach, der direkt im Untersuchungsgebiet vorbeifließt.

## 2.1 LOKALE GEOLOGISCHE GEGEBENHEITEN

Der geplante Wasserspeicher befindet sich in der Lokalität Tobl, nahe der Straßenkreuzung nach Ahornach, am Nordostfuß des Felses, auf dem die Toblburg steht, auf einer Kote von ca. 1090m S.H..

Der Speichers soll auf der orographisch linken Seite des Tot-Moos Bachs im Bereich des Hangfußes errichtet und zum Großteil unterirdisch eingebaut werden.

Der Talboden im Untersuchungsgebiet baut sich entsprechend den mündlichen Mitteilungen eines ortskundigen Technikers aus feinkörnigen, vorwiegend schluffigen Ablagerungen auf, bei denen es sich wahrscheinlich um fluvio-lakustrine Ablagerungen handelt. Oberflächliche Hinweise auf einen hohen Schluffgehalt im Untergrund liefern auch die zahlreichen Schachtelhalmen, die in den dortigen Wiesen wachsen.

Aus hydrogeologische Sicht befindet sich das Untersuchungsgebiet in unmittelbarer Nähe zum Tot-Moos Bach und demnach wird der Grundwasserspiegel im Talboden durch die Spiegelschwankungen des Baches beeinflusst.

In Richtung Bergseite schließt ein Hang mit mäßiger bis steiler Hangneigung an. Dieser besteht aus großen Blöcken und Gesteinsplatten, die ineinander verkeilt sind und auf ehemalige Sturzereignisse hinweisen. Die Blockgrößen variieren von wenigen dm<sup>3</sup> bis mehrere m<sup>3</sup> wie es auch aus den Fotos in Anlage hervorgeht.

Bergseitig der Grobblockhalden schließen subvertikale Felswände aus Tonalit an. Durch den hohen Zerklüftungsgrad sind sie blockig aufgelöst. Teilweise sind die einzelnen Klüfte mehrere Zentimeter weit geöffnet und geringe Wasseraustritte sind an diese Diskontinuitätsflächen gebunden.

Palù morta, che defluisce direttamente di fronte all'area in esame.

## 2.1 SITUAZIONE GEOLOGICA LOCALE

Il serbatoio in progetto si trova nella località di „Tobl“, nelle vicinanze del bivio stradale verso Acereto, al piede Nordest del dorso roccioso sul quale si erige Castel Tobl, ad una quota di ca. 1090 m s.l.m..

Il serbatoio andrà costruito in sinistra orografica del Rio Palù morta, nell'ambito del piede del versante ed andrà realizzato in gran parte in sotterraneo.

In riferimento a indicazioni orali forniteci da un tecnico del posto, il fondovalle nell'area in esame è costituito da depositi fini, principalmente limosi, si tratta presumibilmente di depositi fluvio-lacustri. Indicazioni superficiali per un elevato contenuto di limo nell'area in esame è evidenziato anche dalla presenza di numerose felci che crescono sui prati ivi presenti.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame si trova nelle immediate vicinanze del Rio Palù morta e pertanto la falda di fondovalle sarà funzione delle variazioni del livello del Rio.

Verso monte il versante si rialza con inclinazioni da modeste a molto inclinate. Questo è costituito da grandi blocchi e piastre rocciose, incastrate l'una all'altra e che testimoniano i fenomeni di caduta massi avvenuti nel passato. Le dimensioni dei blocchi variano da pochi dm<sup>3</sup> sino ad alcuni m<sup>3</sup> come documentato anche nelle foto in allegato.

A monte degli accumuli di blocchi sono presenti pareti rocciose subverticali costituite da tonaliti. In riferimento al detensionamento elevato sono suddivisi in blocchi. Le singole fratture sono in parte aperte per alcuni centimetri e in corrispondenza di queste superfici di

Folgende Klufrichtungen sind vorherrschend:

- K1: steile WNW-ESE streichende Klüfte
- K2: steile N-S bis NNE-SSW streichende Klüfte
- K3: flach – mittelsteil aus dem Hang herausfallende Klüfte
- K4: flach – mittelsteil gegen den Hang einfallende Klüfte

Besonders an den aus dem Hang herausfallenden Kluftflächen können Blöcke abrutschen und zu Tal stürzen.

Der Fels taucht unter der Blockhalden steil nach N ab (eingemessen mit 012/85) und ist im geologischen Profilschnitt in Anlage schematisch dargestellt.

Im folgenden Kapitel wird die Felswand in 3 homogene Zonen unterteilt, die alle einzeln beschrieben werden (siehe dazu auch Übersichtsfoto in der Anlage).

### 3 UNTERTEILUNG DES BEREICHS IN MORPHOLOGISCH HOMOGENE ZONEN UND BEWERTUNG EINES GEEIGNETEN STANDORTS

Die Felswände im bergseitigen Bereich des Untersuchungsgebiets zeigen eine unterschiedliche morphologische Ausbildung; der untersuchte Abschnitt wird demnach in morphologisch homogene Zonen unterteilt.

Die geologische Gefahr variiert entlang des untersuchten Abschnitts und hängt vorwiegend mit den hohen, bergseitig auftretenden, aufgelockerten und geklüfteten, nicht gesicherten Felswänden zusammen.

Im folgenden Paragraph werden die morphologisch homogenen Abschnitte einzeln analysiert. Anschließend werden aus geologischer Sicht Angaben zum

discontinuità sono presenti fuoriuscite idriche.

Le direzioni principali dei giunti sono i seguenti:

- K1: fratture ad alto angolo con andamento ONO-ESE
- K2: fratture ad alto angolo con andamento NNE-SSO
- K3: fratture a franappoggio con inclinazione da bassa a media
- K4: fratture a reggippoggio con inclinazione da bassa a media

In particolare su fratture con giacitura a franappoggio i blocchi possono scivolare e cadere verso valle.

La roccia immerge sotto gli accumuli di blocchi con una inclinazione elevata verso Nord (misurata con 012/85) ed è rappresentato schematicamente nella sezione geologica in Allegato.

Nel capitolo seguente la parete rocciosa viene suddivisa in 3 zone omogenee che vengono descritte singolarmente (vedasi anche foto di supervisione in Allegato).

### 3 SUDDIVISIONE DELLA ZONA IN TRATTI MORFOLOGICAMENTE OMOGENEI E DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DEL SITO IDONEO PER LA REALIZZAZIONE

Le pareti rocciose del lato di monte dell'area in esame sono caratterizzate da un assetto morfologico differente; il tratto in esame quindi viene suddiviso in tratti morfologicamente omogenei.

Il pericolo geologico pertanto varia lungo il tratto in esame ed è prevalentemente funzione delle pareti rocciose detensionate e disgregate presenti a monte, caratterizzate da altezze notevoli e prive di opere di protezione.

Nel seguente paragrafo i tratti morfologicamente omogenei vengono analizzati singolarmente. Di seguito dal punto di vista geologico si forniscono

geeignetsten Standort des Speichers und zu notwendigen temporären (während der Bauphase zum Schutz der Arbeiter) sowie zu definitiven Schutzmaßnahmen (am Ende der Bauarbeiten zur Absicherung des Gebiets um den Wasserspeicher) gemacht.

Die Einteilung der Zonen ist in Anlage auf dem Übersichtsfoto graphisch dargestellt.

### **3.1 UNTERTEILUNG DES BEREICHS IN MORPHOLOGISCHE HOMOGENZONEN**

#### ZONE 1

Es handelt sich hierbei um die westlichste Zone des Untersuchungsgebiets, die in den Fotos 1 und 2 in Anlage dokumentiert ist.

Die Blockhalde reicht in diesem Bereich sehr weit in Richtung Bergseite. Es treten sehr große Blöcke und Platte mit Volumina von mehreren Kubikmetern auf. Diese sind stark ineinander verkeilt, so dass sie das Gelände stark versteilen.

