



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona
BRENNER BASISTUNNEL
Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3		D0700: Lotto Mules 2-3	
Projekteinheit		WBS	
Materialdeponien		Depositi	
Dokumentenart		Tipo Documento	
Technischer Bericht		Relazione tecnica	
Titel		Titolo	
Materialdeponie Genauen II: Murgangereignisse - Bemessung Schutzmaßnahmen gegen Debris-Flow		Deposito di Genauen II: Fenomeni di trasporto di massa incanalati - dimensionamento opere di difesa da eventi di debris-flow	
 RTI 4P Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P <small>cb Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, Fax: +39 0287152612</small>		Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470	
<i>Mandataria</i>	<i>Mandante</i>	<i>Mandante</i>	<i>Mandante</i>
 PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	 PÖYRY	 pini swiss engineers	 PASQUALI-RAUSA ENGINEERING S.r.l./G.m.b.H.
		<i>Fachplaner / il progettista specialista</i> Ing. Davide Merlini Ord. Ingg. Como N° 2354 A	
	Datum / Data	Name / Nome	Gesellschaft / Società
Bearbeitet / Elaborato	30.01.2015	F. Rossi / M. Parri	Pini Swiss
Geprüft / Verificato	30.01.2015	D. Merlini	Pini Swiss
 BBT Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE		Name / Nome R. Zurlo	Name / Nome K. Bergmeister
Projekt-kilometer / Chilometro progetto	von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	Projekt-kilometer / Chilometro opera	von / da bis / a bei / al
Status Dokument / Stato documento			Massstab / Scala
			-
Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero
02	H61	DB	300
		Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto
		KTB	D0700
		Nummer Codice	Revision Revisione
		51018	21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Erstversion / Prima Versione	F. Rossi	22.05.2014
10	Endabgabe / Consegna definitiva	F. Rossi	31.07.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	F. Rossi	09.10.2014
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	F. Rossi	04.12.2014
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	A.Battaglia	30.01.2015

1	EINLEITUNG	
1	INTRODUZIONE	5
1.1	ALLGEMEINE EINORDNUNG DES BAULOSES	
1.1	INQUADRAMENTO GENERALE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE.....	5
2	KURZFASSUNG	
2	RELAZIONE DI SINTESI	6
3	RECHTSBESTIMMUNGEN	
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4	HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNG	
4	STUDIO IDROLOGICO	9
4.1	ANALYSESCHEMA	
4.1	SCHEMA DELL'ANALISI.....	9
4.2	NÄHERUNGSMETHODEN UND PEARSON-TEST	
4.2	METODI DI APPROSSIMAZIONE E TEST DI PEARSON.....	11
4.2.1	Methode der kleinsten Quadrate	
4.2.1	Metodo dei minimi quadrati.....	11
4.2.2	Methode der Momente	
4.2.2	Metodo dei momenti.....	12
4.2.3	Methode der maximalen Wahrscheinlichkeit	
4.2.3	Metodo della massima verosimiglianza.....	13
4.2.4	Pearson-Test	
4.2.4	Test di Pearson.....	13
5	NIEDERSCHLAGSANALYSE	
5	ANALISI PLUVIOMETRICA	15
5.1	DATENERFASSUNG	
5.1	RACCOLTA DEI DATI.....	15
5.2	AUSWERTUNG DER DATEN	
5.2	ELABORAZIONE DEI DATI.....	18
6	HYDRAULISCHE UNTERSUCHUNG	
6	STUDIO IDRAULICO	19
6.1	BERECHNUNGSMETHODEN	
6.1	METODI DI CALCOLO.....	19
6.1.1	Rationale Methode	
6.1.1	Metodo razionale.....	19
6.1.2	Gleichförmige Strömung	
6.1.2	Moto uniforme.....	20
6.1.3	Richtlinien für die Rohrbemessung	
6.1.3	Criteri di dimensionamento per le tubazioni.....	20
6.1.4	Versickerung	
6.1.4	Dispersione.....	21
7	EINZUGSGEBIETE	
7	BACINI IMBRIFERI	23
7.1	VORWORT	
7.1	PREMESSA.....	23
7.2	EINZUGSGEBIET G1	
7.2	BACINO IMBRIFERO G1.....	24

7.3	EINZUGSGEBIET G2	
7.3	BACINO IMBRIFERO G2, RIO GENAUEN	25
7.4	EINZUGSGEBIET G3	
7.4	BACINO IMBRIFERO G3	25
7.5	EINZUGSGEBIET G4	
7.5	BACINO G4.....	26
7.6	EINZUGSGEBIET G5, EISENBAHNFLÄCHEN	
7.6	BACINO G5, PIATTAFORMA FERROVIARIA	26
8	WASSERFÜHRUNG UND VERMURUNG	
8	PORTATE LIQUIDE E DEBRIS-FLOW	27
8.1	GEOLOGIE UND GEOMORPHOLOGIE	
8.1	ELEMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	27
8.2	STRUKTURGEOLOGIE	
8.2	ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI	27
8.3	WASSERFÜHRUNG	
8.3	PORTATE LIQUIDE	28
8.4	ABSCHÄTZUNG DER MOBILISIERBAREN MATERIALMENGE IM EINZUGSGEBIET G2 DES GENAUENBACHS	
8.4	STIMA DEI VOLUMI DI MATERIALE MOBILIZZABILE NEL BACINO G2 DEL RIO GENAUEN.....	30
9	BESCHREIBUNG DER WASSERBAUTEN	
9	DESCRIZIONE MANUFATTI IDRAULICI.....	35
9.1	ALLGEMEINES	
9.1	GENERALITÀ.....	35
9.2	RÜCKHALTEBECKEN GENAUENBACH	
9.2	STRUTTURA BACINO DI RITENUTA RIO GENAUEN.....	35
9.3	ABSCHNITT 1 - L=355 M	
9.3	TRATTO 1 - L =355M.....	36
9.4	RÜCKHALTEKAMMER	
9.4	CAMERA DI RITENUTA.....	37
9.5	ABSCHNITT 2 (EISENBAHNDURCHLASS) – L=25,7 M	
9.5	TRATTO 2 (TOMBINO FERROVIARIO) – L=25.7M	37
9.6	ABSCHNITT 3 – L=120,0 M	
9.6	TRATTO 3 – L=120.0 M.....	38
9.7	ABSCHNITT 4 – L=600,0 M	
9.7	TRATTO 4 – L=600.0 M.....	38
10	BEMESSUNG DER STAHLBETON-WASSERBAUTEN	
10	DIMENSIONAMENTO DEI MANUFATTI IDRAULICI IN CALCESTRUZZO ARMATO	39
10.1	ALLGEMEINES	
10.1	GENERALITÀ.....	39
10.2	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	
10.2	BASI DI CALCOLO.....	39
10.3	STATISCHES SCHEMA UND BEMESSUNGSSCHNITT	
10.3	SCHEMA STATICO E SEZIONI DI VERIFICA.....	40
11	WASSERBAUTEN / ZUSTÄNDIGKEIT STRASSENDIENST	
11	MANUFATTI IDRAULICI DI COMPETENZA DELLE STRADE	50
11.1	ALLGEMEINES	
11.1	GENERALITÀ.....	50

12 VERZEICHNISSE

12 ELENCHI.....	50
12.1 BEZUGSDOKUMENTE	
12.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	50
12.1.1 Eingangsdokumente	
12.1.1 Documenti in ingresso.....	50
12.1.1.1 Regelplanung	
12.1.1.1 Progettazione di Sistema.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
12.1.1.2 Einreichprojekt	
12.1.1.2 Progetto Definitivo	50
12.1.1.3 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3	
12.1.1.3 Progetto esecutivo Lotto Mules 2-3	50
12.1.2 Normen und Richtlinien	
12.1.2 Normative e linee guida.....	50

1 EINLEITUNG

1.1 ALLGEMEINE EINORDNUNG DES BAULOSES

Der Standort der Deponie Genauen 2 liegt auf der orographisch rechten Talseite südlich der Ortschaft Mauls. Gegenüber den ursprünglichen Vorgaben wird nunmehr nur die südliche der beiden betroffenen Flächen für die Deponierung von Ausbruchmaterial des Bauloses Mauls II+III verwendet. Dementsprechend bezieht sich die Bezeichnung Deponie Genauen 2 nur auf diesen Bereich.

Im Nahbereich der Deponie ist eine Reihe von hydraulischen Eingriffen geplant, die im vorliegenden Bericht erläutert werden.

Die Fläche, die für die Deponie vorgesehen ist, wird derzeit intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Die Fläche weist im Grundriss eine längliche, Nordwest-Südost gerichtete Form auf. Richtung Osten wird sie von der Eisenbahnlinie begrenzt, im Westen vom übergemeindlichen Radweg Brixen-Brenner. Im Norden besteht die Hofstelle Untergenauen. Zwei Stromfreileitungen zu 132 kV queren die Deponiefläche auf ihrer gesamten Länge.

Die Oberfläche der Deponie beträgt 22.500 m². Unter Berücksichtigung einer mittleren Höhe von 15m ergibt sich ein maximales Deponievolumen von ca. 165.000 m³ Material der Kategorie A.

Übersichtslageplan: 02-H61-DB-300-KLP-D0700-51100.

Im Bereich der Deponie Genauen 2 besteht der BLP der Gemeinde Freienfeld. Das betreffende Gebiet der Deponie Genauen 2 ist als „Landwirtschaftliches Grün“ eingetragen.

Die nächstgelegene Siedlung, Mauls, liegt in rund 1 km Entfernung im Norden der Deponie. Im Norden der Fläche gibt es außerdem zwei Gehöfte (Obergenauen und Untergenauen), von denen einer unter Denkmalschutz steht. Der Abstand zu diesem Gebäude von der Außenbegrenzung der Deponie beträgt ca. 50 m. Auf der gegenüberliegenden Seite des Eisack befindet sich ein Kraftwerk in einer „Gewerbeerweiterungsgebiet“.

1 INTRODUZIONE

1.1 INQUADRAMENTO GENERALE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE

L'ambito del deposito Genauen 2 si trova posizionato nel lato destro del fondovalle, a sud dell'abitato di Mules. Differentemente dalle istruzioni iniziali, delle due aree interessate verrà utilizzata quella a sud per il deposito del materiale di scavo del lotto Mules II+III. Pertanto la dicitura deposito Genauen 2 si riferisce soltanto a tale area.

Nelle zone limitrofe al deposito saranno svolti una serie di lavori idraulici che vengono esposti nella presente relazione.

L'area sulla quale è previsto il deposito è ad uso prevalente agricolo intensivo.

La forma dell'area è oblunga ed è orientata in direzione nord-ovest sud-est. A est è delimitata dalla linea ferroviaria e a ovest dalla pista ciclabile intercomunale Bressanone-Brennero. A nord si trovano i fabbricati del maso Untergenauen. Due linee elettriche aeree da 132 kV attraversano l'area del deposito per tutta la lunghezza.

La superficie dell'area ammonta a ca. 22.500 m². Considerando un'altezza media pari a 15m il volume massimo di deposito temporaneo corrisponde a ca. 165.500 m³ di materiale di classe A.

Planimetria generale: 02-H61-DB-300-KLP-D0700-51100.

Nell'ambito del deposito Genauen 2 è in vigore il PUC del Comune di Campo di Trens. La zona del PUC in cui si trova l'area Genauen 2 è "verde agricolo"

Il centro abitato più prossimo, cioè Mules, si trova a ca. 1 km a nord del deposito. A nord del deposito si trovano inoltre due masi (Obergenauen e Untergenauen) uno dei quali è sotto tutela delle Belle Arti. La distanza di questo edificio dal perimetro del deposito è di ca. 50 m. Sul lato opposto dell'Isarco si trova una centrale elettrica in "zona di espansione per insediamenti produttivi".

2 KURZFASSUNG

Das betroffene Projektareal der Deponie Genauen II liegt im Eisacktal südlich von Mauls, auf ca. 860 m Mh. Die vom Projekt Genauen II betroffene Fläche beträgt rund 6 ha, wobei die Einzugsgebiete im Westen der geplanten Deponiefläche eine Gesamtfläche von ca. 100 ha aufweisen.

Die Projektfläche ist relativ scharf begrenzt, da sie sich an einer Engstelle des Tales neben dem Eisack, der Autobahn A22 und der Brenner Eisenbahnlinie befindet. Das Landschaftsbild ist von ebendiesen Infrastrukturen und dem Wasserlauf sowie von Wäldern und Wiesenflächen geprägt.

Die Talflanken sind sehr steil und von zahlreichen Gerinnen durchzogen. Eines insbesondere, das von den Autoren als Genauenbach bezeichnet wird, zeigte in den letzten Jahren wiederholte Phänomene von Materialtransport, Murereignisse, die einen Kegel aufschütteten und mehrfach die Straße am Hangfuß verlegten.

Der gegenständliche Bericht liefert eine hydrologische Untersuchung und einen hydraulischen Nachweis des Ableitungssystems der anfallenden Niederschläge am Außenrand der geplanten Deponie Genauen 2. Die Murgefährdung wurde untersucht und wird mit der Errichtung einer neuen Rückhaltekammer zwischen dem Murkegel und der bestehenden Straße beherrscht. Ein kleiner Graben am Hangfuß, bergseitig der Straße, dient zur Ausleitung des Überwassers, das offen bis zum Eisenbahndamm und von dort in den Eisack ausgeleitet wird.

Wo die Möglichkeit besteht, werden Versickerungsgräben vorgesehen, um die anfallenden Wässer aus den gebirgigen Einzugsgebieten im Westen der Deponie Genauen in den Untergrund einzuleiten.

Die geplanten Bauwerke betreffen kein Trinkwasserschutzgebiet.

2 RELAZIONE DI SINTESI

L'area interessata dal progetto del deposito di Genauen II, ricade nella valle del fiume Isarco a sud di Mules, ad una quota di circa 860 m s.l.m.m. La superficie interessata dal progetto del deposito di Genauen II corrisponde a ca. 6 ha mentre i bacini imbriferi a ovest del deposito sommano a ca. 100 ha di superficie.

Essa è abbastanza circoscritta in quanto si trova in un punto stretto della valle, in affiancamento al fiume Isarco, all'autostrada A22 e alla ferrovia del Brennero. Il territorio è occupato dalle infrastrutture di trasporto, dal fiume stesso e da zone boschive e prative.

I versanti della valle sono molto ripidi e solcati da numerosi rii. Uno in particolare denominato dalla scrivente Rio Genauen negli ultimi anni ha evidenziato trasporto di materiale, fenomeno di debris-flow, che ha formato una conoide che sovente invade la stradina sottomontagna.