Die bergseitig anschließende, ca. 30-40 m Felswand ist weit in Richtung Bergseite zurückverwittert und ist durch eine sehr deutliche Klüftung gekennzeichnet. Der Kluftabstand liegt im Meterbereich bis mehrere Meter. Es treten steile, NE-SW streichende Klüfte und flachere aus dem Hang herausfallende Klüfte auf. Dabei sind vorwiegend die vertikalen Klüfte bis zu 5 cm offen. Durch die zahlreichen, aus dem Hang herausfallenden Kluftflächen wird das Abrutschen ganzer Gesteinsplatten ermöglicht. Es gibt zahlreiche Blöcke, die sich zum derzeitigen Zeitpunkt in prekärem Gleichgewicht befinden, teilweise keinen Fuß mehr haben und fast zur Gänze aus dem Felsverband herausgelöst sind (Foto 2, Anlage 3).

#### ZONE 2

In der Zone, die in den Fotos 3 bis 5 der Anlage dargestellt ist, befindet sich die

indicationi relative al sito più appropriato per la realizzazione del serbatoio e si definiscono i necessari interventi di protezione temporanei (durante la fase di costruzione per la sicurezza delle maestranze) e definitivi (al termine dei lavori di costruzione per la messa in sicurezza dell'area attorno al serbatoio).

La suddivisione delle zone è riportata in Allegato sulla foto di supervisione.

### **3.1 SUDDIVISIONE DELLA ZONA IN TRATTI MORFOLOGICAMENTE OMOGENEI**

#### ZONA 1

Si tratta della zona situata più ad ovest dell'area in esame, documentata in foto 1 e 2 dell'Allegato.

Nella zona a ovest l'accumulo di blocchi si estende molto verso monte. Si trovano blocchi e piastre di grandi dimensioni con volumi di alcuni metri cubi. Questi sono ben incastrati tra loro, così che ne risulta una inclinazione del versante molto elevata.

La parete adiacente a monte, di altezza ca. 30-40 m, è molto erosa verso monte ed è caratterizzata da una fratturazione ben evidente. La spaziatura è tra il metro ed alcuni metri. Sono presenti fratture sub verticali con andamento NE-SW e fratture meno inclinate a franappoggio. In particolare le fratture verticali sono aperte sino a ca. 5 cm. La presenza di numerose fratture a franappoggio favorisce lo scivolamento di intere porzioni rocciose piastriformi. Attualmente sono stati rilevati numerosi blocchi in precario equilibrio, in parte privi di piede e staccati quasi totalmente dall'ammasso roccioso (foto 2, Allegato 3).

#### ZONA 2

In questa zona, riportata nelle foto 3 – 5 in Allegato, la parete rocciosa è presente più a



Felswand weiter talseitig. In diesem Bereich taucht die Felsoberkante unter der talseitig vorhandenen Blockhalde steil nach N ab. Die Felswand ist in Zone 2 weniger stark geklüftet und demnach auch kompakter.

Die auftretenden Kluftfamilien sind steile N-S streichende und WNW-ESE streichende Klüfte sowie flachere gegen den Hang geneigte Flächen.

Aufgrund des geringeren Zerklüftungsgrads und der optimaleren Orientierung der Kluftflächen (gegen den Hang einfallend) ist die Felswand in Zone 2 kompakter.

Die Blockvolumina der Grobblockhalden sind im Verhältnis zu den anderen Zonen deutlich geringer, einzelne können aber dennoch Volumina von mehreren Kubikmetern aufweisen.

Die Zone 2 ist der Abschnitt mit dem geringsten Gefahrenpotential und ist demzufolge als Standort des neuen Speichers am geeignetsten.

### ZONE 3

Durch die Kombination aus subvertikalen und aus dem Hang herausfallenden Kluftflächen ist die Felswand in diesem Bereich stark aufgelockert (Foto 7 und 8). Vor allem an die flach aus dem Hang herausfallenden Kluftflächen sind einige Wasseraustritte gebunden, die den Reibungswiderstand zwischen den Gesteinsblöcken herabsetzen.

Zahlreiche Kluftflächen sind listrisch gebogen und einige cm weit offen. Einige Blöcke sind fast zur Gänze aus dem Felsverband gelöst, haben keinen Fuß mehr und sind potentiell instabil. Der Kluftabstand liegt im Meterbereich bis mehrere Meter und demzufolge können die Blöcke und Gesteinsplatten Gesamtvolumen von mehreren Kubikmetern erreichen.

Die Sturzblöcke der talseitig an die Felswand anschließende Blockhalde sind im Vergleich mit Zone 1 und 2 mit Abstand die größten.

Zone 3 stellt demnach den Abschnitt mit dem größten Gefahrenpotential dar.

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass

valle. In questa zona il substrato roccioso immerge sotto gli accumuli di blocchi presenti a valle con una inclinazione elevata verso Nord. La parete rocciosa nella zona 2 risulta meno fratturata e quindi è anche più compatta.

Le famiglie di fratture sono caratterizzate da un andamento N-S e ONO-ESE con immersione ad alto angolo e fratture a reggipoggio con inclinazioni più basse.

Per il grado di detensionamento più contenuto e l'orientamento dei piani di fratture più favorevole la parete rocciosa della zona 2 risulta più compatta.

I volumi dei blocchi dell'accumulo in confronto alle altre zone sono decisamente minori; comunque singoli blocchi possono raggiungere volumi di alcuni metri cubi.

La zona 2 è il tratto con il livello di pericolosità più basso e quindi risulta la più adeguata per la realizzazione del nuovo serbatoio.

### ZONA 3

Per la combinazione di fratture subverticali e a franappoggio la parete presente in questa zona risulta molto detensionata (vedasi foto 7 e 8). In particolare lungo le fratture poco inclinate a franappoggio si sono rilevate fuoriuscite idriche, che riducono l'attrito tra i blocchi rocciosi.

Numerose superfici di frattura sono caratterizzate da un percorso listriforme e sono aperte di alcuni cm. Alcuni blocchi sono quasi totalmente staccati dall'ammasso roccioso, privi di piede e si trovano in una situazione di equilibrio precario. La spaziatura è di circa qualche metro e pertanto i blocchi e piastre potranno avere volumi di alcuni metri cubi.

I blocchi di crollo, rilevati nell'accumulo a valle della parete, in confronto con la zona 1 e la zona 2, risultano i più grandi dell'area.

La zona 3 quindi è da considerarsi quella con il potenziale di pericolo più elevato.

Viene infine sottolineato che il potenziale



alle Zonen ein relativ hohes Gefahrenpotential aufweisen, weshalb sowohl während der Ausführungsphase temporäre Schutzmaßnahmen als auch nach Beendigung der Arbeiten definitive Schutzbauten errichtet werden müssen.

### 3.2 BEWERTUNG EINES GEEIGNETEN STANDORTS

Der Standort des geplanten Speichers ist entsprechend dem Projekt zwischen Zone 2 und Zone 3 vorgesehen. Dieser soll dort mit einem Mindestabstand von 10 m zum Bachbett, d.h. außerhalb des Bannstreifens des Bachs, einer Länge von ca. 28 m und einer Breite von ca. 28 m in den Hang unterirdisch eingebaut werden.

In Anbetracht der kompakteren Ausbildung der Felswand und der günstigeren Orientierung der auftretenden Kluftflächen ist in Zone 2 das Gefahrenpotential im Hinblick auf Steinschlagereignisse am geringsten.

An der Geländeoberfläche reicht die Felswand in diesem Bereich auch weit in Richtung Tal. Durch das zusätzliche Einfallen der Wand in Richtung N müsste sie in der weiteren Tiefe noch weiter Richtung Tal vorkommen. Dadurch dürfte im rückseitigen Bereich des geplanten Speichers der Felsuntergrund nicht weit vom Aushubbereich entfernt sein. Trotzdem erfolgt der Aushub, rein aufgrund der geologisch-geomorphologischen Ausrichtung im Blockschuttmaterial, wie es auch aus dem geologischen Profilschnitt hervorgeht.

Um die Bauarbeiten in Sicherheit durchführen zu können, müssen folgende Arbeitsschritte eingehalten werden:

- Durchführung schwerer Felssäuberungsarbeiten im gesamten Wandbereich. Instabile Blöcke sollen anschließend lokal vernagelt werden. Eine eventuell notwendige Absicherung der Felswand mittels Metallgitternetzen kann nur in Folge der Säuberungs- und Felsräumungsarbeiten im Zuge einer unbedingt notwendigen geologischen Bauleitung geklärt werden.

pericolo in tutte le zone è di conseguenza elevato. Per tale motivo in fase esecutiva dovranno essere impostate opere di sicurezza provvisorie ed anche al termine dei lavori dovranno essere previste opere di sicurezza definitive.

### 3.2 VALUTAZIONE DELL'ADEGUATA UBICAZIONE

L'ubicazione del serbatoio in progetto è prevista secondo il progetto tra la zona 2 e la zona 3. Questo verrà impostato in questa zona ad una distanza minima al percorso del rio di 10 m, cioè fuori la zona di rispetto del rio, con una lunghezza di ca. 28 m e una larghezza di circa 28 m, in sotterraneo nel versante.

In considerazione della parete rocciosa compatta e dell'orientazione favorevole dei piani di fratturazione, nella zona 2 il livello di pericolo riguardo ad eventi di caduta massi è più contenuto delle aree limitrofe.

In questa zona la parete rocciosa in superficie si estende più verso valle.

Inoltre per l'immersione della parete verso N questa in approfondimento è presente più a valle. Ne risulta quindi che nella zona retrostante del serbatoio in progetto il substrato non dovrebbe essere lontano dagli scavi previsti.

Tuttavia lo scavo dovrebbe risultare tutto entro il materiale di accumulo di blocchi, per le condizioni geologiche – geomorfologiche rilevate, come esposto anche nella sezione geologica.

Per eseguire i lavori di costruzione in sicurezza dovranno essere rispettate i seguenti step operativi:

- Esecuzione di disgaggio e pulizia pesante nell'ambito dell'intera parete rocciosa. Blocchi instabili andranno a seguito localmente chiodati. Una eventuale messa in sicurezza della parete rocciosa tramite rete zincata potrà essere definita solamente a seguito dei lavori di pulizia e disgaggio in fase di direzione lavori geologica, assolutamente necessaria.

- Abtrag der Blockhalde, wobei es hier schwerer hydraulischer Bagger bedarf und der Abtrag vom Berg in Richtung Tal erfolgen muss, damit nicht der Hangfuß destabilisiert wird. Die Böschungsneigung kann aufgrund der hohen Reibung und Verkeilung der Blöcke mit 45-50° angesetzt werden. Sollte eine höhere Neigung notwendig sein, kann eine Zyklopenmauer aus vorhandenem Blockmaterial vorgesehen werden.
- Bau des Speichers. Dabei muss darauf geachtet werden, dass rückseitig des Bauwerks geeignete Dränagen eingebaut werden, um mögliches Kluftwasser so schnell wie möglich ableiten zu können.
- Asportazione dell'accumulo di blocchi con utilizzo dell'escavatore idraulico e dovrà essere eseguito da monte verso valle, per non destabilizzare il piede del versante. L'angolo di scarpa in riferimento all'angolo d'attrito elevato ed all'incastro dei blocchi potrà essere indicato di 45-50°. Qualora risultasse necessaria una pendenza più elevata, potrà essere prevista la realizzazione di un muro in massi ciclopici costituito dai blocchi ivi presenti
- Costruzione del serbatoio. In riferimento a ciò dovrà essere considerato, che a terga dell'edificio venga impostato un adeguato sistema di drenaggi, per allontanare eventuali acque di frattura il più velocemente possibile.

Nach Fertigstellung des Speichers muss anschließend noch ein Damm auf dem Dach des Bauwerks errichtet werden, um die Zone um den Speicher vor Steinschlag abzusichern.

Um die notwendige Dammhöhe und die Stärke des Schutzbauwerkes zu bestimmen sind in Folge an einem schematischen Profilschnitt Sturzanalysen durchgeführt worden.

Al termine della costruzione del serbatoio dovrà essere impostato un argine sul tetto della struttura, per garantire la sicurezza nella zona attorno al serbatoio.

Per definire l'altezza necessaria dell'argine a seguito sono state effettuate delle simulazioni di caduta massi per un profilo schematico.

### 3.3 DEFINITION DER SCHUTZMASSNAHMEN

Aufgrund der durchgeführten geologischen und geomechanischen Erhebungen, der in Kapitel 3.1 aufgelisteten Bemerkungen und der mit spezieller Software durchgeführten Felssturzsimulationen, die in Anlage wiedergegeben sind, konnten für den Standort des Speichers die Schutzbauten definiert werden.

Die Ergebnisse der Felssturzsimulationen (durchschnittliche max. Blockgröße ca. 6 m<sup>3</sup>) werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

### 3.3 DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI SICUREZZA

In base alle indagini geologiche e geomeccaniche eseguite, alle note riportate nel paragrafo 3.1 ed a simulazioni di caduta massi eseguite con specifico software e riportate in allegato, è stato possibile definire gli interventi di sicurezza per la posizione del serbatoio.

I risultati delle simulazioni di caduta massi (grandezza dei blocchi media di ca. 6 m<sup>3</sup>) sono riportati nella seguente tabella.

Zone zona	Profil profilo	Stand stato	Sturzereignisse scendimenti	Schutzbauwerke opera di protezione	Max. Energie (kJ) max energie (kJ)
2	4	Derzeitiger Stand stato attuale	30	Keine assente	ca. 5.000
2	4	mit Eingriffen con interventi	30	Damm argine	ca. 7.000



#### 4 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Das vorliegende Vorgutachten wurde ausgearbeitet, um die geologischen und geomechanischen Charakteristiken des Untergrundes für den geplanten Speicher „Tobl“ in Sand in Taufers zu beurteilen.

Aufgrund der geologisch-geomechanischen Aufnahmen im Felswandbereich muss darauf hingewiesen werden, dass der Standort des Speichers um etwa 14 m weiter talauswärts verschoben werden soll.

Zur Absicherung der Felswand während der Arbeiten sollen Felsräumungs- und Felssäuberungsarbeiten durchgeführt werden. Über eventuell notwendige lokale Verankerungen oder Metallgitternetzverkleidungen kann erst in Folge entschieden werden.

Der Schutzdamm zur endgültigen Absicherung des geplanten Speichers muss laut entsprechenden Analysen eine Höhe von ca. 5 m erreichen und im Kronenbereich eine Mindestbreite von etwa 1 m aufweisen.

Wichtig ist eine ausreichend mächtige und feinkörnige Überlagerung der unterirdischen Betonstruktur, um die gesamte Energie im Boden abbauen zu können.

Was die Bestimmung der stratigraphischen Abfolge und der Bodenparameter im Untergrund betrifft, so werden in Folge in situ-Versuche durchgeführt.

#### 4 CONCLUSIONI

La presente relazione preliminare è stata elaborata per la valutazione delle caratteristiche geologiche e geomeccaniche del sottosuolo del sito in progetto per la realizzazione del serbatoio „Tobl“ a Campo Tures.

Sulla base del rilevamento geologico-geomeccanico della parete rocciosa si indica che il sito previsto per la realizzazione del serbatoio dovrà essere spostato di ca. 14 m verso valle.

Per la messa in sicurezza della parete rocciosa durante la fase di realizzazione dovranno essere eseguiti disaggi e pulizie delle pareti. Eventuali necessari locali ancoraggi e rivestimenti con rete metallica potranno essere definiti nel dettaglio appena a seguito di questi.