La presente relazione riporta lo studio idrologico e la verifica idraulica del sistema di smaltimento delle acque meteoriche al perimetro del progettato deposito di Genauen 2. Il fenomeno di debris-flow è studiato e contenuto con la costruzione di una nuova camera di ritenuta tra la conoide e la stradina esistenti. Un piccolo canale sottomontagna prima della stradina provvederà al trasporto di acqua in eccesso che viene convogliata a cielo aperto fino al rilevato ferroviario e successivamente all'immissione nel fiume Isarco.

Dove possibile saranno predisposti dei fossi di dispersione e infiltrazione delle acque provenienti dai bacini imbriferi montagnosi a ovest del deposito Genauen.

Le opere in progetto non ricadono in zone di tutela delle acque potabili.

3 RECHTSBESTIMMUNGEN

Das wichtigste technische Bezugswerk ist das Planungshandbuch der RFI - Straßenkörper, Kodex RFI DINIC MA CS 00 001 C Ausgabe vom 20.09.2004.

Es wird Bezug genommen auf die Landesgesetzgebung in Hinblick auf den Gewässerschutz und die Planung des Straßenkörpers:

- D.L.H. 21 Januar 2008, Nr. 6, Durchführungsverordnung zum Landesgesetz vom 18. Juni 2002, Nr. 8, betreffend „Bestimmungen über die Gewässer“ im Bereich Gewässerschutz
- L.G. 18 Juni 2002, Nr. 8, „Bestimmungen über die Gewässer“
- Rundschreiben Nr. 1/08 Amt für Gewässerschutz
- D.L.H. 27 Juni 2006, Nr. 28, „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Ausbau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol“

Daneben wurden noch folgende Normen und technischen Unterlagen beigezogen:

- D.M. 10 agosto 2004, Modifiche alle «Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto»
- D.M. 23 febbraio 1971 n. 2445, "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"
- D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. – Norme in materia ambientale (per quanto riguarda le acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia, art. 113)
- L.R. della Regione Lombardia del 24 marzo 2006 n° 4 - "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne" in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n° 26
- D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" (art. 39)

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il principale riferimento tecnico è il Manuale di progettazione di RFI – Corpo Stradale, cod. RFI DINIC MA CS 00 001 C edizione 20.09.2004.

Viene fatto riferimento alla vigente normativa provinciale in materia di tutela delle acque e progettazione del corpo stradale:

- D.P.P. 21 gennaio 2008, n. 6, Regolamento di esecuzione alla legge provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 recante «Disposizioni sulle acque» in materia di tutela delle acque
- L.P. 18 giugno 2002, n. 8, «Disposizioni sulle acque»
- Circolare n. 1/08 Ufficio Tutela Acque
- D.P.P. 27 giugno 2006, n. 28, «Norme funzionali e geometriche per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige»

Inoltre sono stati consultati i seguenti testi normativi e tecnici:

- D.M. 10 agosto 2004, Modifiche alle «Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto»
- D.M. 23 febbraio 1971 n. 2445, "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"
- D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. – Norme in materia ambientale (per quanto riguarda le acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia, art. 113)
- L.R. della Regione Lombardia del 24 marzo 2006 n° 4 - "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne" in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n° 26
- D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" (art. 39)

- Circolare Ministero LL.PP. 7 gennaio 1974, n° 11633, "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto"
- Da Deppo, Datei, "Fognature", Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2000
- A. Ghetti, "Idraulica", Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1998
- EN 858-1:2005 „Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten - Teil 1: Bau-, Funktions- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Güteüberwachung"
- UNI EN 858-2:2004 „Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten. Wahl der Nenngröße, Einbau, Betrieb und Wartung"
- Circolare Ministero LL.PP. 7 gennaio 1974, n° 11633, "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto"
- Da Deppo, Datei, "Fognature", Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2000
- A. Ghetti, "Idraulica", Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1998
- UNI EN 858-1:2005 „Impianti di separazione per liquidi leggeri - Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità"
- UNI EN 858-2:2004 "Impianti di separazione per liquidi leggeri. Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione"

4 HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNG

Für die Planung der Wasserschutzbauten ist es notwendig, die Niederschlagsdaten im betreffenden Gebiet zu analysieren. Die verfügbaren Daten werden statistisch ausgewertet, um einen Bemessungsregen festzulegen, den das Entwässerungssystem abzuleiten vermag.

Das Ziel der Analyse ist die Bestimmung der Kurven der Niederschlagswahrscheinlichkeit in der Form:

$$h = a(T_r) t_p^n$$

Diese geben in Funktion der Wiederkehrzeit T_r und für jede Niederschlagsdauer t_p den maximalen Wert der Niederschlagshöhe h .

Für die randlichen Leitungen des Entwässerungsnetzes, die einer kleinen Fläche entsprechen, liegen die kritischen Fließzeiten im Rahmen von Minuten bis zu Zehnereinheiten von Minuten. Entsprechend sind kurze und ergiebige Niederschläge (Wolkenbruch) zu berücksichtigen bis eventuell Niederschläge von bis zu einer Stunde.

Für die End-Sammelleitungen von sehr langen Netzen sind hingegen in der Regel länger andauernde Niederschläge anzusetzen, in der Größenordnung von Stunden.

4.1 ANALYSESCHEMA

Die verfügbaren Niederschlagsdaten (für eine signifikante Analyse muss eine Datenreihe von mindestens 30-35 Jahren vorliegen) werden nach dem folgenden Ablauf ausgewertet:

- 1) Die Stichprobe wird für jede t_p in aufsteigender Reihenfolge angeordnet, wobei jeweils eine Nummer i von 1 bis N zugeordnet wird; man berechnet die Häufigkeit einer Nichtüberschreitung $F_i = i / (N + 1)$
- 2) Für jede Niederschlagsdauer werden in einem Diagramm $F_i - h$ die Tabellendaten eingetragen. Für eine Näherung der Daten wurde die doppelt exponentielle Verteilung (Gumbel-Verteilung) verwendet:

$$P[H < h] = e^{-e^{-y}}$$

Um diese für die Daten verwenden zu können, müssen die Parameter α und u eingesetzt werden, die geeicht werden müssen.

4 STUDIO IDROLOGICO

Per la progettazione delle opere idrauliche è necessario eseguire un'analisi pluviometrica della zona interessata dalle stesse. I dati a disposizione vanno elaborati statisticamente per determinare i volumi di pioggia che la rete di smaltimento deve invasare.

Il fine dell'analisi è determinare le curve di possibilità pluviometrica nella forma:

$$h = a(T_r) t_p^n$$

Queste forniscono in funzione del tempo di ritorno T_r e per ogni durata di pioggia t_p , il massimo valore dell'altezza di pioggia h .

Per le condotte periferiche della rete, al servizio di una piccola superficie, il tempo di corrivazione è dell'ordine dei minuti o delle decine di minuti. Sono pertanto da considerare le precipitazioni brevi ed intense (scrosci), eventualmente estese fino a quelle della durata di un'ora.

Per i collettori terminali di reti molto estese, chiudendosi il territorio da servire, sono invece generalmente da elaborare precipitazioni di maggiore durata, utilizzando l'ora come unità di tempo.