L'argine di protezione per la definitiva messa in sicurezza del serbatoio in progetto in riferimento alle analisi eseguiti dovrà raggiungere altezze di ca. 5 m e una larghezza minima nella zona della corona di ca. 1 m.

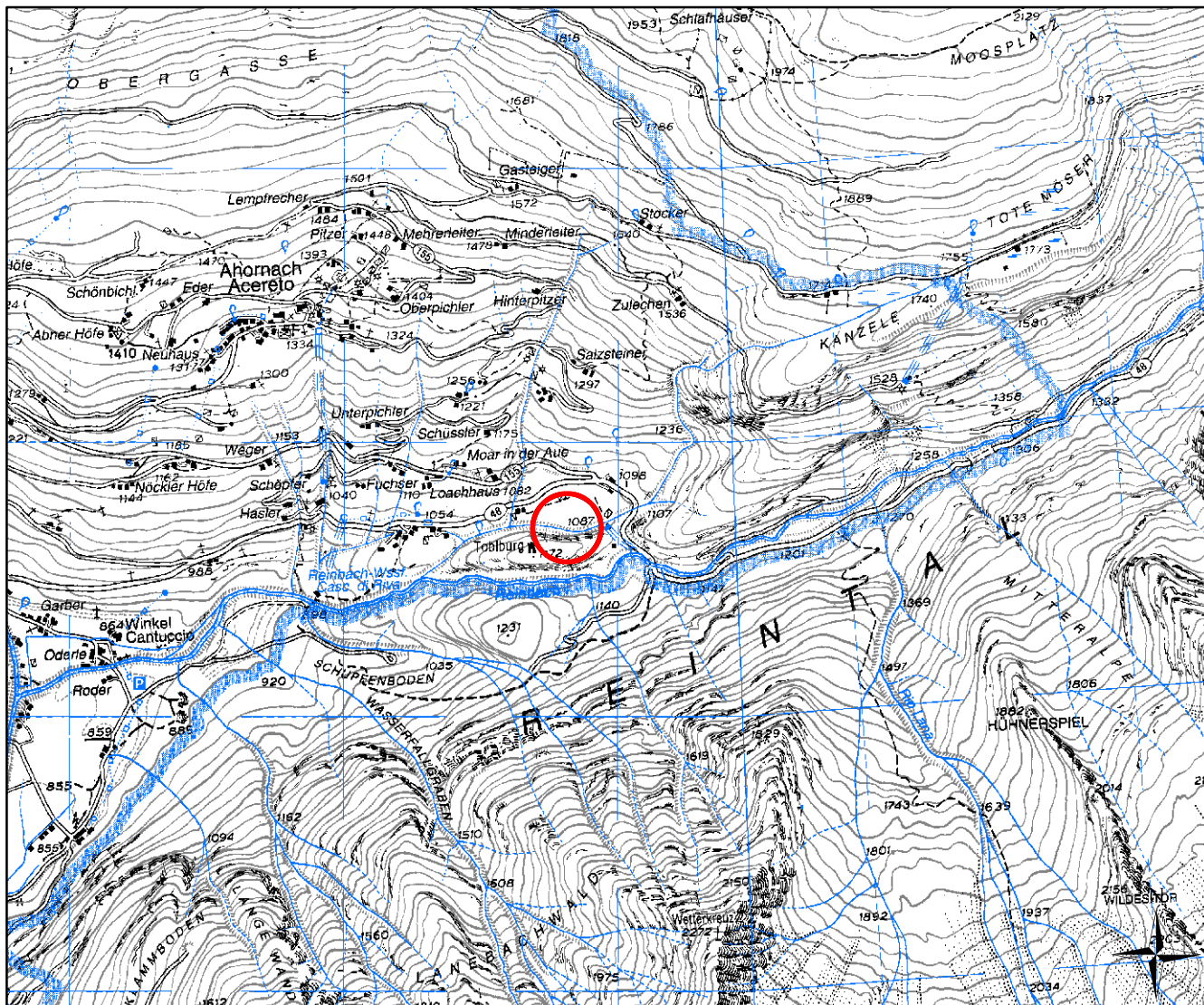
Importante è la realizzazione di una copertura con materiale fine di spessore notevole della struttura sotterranea di calcestruzzo in grado di assorbire tutte le energie.

Per quanto riguarda la successione stratigrafica e i parametri dei terreni presenti nel sottosuolo, a seguire verranno eseguite prove in sito.



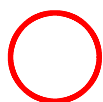
# CHOROGRAPHIE COROGRAFIA

Maßstab / scala 1:25.000



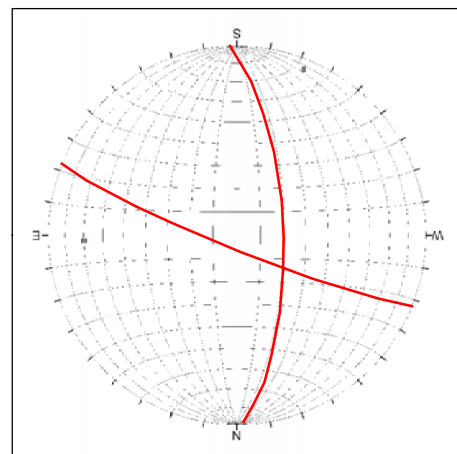
Auszug aus der topographischen Grundkarte der Provinz im Maßstab 1:25.000  
Blatt 4B-IV-SW und 4B-IV-NW  
stralcio da carta topografica della provincia in scala 1:25.000  
Foglio 4B-IV-SW e 4B-IV-NW