4.1 SCHEMA DELL'ANALISI

I dati pluviometrici a disposizione (perché siano significativi, devono consistere almeno in 30-35 anni di osservazioni) vengono elaborati con il seguente procedimento:

- 1) si ordinano i dati del campione per ogni t_p in ordine crescente assegnando un numero d'ordine i da 1 a N ; si calcola la frequenza di non superamento $F_i = i / (N + 1)$
- 2) per ogni tempo di pioggia si riportano in un diagramma $F_i - h$ i dati della tabella. Per approssimare tali dati si è utilizzata la curva doppio esponenziale o di Gumbel:

$$P[H < h] = e^{-e^{-y}}$$

Per poterla adattare ai dati è necessario inserire i parametri α e u che andranno tarati:

$$P[H < h] = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

Für die Näherung ist es einfacher, die Kurve anhand des Logarithmus in eine Gerade umzuwandeln, wobei man folgende Gleichung erhält:

$$h = \frac{1}{\alpha}[-\ln(-\ln F_i)] + u$$

Die Eichung erfolgte mittels dreier unterschiedlicher Methoden; für jede tp ergeben sich entsprechend drei Wertepaare (α_i, u_i); mit dem Pearson-Test wird das Wertepaar ermittelt, das sich den Daten am besten anpasst.

Die Methoden sind:

- kleinste Quadrate;
- Momente;
- maximale Wahrscheinlichkeit;

die in der Folge ausführlich beschrieben werden.

- 3) Man wählt die Wiederkehrzeit (Zeitdauer in der ein Ereignis erreicht oder überschritten wird) T_r und berechnet die Wahrscheinlichkeit einer Nichtüberschreitung derselben:

$$P^*[H < h] = 1 - \frac{1}{T_r}$$

- 4) Für jede Niederschlagsdauer tp wird die Niederschlagshöhe h^* ermittelt, die dem oben bestimmten $P [H < h]$ entspricht:

$$h^* = \frac{1}{\alpha} \{-\ln[-\ln P^*[H < h]]\} + u$$

mit den anhand des Pearson-Tests bestimmten Parametern α und u . Schließlich wird eine Tabelle mit den gefundenen Werten für tp – h^* erstellt.

- 5) Man ermittelt die Kurven der Niederschlagswahrscheinlichkeit:

$$h = a(T_r)t_p^n$$

Auch in diesem Fall wird die logarithmische Form verwendet, um die Bestimmung der Parameter a und n zu erleichtern:

$$\ln h = \ln a(T_r) + n \ln t_p$$

$$P[H < h] = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

Ai fini dell'approssimazione risulta più agevole trasformare la curva in una retta tramite il logaritmo, ottenendo la seguente espressione:

$$h = \frac{1}{\alpha}[-\ln(-\ln F_i)] + u$$

La taratura è effettuata con tre metodi diversi; per ogni tp si ottengono quindi tre coppie di valori(α_i, u_i); con il test di Pearson si sceglie la coppia che meglio si adatta ai dati.

I metodi sono:

- dei minimi quadrati;
- dei momenti;
- della massima verosimiglianza;

che verranno descritti per esteso in seguito.

- 3) si sceglie il tempo di ritorno (periodo di tempo nel quale un evento è uguagliato o superato) T_r e si calcola la probabilità di non superamento ad essa associata:

$$P^*[H < h] = 1 - \frac{1}{T_r}$$

- 4) per ogni tempo di pioggia tp si ricava l'altezza di pioggia h^* corrispondente a $P [H < h]$ sopra determinata:

$$h^* = \frac{1}{\alpha} \{-\ln[-\ln P^*[H < h]]\} + u$$

con α e u individuati dal test di Pearson. Si costruisce quindi una tabella con i valori trovati tp – h^* .

- 5) si ricavano le curve di possibilità pluviometrica:

$$h = a(T_r)t_p^n$$

Anche in questo caso, per rendere più agevole la determinazione dei parametri a e n , si adotta la forma logaritmica:

$$\ln h = \ln a(T_r) + n \ln t_p$$

Man nähert die Daten (t_p , h^*) mit der Methode der kleinsten Quadrate an: Der Schnittpunkt der genäherten Geraden mit der Y-Achse entspricht $\ln a(\text{Tr})$, sein Winkelkoeffizient entspricht n .

- 6) Um den Gültigkeitsbereich der Gleichung der Niederschlagswahrscheinlichkeit auf ein weiteres Umfeld als jenes der betreffenden Messstation ausdehnen zu können, werden die Gleichungen nach A. Colombo für Stadtgebiete verwendet ($S < 5000$ ha und $t < 10$ Stunden):

$$a' = a \left[1 - 0.06 \left(\frac{S}{100} \right)^{0.04} \right]$$

$$n' = n + 0.003 \left(\frac{S}{100} \right)^{0.6}$$

- 7) Um in der Folge den Abflussbeiwert in Bezug auf eine Niederschlagsdauer von einer Stunde verwenden zu können, wird der Parameter n' korrigiert:

$$n'' = \frac{4}{3} n'$$

4.2 NÄHERUNGSMETHODEN UND PEARSON-TEST

Nachfolgend werden die drei Methoden der Näherung und der Pearson-Test, die in der Niederschlagsanalyse verwendet wurden, ausführlich beschrieben.

4.2.1 Methode der kleinsten Quadrate

In allgemeiner Weise nähert diese Methode die Daten mit einer Funktion vom folgenden Typ an:

$$y(x_i) = ax_i + b$$

Die quadratische Abweichung zwischen den Daten und den Funktionswerten ist gegeben durch:

$$S_i^2 = [y_i - (ax_i + b)]^2$$

Um diese quadratische Abweichung möglichst gering zu halten, werden die partiellen Ableitungen der Funktion berechnet

Si approssimano i dati (t_p , h^*) col metodo dei minimi quadrati: l'intercetta della retta approssimante con l'asse delle ordinate è $\ln a(\text{Tr})$, mentre il suo coefficiente angolare è pari a n .

- 6) per estendere la validità dell'equazione di possibilità pluviometrica a un'area più ampia di quella posta nell'intorno della stazione di misura, si utilizzano le relazioni proposte da A. Colombo per le aree urbane ($S < 5000$ ha e $t < 10$ ore):

$$a' = a \left[1 - 0.06 \left(\frac{S}{100} \right)^{0.04} \right]$$

$$n' = n + 0.003 \left(\frac{S}{100} \right)^{0.6}$$

- 7) per poter in seguito utilizzare il coefficiente di deflusso relativo alla precipitazione della durata di un'ora, al parametro n' si apporta la correzione:

$$n'' = \frac{4}{3} n'$$

4.2 METODI DI APPROSSIMAZIONE E TEST DI PEARSON

Si riportano per esteso i tre metodi di approssimazione e il test di Pearson utilizzati nell'analisi pluviometrica.

4.2.1 Metodo dei minimi quadrati

In forma del tutto generale, questo metodo approssima i dati con una funzione del tipo:

$$y(x_i) = ax_i + b$$

Lo scarto quadratico tra i dati e i valori della funzione è dato da:

$$S_i^2 = [y_i - (ax_i + b)]^2$$

Per minimizzare lo scarto quadratico si calcolano le derivate parziali della funzione

$$\frac{\partial S_i^2}{\partial a} \quad \frac{\partial S_i^2}{\partial b}$$

und es wird vorgegeben, dass beide gleich null sind.