## GEMEINDE SAND IN TAUFERS COMUNE DI CAMPO DI TURES



Lage des Interessensgebietes  
Ubicazione dell'area in esame





GM 3  
K 022/84 K 268/70



Foto 7

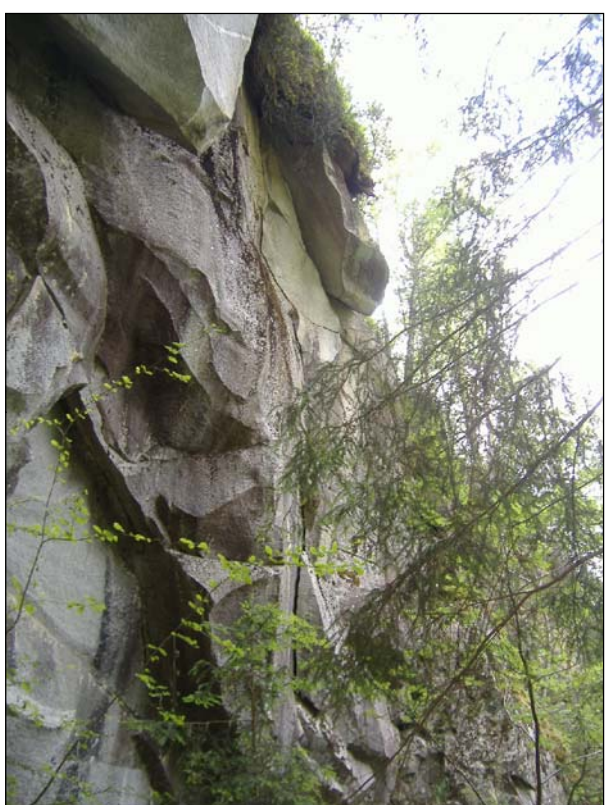


Foto 6

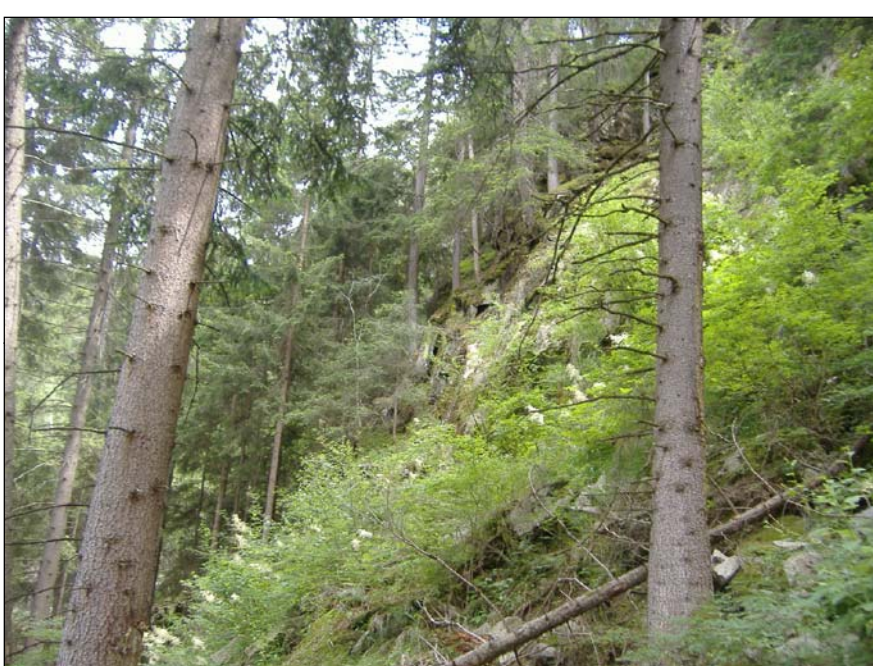


Foto 5



Foto 3

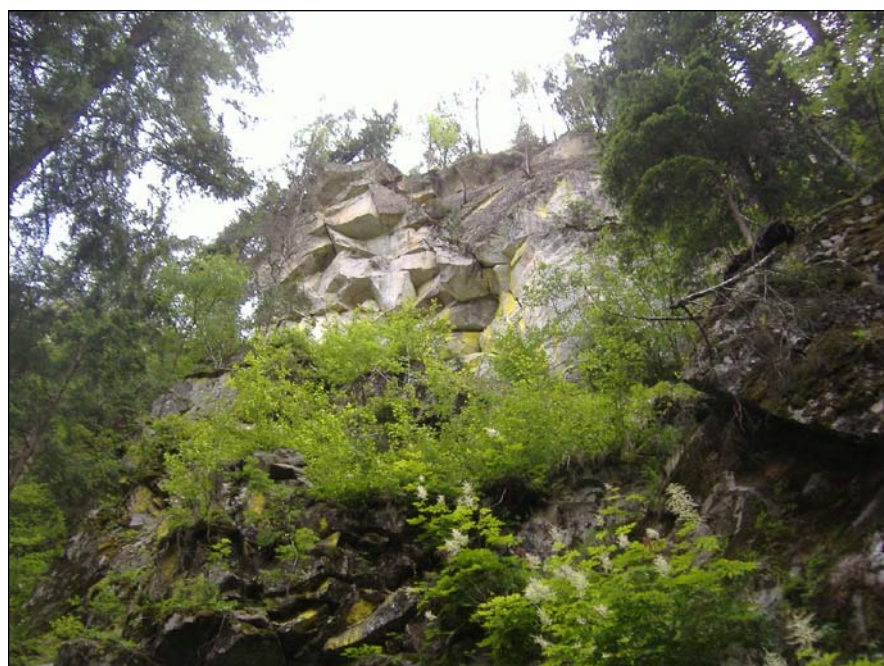
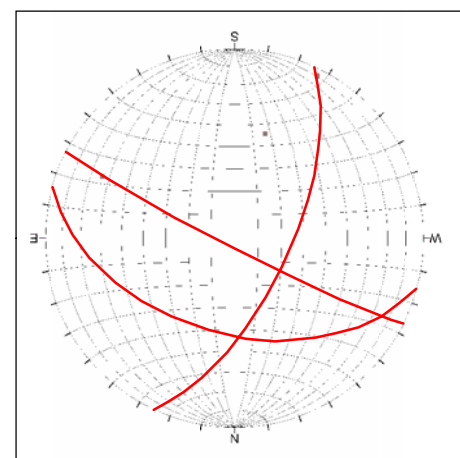


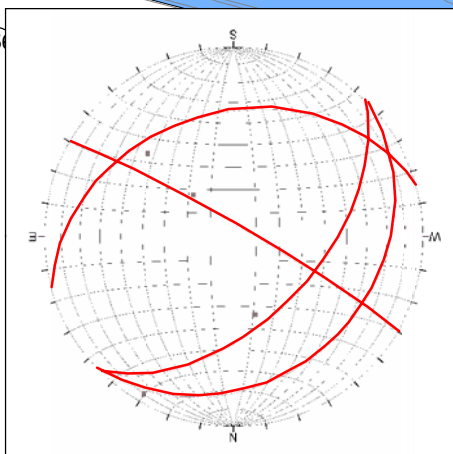
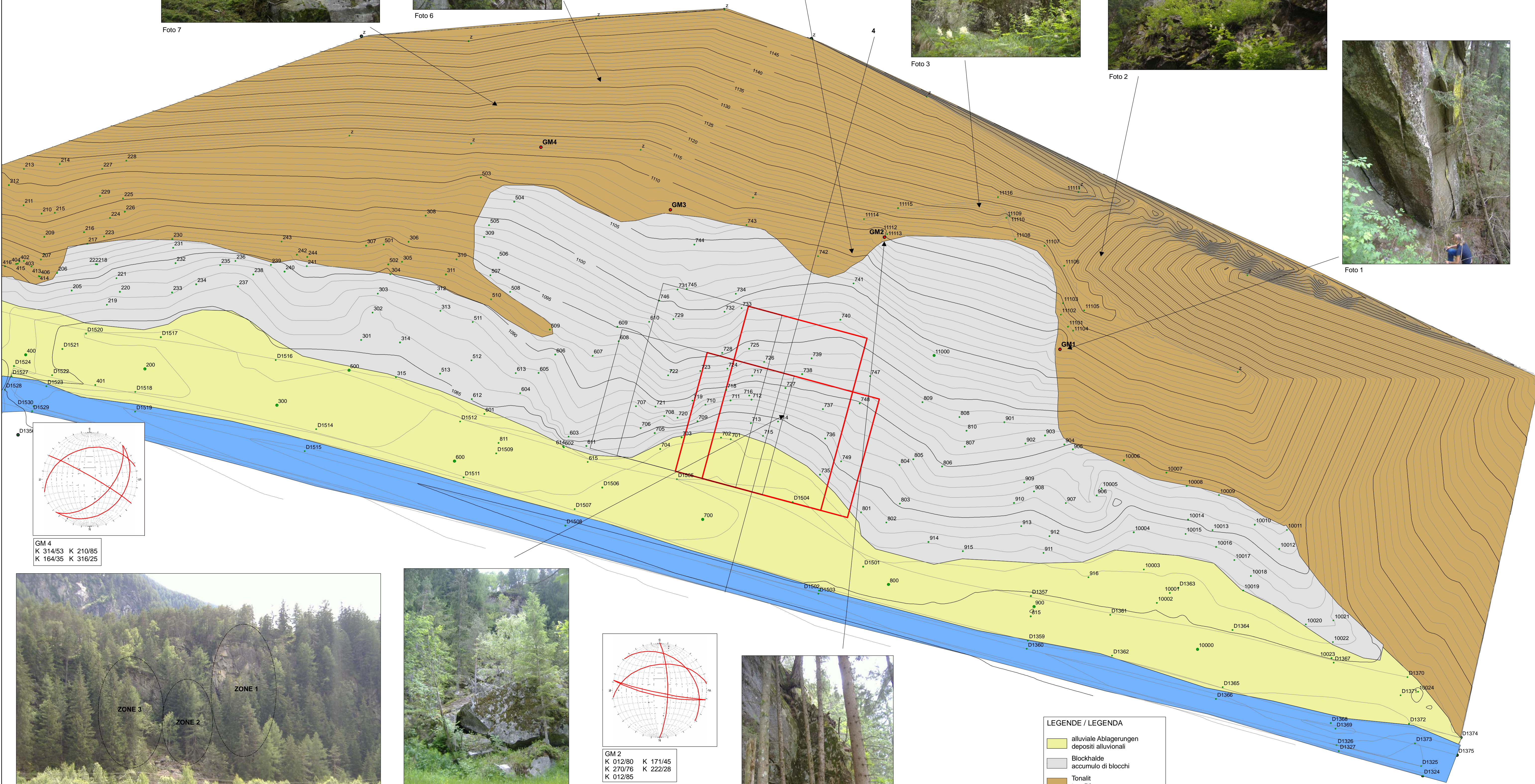
Foto 2