Somit erhält man die folgenden Gleichungen der gesuchten Koeffizienten:

$$a = \frac{N \sum_i x_i y_i - \sum_i y_i \sum_i x_i}{N \sum_i x_i^2 - \left(\sum_i x_i \right)^2} \quad b = \frac{\sum_i y_i - a \sum_i x_i}{N}$$

Im vorliegenden Fall wird die Gerade definiert durch:

$$-\ln(-\ln F_i) = ah_i - au$$

wobei:

$$x_i = h_i$$

$$y_i = -\ln(-\ln F_i)$$

$$a = \alpha$$

$$b = -u\alpha$$

4.2.2 Methode der Momente

Aus der Literatur ergibt sich für die doppelt exponentielle Verteilung (Gumbel-Verteilung) für die Parameter Mittelwert und Varianz:

$$\gamma = \alpha(\bar{h} - u) = 0.5772$$

$$\sigma_h = \frac{\pi^2}{6\alpha^2}$$

Die empirisch für die Stichprobe berechneten Momente betragen hingegen:

$$M(h) = \mu(h) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{iN} h_i$$

$$VAR(h) = \sigma^2(h) = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^{iN} (h_i - \mu(h))^2$$

Die für die Stichprobe berechneten Momente werden mit jenen der Funktion nach Gumbel in Übereinstimmung gebracht, woraus nachstehende Gleichungen folgen:

$$\frac{\partial S_i^2}{\partial a} \quad \frac{\partial S_i^2}{\partial b}$$

e si impone che queste siano entrambe nulle.

Si ottengono allora le seguenti espressioni dei coefficienti cercati:

$$a = \frac{N \sum_i x_i y_i - \sum_i y_i \sum_i x_i}{N \sum_i x_i^2 - \left(\sum_i x_i \right)^2} \quad b = \frac{\sum_i y_i - a \sum_i x_i}{N}$$

Nel caso in esame, la retta è descritta da:

$$-\ln(-\ln F_i) = ah_i - au$$

con:

$$x_i = h_i$$

$$y_i = -\ln(-\ln F_i)$$

$$a = \alpha$$

$$b = -u\alpha$$

4.2.2 Metodo dei momenti

Dalla letteratura si ha che per la distribuzione doppio esponenziale o di Gumbel, media e varianza valgono rispettivamente:

$$\gamma = \alpha(\bar{h} - u) = 0.5772$$

$$\sigma_h = \frac{\pi^2}{6\alpha^2}$$

I momenti empirici calcolati sul campione valgono invece:

$$M(h) = \mu(h) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{iN} h_i$$

$$VAR(h) = \sigma^2(h) = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^{iN} (h_i - \mu(h))^2$$

I momenti calcolati sul campione si fanno coincidere con quelli della funzione di Gumbel, ricavando le espressioni:

$$\alpha^2 = \frac{\pi^2}{6\sigma^2(h)}$$

$$u = \mu(h) - \frac{\gamma}{\alpha}$$

4.2.3 Methode der maximalen Wahrscheinlichkeit

Im Grundprinzip dieser Methode liegt die Annahme einer Wahrscheinlichkeitsfunktion von gleichzeitig auftretenden Ereignissen, das heißt es wird angenommen, dass jedes Ereignis zum gleichen Zeitpunkt stattfindet und alle Ereignisse voneinander unabhängig eintreten.

Die Wahrscheinlichkeit wird mit dem Produkt der Wahrscheinlichkeiten eines jeden einzelnen Ereignisses angegeben:

$$P = \prod_{i=1}^N p(h_i; \alpha, u) dh_i^N$$

Immer im Sinne einer Vereinfachung der Berechnung wird die logarithmische Form angegeben, im Wissen dass durch diese Operation die Position der Maxima nicht verändert wird.

$$L = \sum_{i=1}^N \ln p(h_i; \alpha, u)$$

Um die Funktion L zu maximieren werden die partiellen Ableitungen berechnet

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} \quad \frac{\partial L}{\partial u}$$

und es wird vorgegeben, dass beide null betragen.

Dadurch erhält man das folgende System:

$$N - \sum_{i=1}^N \exp[-\alpha(h_i - u)] = 0$$

$$\sum_{i=1}^N \{(h_i - u) \exp[-\alpha(h_i - u)]\} - \sum_{i=1}^N h_i + uN + \frac{N}{\alpha} = 0$$

Die Lösung des Systems wird mit numerischen Methoden gesucht.

4.2.4 Pearson-Test

$$\alpha^2 = \frac{\pi^2}{6\sigma^2(h)}$$

$$u = \mu(h) - \frac{\gamma}{\alpha}$$

4.2.3 Metodo della massima verosimiglianza

Alla base di tale metodo c'è l'ipotesi di una funzione di probabilità congiunta degli eventi, cioè si suppone che ogni evento si verifichi contemporaneamente, e che gli eventi siano tra loro tutti indipendenti.

La probabilità si esprime con la produttoria delle probabilità di ogni singolo evento:

$$P = \prod_{i=1}^N p(h_i; \alpha, u) dh_i^N$$

Sempre per rendere più agevole il calcolo, si riporta in forma logaritmica, ben sapendo che tale operazione non altera la posizione dei massimi.

$$L = \sum_{i=1}^N \ln p(h_i; \alpha, u)$$

Per massimizzare la funzione L si calcolano le derivate parziali

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} \quad \frac{\partial L}{\partial u}$$

e si impone che siano entrambe nulle.

Si ottiene allora il seguente sistema:

$$N - \sum_{i=1}^N \exp[-\alpha(h_i - u)] = 0$$

$$\sum_{i=1}^N \{(h_i - u) \exp[-\alpha(h_i - u)]\} - \sum_{i=1}^N h_i + uN + \frac{N}{\alpha} = 0$$

La soluzione del sistema va ricercata tramite metodi numerici.

4.2.4 Test di Pearson

Für die Auswahl des Wertepaares α und u der Gumbel-Kurven, die am besten mit den Ausgangsdaten übereinstimmen, wird der Pearson-Test durchgeführt.

Dazu wird die Stichprobe in k Intervalle unterteilt, die nicht unbedingt die gleiche Wahrscheinlichkeit aufweisen müssen. Mit N_i wird die Anzahl an Betrachtungen bezeichnet, die in den i -fachen Wahrscheinlichkeitsintervall fallen.

Der Grad der Abweichung des statistischen Gesetzes erhält man durch die Gleichung:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

Die Verteilung der Wahrscheinlichkeit $p(\chi^2)$ hängt einzig von der Anzahl der Freiheitsgrade n ab. Die restriktivste Bedingung bestimmt, dass:

$$v = k - m - 1$$

wobei m der Anzahl der Parameter der gewählten Verteilung (2 im Falle der Verteilung nach Gumbel) entspricht.

Für die Unterteilung wird in der Regel der empirische Ansatz gewählt, wonach die Klassen so verteilt sind, dass

$$Np_i > 5$$

Anders ausgedrückt wird verlangt, dass mindestens 5 Betrachtungen im Mittel in das gleiche Intervall fallen.

Nach der Festlegung des Signifikanzniveaus (allgemein mit 0,05 angesetzt) und der Berechnung des Wertes χ^2 , wird dieser

mit den Werten χ^2 verglichen, die in der Literatur in Funktion der Freiheitsgrade v aufgelistet sind (s. z.B. Da Deppo, Datei, Fognature, 2000, S. 29), sodass:

$$\chi^2 < \chi^2$$

Per scegliere la coppia di valori α ed u delle curve di Gumbel che meglio si adattano ai dati del campione di partenza, si effettua il test di Pearson.

Il campione va diviso in k intervalli non necessariamente equiprobabili. Con N_i si indica il numero di osservazioni che ricadono nell' i -esimo intervallo di probabilità.