GM 1  
K 027/86 K 295/66  
K 016/48



Foto 1



GM 4  
K 314/53 K 210/85  
K 164/35 K 316/25

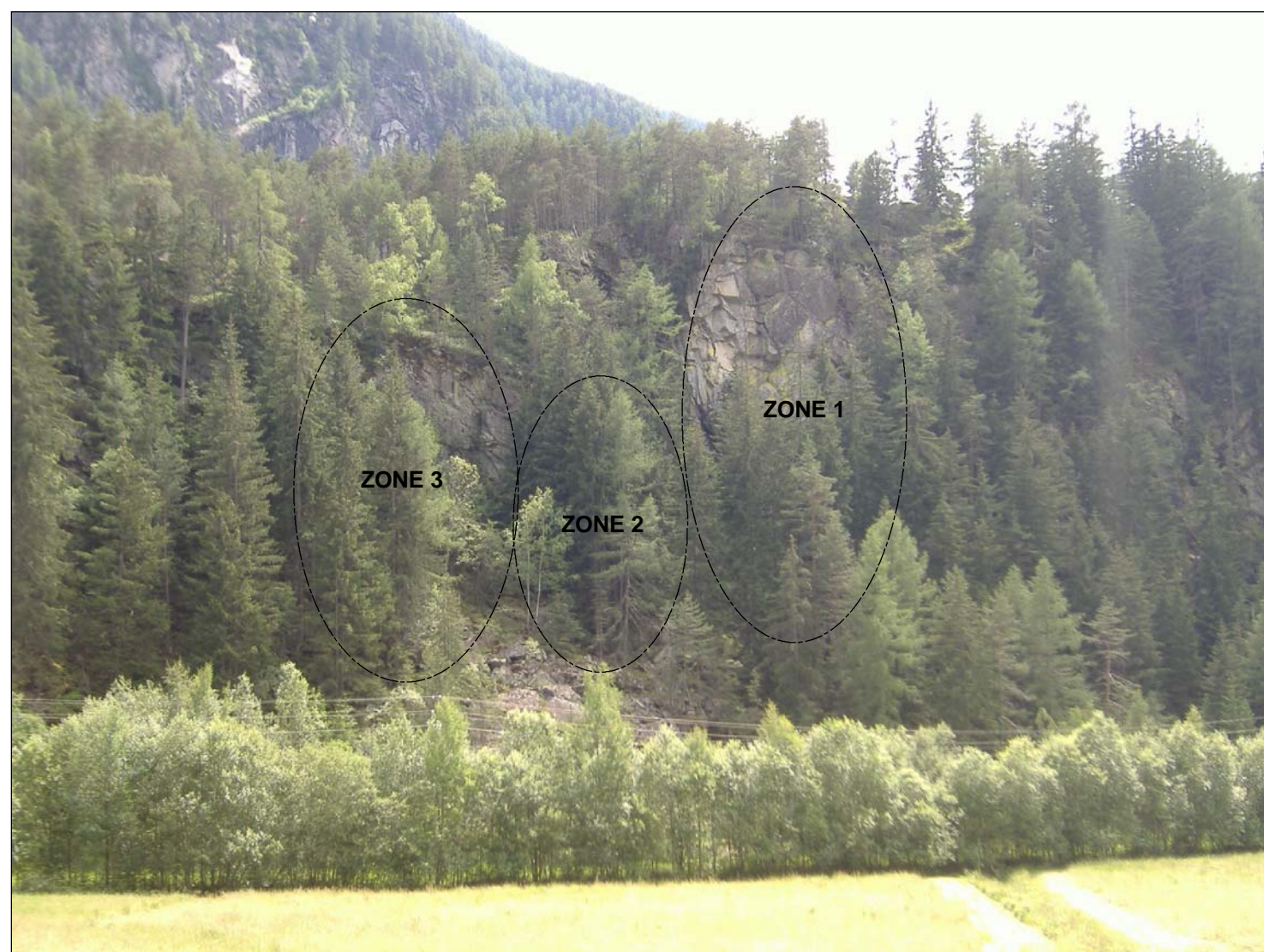
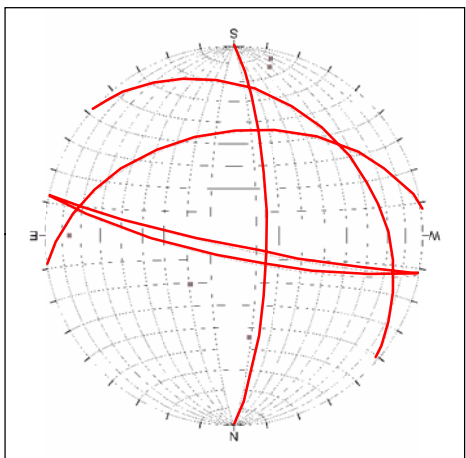


Foto 9



Foto 8



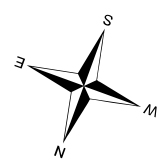
GM 2  
K 012/80 K 171/45  
K 270/76 K 222/28  
K 012/85



Foto 4

- LEGENDE / LEGENDA
- alluviale Ablagerungen  
depositi alluvionali
  - Blockhalde  
accumulo di blocchi
  - Tonalit  
tonaliti
  - Bach / Rio
  - geomechanische Messtation  
stazione geomeccanica
  - Vorschlag zum neuen Standort  
Proposta per il nuovo sito

Maßstab / scala 1:300

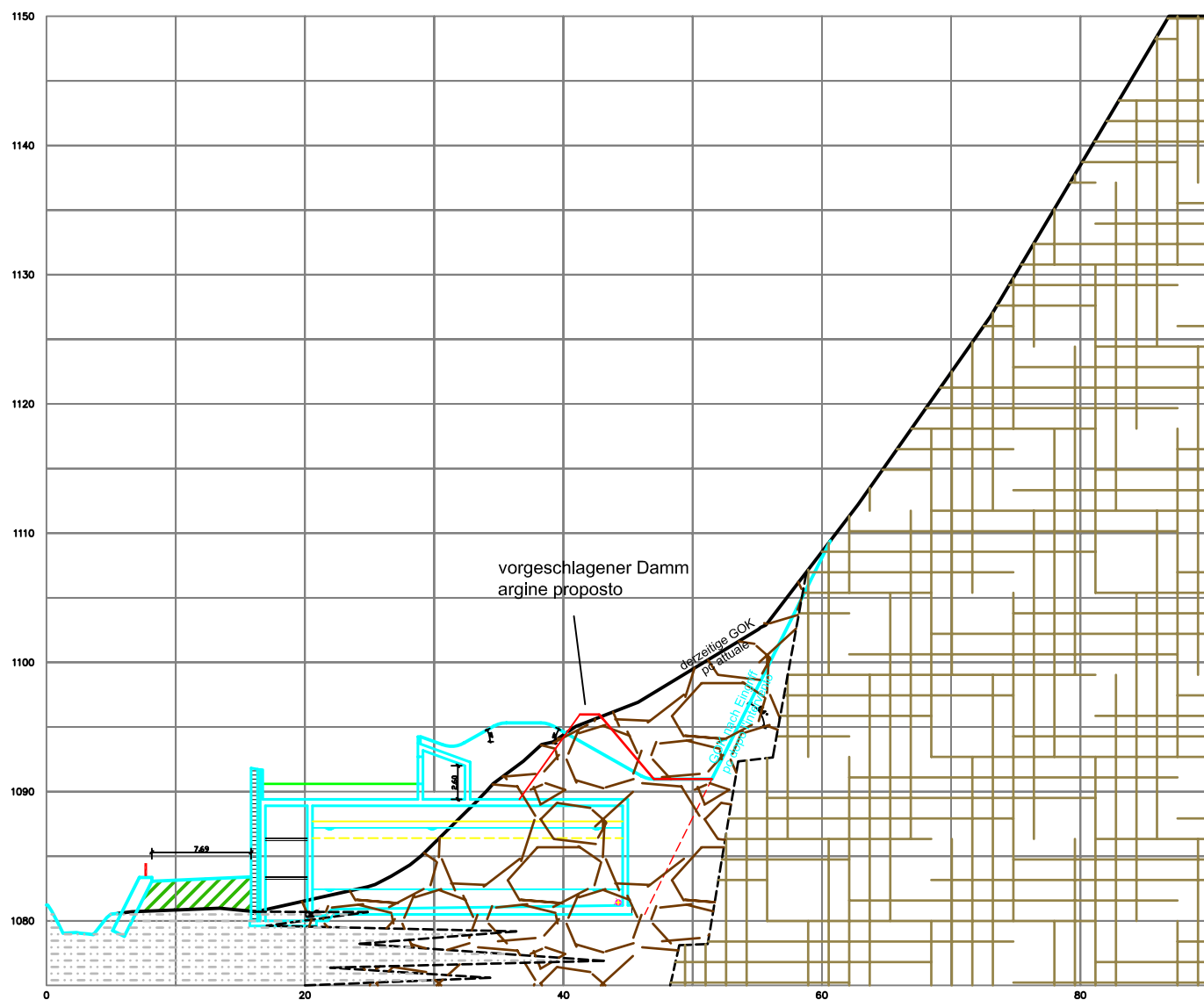


Auszug aus Projekt Baukanzlei Dr. Ing. Walter Sulzenbacher  
Stralcio da progetto Baukanzlei Dr. Ing. Walter Sulzenbacher



# GEOLOGISCHES, SCHEMATISCHES PROFIL PROFILO GEOLOGICO SCHEMATICO

Profil / profilo 4  
Variante Turbine mittig



Auszug aus dem Projekt Ing. Sulzenbacher  
Stralcio da progetto Ing. Sulzenbacher



**STEINSCHLAGSIMULATIONEN**  
**SIMULAZIONI CADUTA MASSI**

## FELSSTURZSIMULATION

Um das reale Gefahrenpotential besser zu bestimmen und die geeigneten Schutzmaßnahmen für Steinschlag im Untersuchungsgebiet beurteilen zu können, sind Sturzanalysen durchgeführt worden.

Die Untersuchung des Felssturzphänomens durch Sturzsimulationen mit Unterstützung der Informatik dienen zur Ermittlung der:

- maximalen Sturzweite der Blöcke;
- möglichen Flugbahnen und Sprünge der Blöcke, um die Positionen und die Höhe der Schutzbauten zu berechnen;
- maximalen Aufprallenergie, welche durch die Schutzbauten aufgenommen werden muss.

Die Untersuchung basiert auf einer statistischen Lösung des Problems, wodurch eine große An-zahl von Abgängen ausgewertet werden kann.

Die Berechnungen zur Ermittlung der Sturz-bahnen werden anhand der Gleichungen von Piteau und Clayton (1977) und von Bassato et al. (1985) durchgeführt.

Der Rückgabekoeffizient (E), ist hauptsächlich von der Lithologie und der Morphologie des Hanges abhängig und bezieht sich auf die Angaben von Broili (1979), Mazzalai und Vuillermin (1995), Piteau und Clayton (1987) und Hoek (1987). Was die Beurteilung des Reibungswinkels Block-Hang betrifft, bezieht man sich auf die Angaben von Cocco (1991).

Die Unsicherheit in der Wahl der Größen, welche in die Simulation eingehen (E,  $\phi$ , und V=Volumen des Blocks) führt dazu, dass man mittels einer Wahrscheinlichkeitsfunktion an das Problem herantritt.

Für die Simulationen wurde die Wahrscheinlichkeitsfunktion nach MONTECARLO verwendet.

Diese Methodik basiert auf dem zufälligen Ein-satz der Werte für E,  $\phi$ , und V, die innerhalb vorgegebener Intervalle nach den Gesetzen der Statistik variieren können und in den Simulationen in Folge wiedergegeben sind.

Das resultierende Modell wurde schließlich auf Basis der Geländedaten kalibriert.

## SIMULAZIONI DI SCENDIMENTO MASSI

Al fine di meglio valutare il reale grado di pericolo e gli interventi idonei per la protezione dalla caduta di massi nell'area in esame sono state effettuate simulazioni di scendimento.

Lo studio del fenomeno di caduta massi, attraverso simulazioni di scendimento per via informatica, ha lo scopo di valutare:

- massima distanza percorribile dai massi;
- traiettorie e balzi più probabili dei massi per la definizione della posizione e dell'altezza delle opere di difesa;
- massime energie di impatto che dovranno essere dissipate dalle opere di difesa.

Lo studio si basa su di un approccio statistico del problema potendo esaminare una quantità rilevante di scendimenti.

I calcoli per definire il moto dei massi vengono eseguiti sulla base delle equazioni proposte da Piteau e Clayton (1977) e da Bassato et al. (1985).

Il coefficiente di restituzione (E), legato principalmente alla litologia ed alla morfologia del versante, fa riferimento a quanto proposto da Broili (1979), Mazzalai e Vuillermin (1995), Piteau e Clayton (1987) e Hoek (1987). Per quanto riguarda la valutazione dell'angolo di attrito massa-versante si fa riferimento a quanto proposto da Cocco (1991).

L'incertezza insita nella scelta delle grandezze da introdurre nella simulazione (E,  $\phi$ , e V=volume del masso) consiglia un approccio di tipo probabilistico al problema.