La misura dello scostamento della legge statistica si ottiene dalla relazione:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

La distribuzione di probabilità $p(\chi^2)$ dipende solo dal numero di gradi di libertà n . La condizione più restrittiva impone che sia:

$$v = k - m - 1$$

essendo m il numero dei parametri della distribuzione scelta (2 nel caso della distribuzione di Gumbel).

Per la suddivisione si segue generalmente il criterio empirico di delimitare le classi in modo che sia

$$Np_i > 5$$

In altre parole si richiede che almeno 5 osservazioni ricadano mediamente nel medesimo intervallo.

Fissato il livello di significatività (comunemente assunto pari a 0,05) e calcolato il valore di χ^2 , lo si

confronta con i valori di χ^2 tabulati in funzione dei gradi di libertà v (vedi ad es. Da Deppo, Datei, Fognature, 2000, pag. 29), in modo che sia:

$$\chi^2 < \chi^2$$

5 NIEDERSCHLAGSANALYSE

5.1 DATENERFASSUNG

Die Niederschlagsdaten stammen aus den Archiven der Autonomen Provinz Bozen - Hydrographisches Amt.

Neben der Wetterwarte im Bereich von Franzensfeste wurde auch jene aus angrenzenden Gebieten herangezogen: Sterzing und Vals, um auf eine ausreichende Anzahl an Daten für die verschiedenen Betrachtungen zu kommen.

Es werden sämtliche verfügbaren Niederschlagsdaten verwendet, auch wenn die Daten der Wetterwarte Vals unterschiedlich bewertet gehörten, da die Messstation in einem anderen Tal liegt.

Es wurden die kurzen und heftigen Niederschläge (Regenfälle) berücksichtigt, mit einer Dauer von bis zu einer Stunde.

Die Eckdaten der Station Franzensfeste sind:

Höhe: 725 m Mh.

Kodex: 3850

Art Messstation: Wetterstation

Die Eckdaten der Station Sterzing sind:

Höhe: 945 m Mh.

Kodex: 3680

Art Messstation: Wetterstation

Geographische Koordinaten: 46.8850 ° / 11.4386 °



Abbildung 1: Wetterwarte Sterzing

Die Eckdaten der Station Vals sind:

Höhe: 1354 m Mh.

5 ANALISI PLUVIOMETRICA

5.1 RACCOLTA DEI DATI

I dati pluviometrici utilizzati provengono dall'archivio della Provincia Autonoma di Bolzano – Servizio Idrografico.

Oltre alla stazione meteorologica nella zona di Fortezza, sono state considerate quelle nelle immediate vicinanze: Vipiteno e Valles, per poter disporre di un sufficiente numero di osservazioni.

Vengono utilizzati tutti i dati pluviometrici ottenuti, anche se per completezza sarebbero da trattare diversamente quelli della stazione di Valles che si trova in un ambito vallivo diverso.

Sono state considerate le precipitazioni brevi ed intense (scrosci), estese fino a quelle della durata di un'ora.

Le caratteristiche della stazione di Fortezza sono:

Altitudine: 725 m s.l.m

Codice stazione: 3850

Tipo stazione: Meteo

Le caratteristiche della stazione di Vipiteno sono:

Altitudine: 945 m s.l.m.

Codice stazione: 3680

Tipo stazione: Meteo

Coordinate geografiche: 46.8850 ° / 11.4386 °



Figura 1: Stazione meteorologica Vipiteno

Le caratteristiche della stazione di Valles sono:

Altitudine: 1354 m s.l.m.

Kodex: 6860

Art Messstation: Wetterstation

Geographische Koordinaten: 46.8483 ° / 11.6272 °

Codice stazione: 6860

Tipo stazione: Meteo

Coordinate geografiche: 46.8483 ° / 11.6272 °



Abbildung 2: Wetterwarte Vals

Figura 2: Stazione meteorologica Valles

Nachfolgend werden die Niederschlagsdaten aufgelistet.

Si riportano di seguito i dati pluviometrici.

Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo di :

Stärkste Niederschläge, registriert an den Regenschreiber von :

3850

Fortezza - Franzensfeste

725 m s.m./ü.M. 32TQS010840 U.T.M.

INTERVALLO IN MINUTI ZEITABSTAND IN MINUTEN						INTERVALLO IN ORE ZEITABSTAND IN STUNDEN											
15		30		45		1		3		6		12		24			
mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum		
10,0	27/08/1971	10,8	27/08/1971	18,6	27/08/1971	20,0	27/08/1971	33,0	27/08/1971	42,2	26/08/1971	58,2	26/08/1971	58,2	26/08/1971		
6,0	30/06/1972	8,2	30/06/1972	8,8	30/06/1972	9,6	30/06/1972	19,0	10/07/1972	22,8	10/07/1972	31,0	10/07/1972	47,2	10/07/1972		
10,4	20/08/1973	10,4	20/08/1973	10,4	20/08/1973	11,4	22/08/1973	23,4	22/08/1973	25,0	22/08/1973	26,4	10/04/1973	43,2	10/04/1973		
4,0	23/09/1974	7,0	23/09/1974	13,0	23/09/1974	"	"	20,0	23/09/1974	25,8	23/09/1974	31,8	22/09/1974	32,0	23/09/1974		
6,4	09/07/1975	9,0	09/07/1975	10,2	09/07/1975	10,4	09/07/1975	25,6	18/07/1975	29,2	18/07/1975	29,2	18/07/1975	33,6	18/07/1975		
7,6	02/07/1976	9,6	02/07/1976	9,6	02/07/1976	11,2	30/10/1976	27,2	22/07/1976	36,8	13/09/1976	38,0	13/09/1976	49,8	13/09/1976		
4,8	18/06/1977	7,4	04/09/1977	8,2	04/09/1977	9,0	31/07/1977	20,2	31/07/1977	29,6	31/07/1977	34,0	31/07/1977	40,6	30/07/1977		
9,6	25/06/1979	12,4	25/06/1979	16,6	25/06/1979	22,4	25/06/1979	39,6	25/06/1979	40,2	25/06/1979	40,2	25/06/1979	50,6	24/08/1979		
7,0	15/06/1980	7,2	15/06/1980	7,2	15/06/1980	7,6	15/06/1980	19,4	08/10/1980	25,8	08/10/1980	32,0	08/10/1980	49,4	17/10/1980		
10,6	10/07/1981	11,2	10/07/1981	11,2	10/07/1981	11,2	10/07/1981	18,4	27/09/1981	27,6	18/07/1981	44,0	18/07/1981	82,8	18/07/1981		
5,0	21/06/1982	9,0	21/06/1982	11,0	21/06/1982	13,0	21/06/1982	13,4	07/09/1982	18,2	10/12/1982	26,4	12/06/1982	34,4	12/06/1982		
8,0	02/08/1983	12,6	02/08/1983	15,0	02/08/1983	19,0	02/08/1983	22,4	02/08/1983	30,4	02/08/1983	34,0	02/08/1983	45,8	02/08/1983		
10,0	20/05/1984	12,0	20/05/1984	14,0	20/05/1984	16,0	20/05/1984	18,6	20/05/1984	22,0	02/10/1984	30,0	01/10/1984	42,4	01/10/1984		
4,0	06/08/1985	6,0	06/08/1985	8,0	06/08/1985	10,0	06/08/1985	24,0	06/08/1985	36,0	06/08/1985	47,0	06/08/1985	51,4	06/08/1985		
4,0	18/07/1986	6,0	18/07/1986	9,0	18/07/1986	11,2	18/07/1986	14,6	24/05/1986	18,2	18/08/1986	25,8	09/09/1986	27,6	09/09/1986		
10,0	01/09/1987	14,2	01/09/1987	17,6	01/09/1987	22,8	01/09/1987	28,2	24/08/1987	39,6	24/08/1987	72,0	24/08/1987	84,8	24/08/1987		
10,2	24/07/1988	14,6	24/07/1988	18,0	24/07/1988	22,8	24/07/1988	24,8	24/07/1988	36,4	24/07/1988	36,4	24/07/1988	40,4	12/10/1988		
8,0	08/07/1989	10,2	08/07/1989	11,8	08/07/1989	13,8	08/07/1989	22,8	08/07/1989	28,6	08/07/1989	30,6	08/07/1989	31,2	08/07/1989		
6,2	01/07/1990	7,4	01/07/1990	8,2	01/07/1990	9,4	01/07/1990	16,0	19/05/1990	22,8	25/11/1990	34,8	25/11/1990	37,0	25/11/1990		

Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo di :

Stärkste Niederschläge, registriert an den Regenschreiber von :

3680

Vipiteno Sud - Sterzing Süd

945 m s.m./ü.M. **32TPS867950** U.T.M.

INTERVALLO IN MINUTI ZEITABSTAND IN MINUTEN						INTERVALLO IN ORE ZEITABSTAND IN STUNDEN									
15		30		45		1		3		6		12		24	
mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum
7,6	17/08/1985	14,6	17/08/1985	19,0	17/08/1985	22,8	17/08/1985	34,2	17/08/1985	52,6	06/08/1985	76,0	06/08/1985	86,2	05/08/1985
25,6	11/08/1986	34,0	11/08/1986	35,6	11/08/1986	36,2	11/08/1986	36,2	11/08/1986	36,4	11/08/1986	40,6	11/08/1986	74,6	11/08/1986
10,4	23/08/1987	11,6	23/08/1987	13,6	23/08/1987	15,4	23/08/1987	28,4	24/08/1987	45,0	24/08/1987	72,2	24/08/1987	86,8	24/08/1987
7,6	09/07/1989	11,0	09/07/1989	12,2	09/07/1989	12,8	08/07/1989	19,0	05/04/1989	27,8	05/04/1989	42,8	04/04/1989	48,8	04/04/1989
11,6	09/07/1990	14,2	06/08/1990	16,2	06/08/1990	16,4	06/08/1990	17,0	06/08/1990	27,6	22/11/1990	37,4	22/11/1990	57,4	22/11/1990
11,6	17/07/1991	17,6	17/07/1991	18,6	17/07/1991	18,6	17/07/1991	18,6	17/07/1991	25,2	31/07/1991	31,2	17/06/1991	49,8	26/09/1991
6,0	04/09/1992	8,8	11/07/1992	12,0	11/07/1992	13,4	11/07/1992	20,6	11/07/1992	28,6	31/08/1992	38,2	28/04/1992	48,6	28/04/1992
7,2	20/06/1993	7,6	20/06/1993	8,0	23/08/1993	9,2	02/10/1993	22,4	11/07/1993	37,2	11/07/1993	52,0	02/10/1993	72,6	02/10/1993
9,4	23/07/1994	11,4	06/07/1994	13,0	06/07/1994	17,8	06/07/1994	25,2	06/07/1994	27,2	14/09/1994	33,8	14/09/1994	40,2	14/09/1994
7,2	17/07/1995	10,6	02/07/1995	11,8	02/07/1995	13,0	02/07/1995	19,4	02/07/1995	26,4	02/07/1995	28,4	07/09/1995	37,4	02/07/1995
7,0	11/06/1996	9,0	11/06/1996	11,0	11/06/1996	11,4	11/06/1996	15,4	24/08/1996	21,4	08/07/1996	35,2	13/11/1996	55,0	13/11/1996
20,2	05/08/1997	20,2	05/08/1997	25,6	05/08/1997	26,8	05/08/1997	26,8	05/08/1997	35,2	06/11/1997	46,4	06/11/1997	61,8	27/06/1997
10,6	26/06/1998	16,0	26/06/1998	20,4	26/06/1998	21,4	26/06/1998	31,2	26/06/1998	32,6	26/06/1998	33,6	11/09/1998	49,6	11/09/1998

Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo di :

Stärkste Niederschläge, registriert an den Regenschreiber von :

6860

Valles - Vals

1354 m s.m./ü.M.

X_UTM **700297**

Y_UTM **5191658**

INTERVALLO IN MINUTI ZEITABSTAND IN MINUTEN						INTERVALLO IN ORE ZEITABSTAND IN STUNDEN									
15		30		45		1		3		6		12		24	
mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum	mm	data/datum
11,4	11/06/1996	16,2	11/06/1996	20,6	11/06/1996	21,2	11/06/1996	26,0	11/06/1996	28,2	11/06/1996	41,0	14/11/1996	71,4	13/11/1996
4,8	07/09/1997	7,4	07/09/1997	9,2	20/05/1997	11,2	20/05/1997	19,0	05/07/1997	29,6	05/07/1997	38,8	22/06/1997	69,4	26/06/1997
12,4	31/07/1998	17,8	31/07/1998	19,8	31/07/1998	20,8	31/07/1998	32,4	31/07/1998	33,8	31/07/1998	39,0	31/07/1998	47,6	07/10/1998
12,0	20/07/1999	12,8	20/07/1999	13,2	20/07/1999	13,2	20/07/1999	24,0	20/09/1999	36,4	20/09/1999	59,2	20/09/1999	64,8	20/09/1999
17,8	12/08/2000	22,6	12/08/2000	23,6	12/08/2000	24,0	12/08/2000	26,8	12/08/2000	41,6	12/08/2000	43,0	12/08/2000	49,0	10/07/2000
5,0	10/07/2001	6,4	10/08/2001	7,8	20/07/2001	9,2	20/07/2001	18,4	20/07/2001	25,6	20/07/2001	31,6	19/07/2001	43,6	10/06/2001
10,6	03/07/2002	15,6	05/08/2002	19,2	05/08/2002	20,8	05/08/2002	25,6	05/08/2002	32,8	05/08/2002	47,2	14/11/2002	90,4	14/11/2002
10,6	29/08/2003	14,4	29/08/2003	15,4	29/08/2003	17,4	29/08/2003	37,0	29/08/2003	41,0	29/08/2003	48,6	29/08/2003	52,4	28/08/2003
8,4	07/08/2004	10,6	07/08/2004	11,6	07/08/2004	14,2	06/08/2004	24,2	08/07/2004	32,4	08/07/2004	40,6	08/07/2004	41,6	08/07/2004
10,8	20/08/2005	11,8	20/08/2005	12,6	18/07/2005	14,2	18/07/2005	23,2	18/07/2005	29,0	18/07/2005	35,2	18/07/2005	35,4	18/07/2005
11,8	24/06/2006	12,8	26/07/2006	15,6	26/07/2006	17,2	26/07/2006	26,0	26/07/2006	29,0	26/07/2006	31,2	19/05/2006	43,8	27/07/2006
9,2	19/08/2007	11,8	19/08/2007	13,6	19/08/2007	15,6	19/08/2007	34,2	24/07/2007	38,6	24/07/2007	38,6	24/07/2007	46,6	23/01/2007
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
25,5	16/07/2009	37,0	16/07/2009	46,6	16/07/2009	49,2	16/07/2009	60,3	16/07/2009	64,2	16/07/2009	74,9	04/09/2009	103,9	04/09/2009
10,8	27/08/2010	17,2	11/07/2010	18,6	11/07/2010	18,8	11/07/2010	19,0	11/07/2010	24,4	05/05/2010	31,6	05/05/2010	47,1	05/05/2010

Abbildung 3: Niederschlagsdaten

Figura 3: Dati pluviometrici

5.2 AUSWERTUNG DER DATEN

Die Auswertung der Niederschlagsdaten wurde für verschiedenen Wiederkehrzeiten durchgeführt: 1, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 300 Jahre.