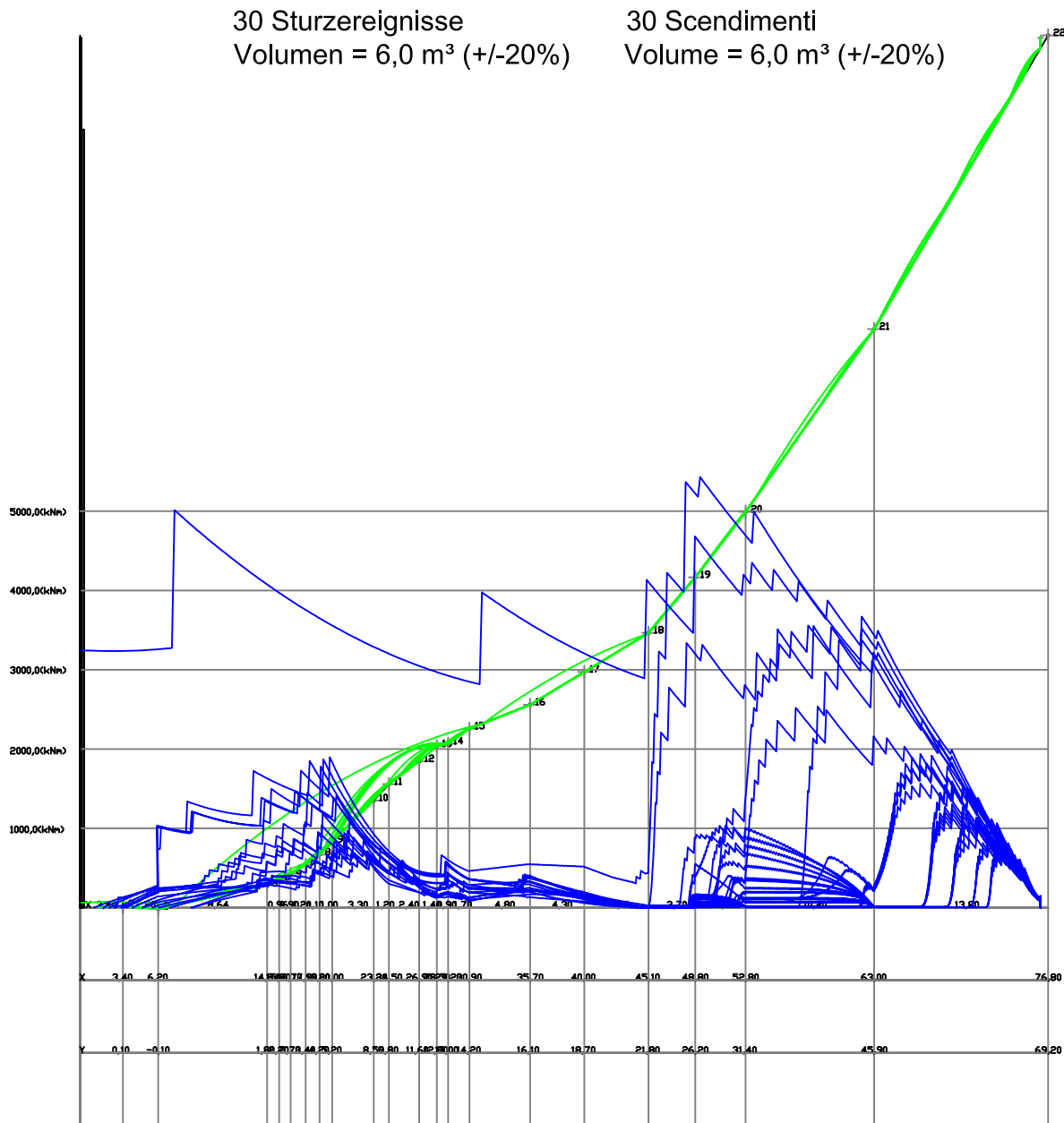
Per le simulazioni si è utilizzato il metodo probabilistico di MONTECARLO.

Questo metodo si basa sulla generazione di valori casuali di E,  $\phi$ , e V, variabili entro intervalli prestabiliti secondo leggi statistiche e riportati nelle simulazioni a seguire.

Il modello ottenuto è stato poi verificato e calibrato sulla base dei dati acquisiti in campagna.

# FELSSTURZSIMULATION - derzeitiger Stand SIMULAZIONE SCENDIMENTO MASSI - stato attuale

PROFIL 4 aus Projekt Ing. Sulzenbacher  
PROFILO 4 da progetto Ing. Sulzenbacher



Hangparameter / Parametri pendio:

Fels:  $\phi = 24,5$  (+/- 20%)  $E = 0,80$  (+/- 20%)

Roccia:  $\phi = 24,5$  (+/- 20%)  $E = 0,80$  (+/- 20%)

Blockhalde:  $\phi = 34$  (+/- 20%)  $E = 0,6$  (+/- 20%)

Accumulo di blocchi:  $\phi = 34$  (+/- 20%)  $E = 0,6$  (+/- 20%)

alluviale Ablagerungen:  $\phi = 29$  (+/- 20%)  $E = 0,075$  (+/- 20%)

depositi alluvionali:  $\phi = 29$  (+/- 20%)  $E = 0,075$  (+/- 20%)

Sturzbahnen  
Percorsi di scendimento

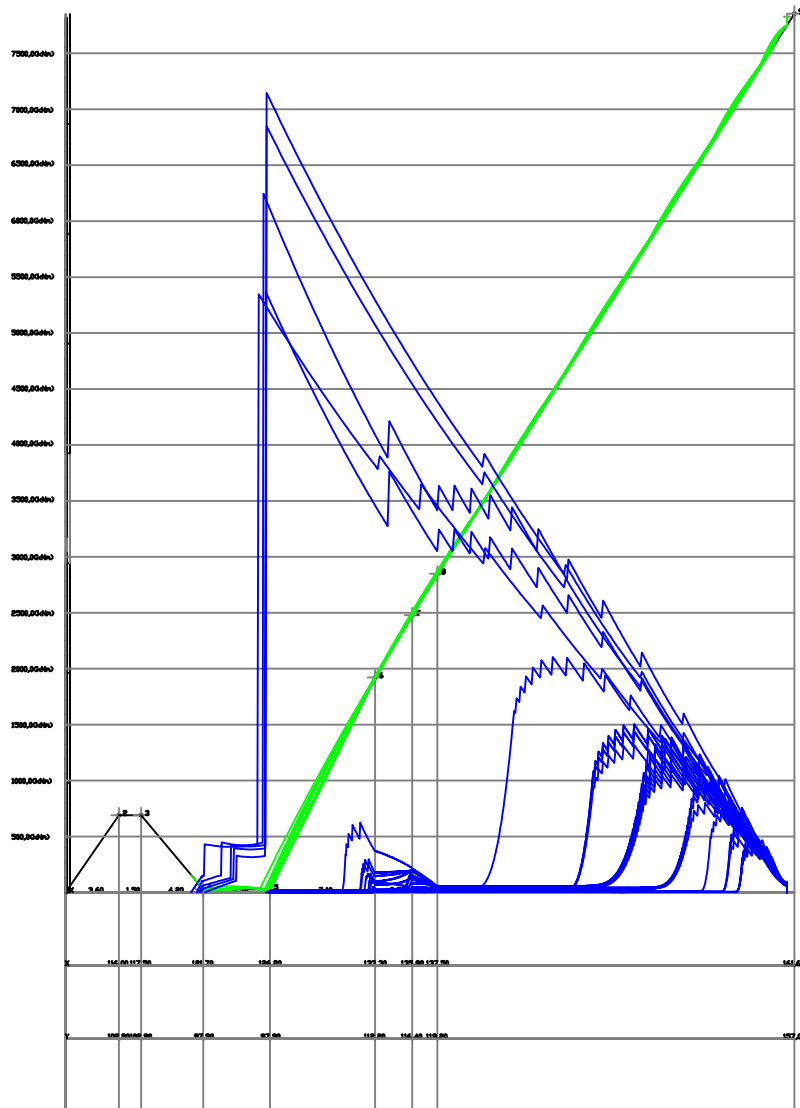
Energiekurven der Blöcke (kNm)  
Inviluppo energie dei massi (kNm)

# FELSSTURZSIMULATION - Damm SIMULAZIONE SCENDIMENTO MASSI - argine

PROFIL 4 aus Projekt Ing. Sulzenbacher  
PROFILO 4 da progetto Ing. Sulzenbacher

30 Sturzereignisse  
Volumen = 5,00 m<sup>3</sup> (+/-20%)

30 Scendimenti  
Volume = 5,00 m<sup>3</sup> (+/-20%)



Hangparameter / Parametri pendio:

Fels:  $\phi = 24,5$  (+/- 20%)  $E = 0,80$  (+/- 20%)

Roccia:  $\phi = 24,5$  (+/- 20%)  $E = 0,80$  (+/- 20%)

Blockhalde:  $\phi = 34$  (+/- 20%)  $E = 0,6$  (+/- 20%)

Accumulo di blocchi:  $\phi = 34$  (+/- 20%)  $E = 0,6$  (+/- 20%)

Aufschüttungsmaterial (Damm):  $\phi = 29$  (+/- 20%)  $E = 0,10$  (+/- 20%)

materiale di riporto (argine):  $\phi = 29$  (+/- 20%)  $E = 0,10$  (+/- 20%)

— Sturzbahnen  
Percorsi di scendimento

— Energiekurven der Blöcke (kNm)  
Involuppo energie dei massi (kNm)