In der Folge die graphische Darstellung von Niederschlagswahrscheinlichkeit und Parameter a und n.

5.2 ELABORAZIONE DEI DATI

L'elaborazione dei dati pluviometrici è stata effettuata valutando diversi tempi di ritorno: 1, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 300 anni.

Si riporta il grafico delle curve di possibilità pluviometrica ottenute e i parametri a ed n.

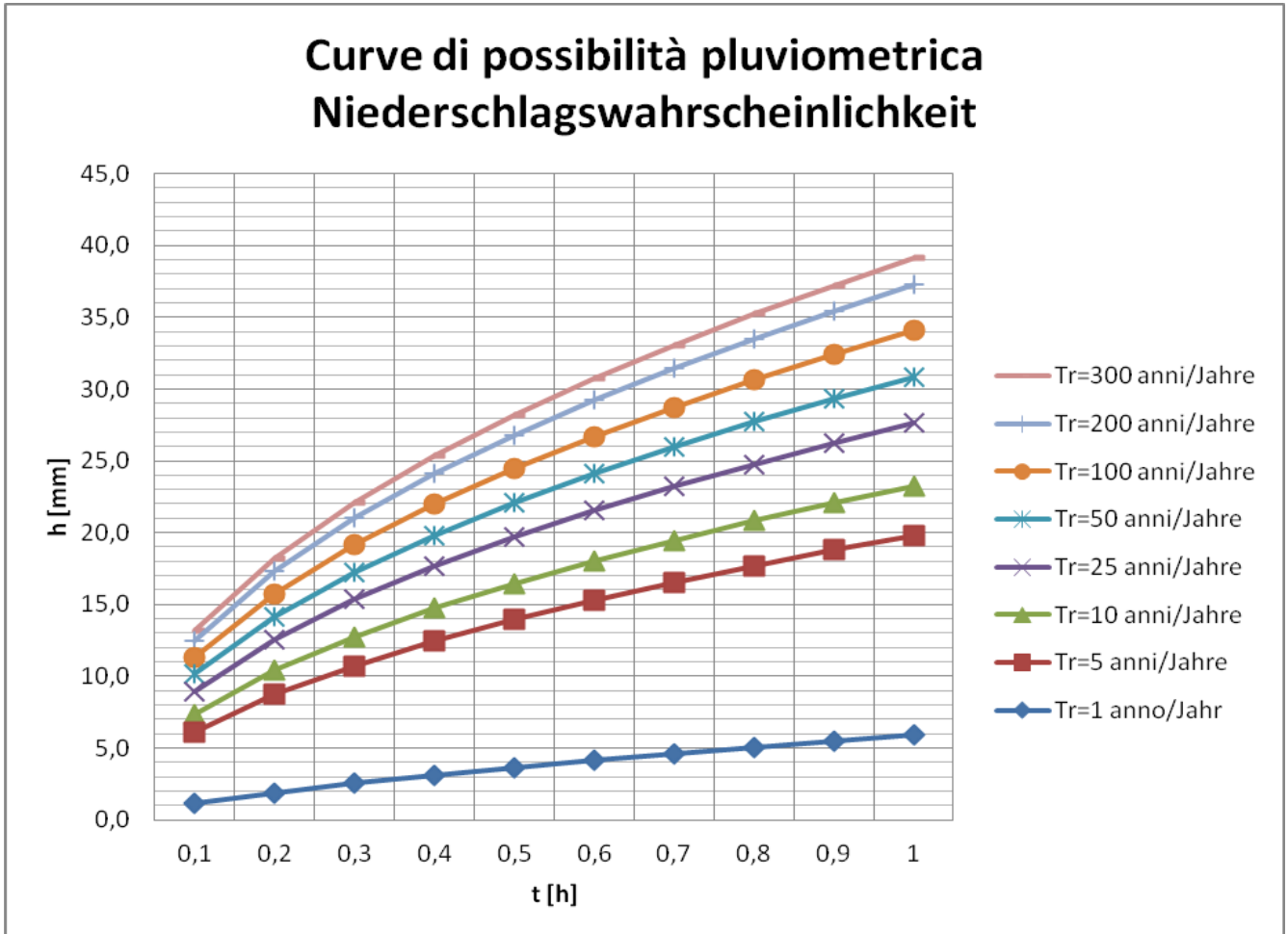


Abbildung 4: Niederschlagswahrscheinlichkeit

Figura 4: Curve di possibilità pluviometrica

Tr [anni/Jahre]	a [mm/h ⁿ]	n [-]
1	5,93	0,704
5	19,83	0,509
10	23,27	0,498
25	27,63	0,489
50	30,86	0,483
100	34,07	0,479
200	37,26	0,476
300	39,13	0,474

Tabelle 1: Parameter für die Niederschlagswahrscheinlichkeit

Tabella 1: Parametri delle curve di possibilità pluviometrica

6 HYDRAULISCHE UNTERSUCHUNG

6.1 BERECHNUNGSMETHODEN

Es werden die Berechnungsmethoden beschrieben, die im vorliegenden Bericht Anwendung finden.

6.1.1 Rationale Methode

Für die Berechnung der anfallenden Abflussmengen aus den Einzugsgebieten wurde die rationale Methode nach den Wissenschaftlern am Massachusetts Institute of Technology basierend auf zahlreichen experimentellen Ergebnissen (J.C. Schaake et al., Experimental Examination of the Rational Method) angewandt.

Unter Berücksichtigung der Einzugsgebiete A_b , der Niederschlagsintensität $i_{c,T}$ in mm/h, der kritischen Fließzeiten t_c , kann die rationale Formel mit der folgenden Gleichung ausgedrückt werden, um den Abfluss des Einzugsgebiets $Q_{c,T}$ in [m³/s] zu bestimmen:

$$Q_{c,T} = \psi i_{c,T} (t_c) A_b$$

wobei der Beiwert der rationalen Methode ψ von der Neigung und der Durchlässigkeit des Bodens im Einzugsgebiet abhängt, ausgedrückt mit der folgenden Gleichung nach Schaake, Geyer und Knapp. In der Formel ist i_{imp} = der Anteil der undurchlässigen Flächen (undurchlässige Fläche durch Gesamtfläche des Einzugsgebietes), während i_m = die mittlere Neigung des Vorfluters (Hauptwasserlauf) in [%]:

$$\psi = 0.14 + 0.65 I_{imp} + 0.05 i_m$$

t_c entspricht der mittleren Fließzeit (in Minuten), die anhand der nachfolgenden Gleichung ausgedrückt wird (Länge des Hauptwasserlaufs L in [m], Neigung i in [%]):

$$t_c = 1,40 \cdot L^{0,24} \cdot \phi^{-0,26} \cdot i^{-0,16}$$

$i_{c,T}$ entspricht der Niederschlagsintensität berechnet auf Basis der Niederschlagsdauer (generell gleich der kritischen Fließzeit, um den Berechnungsabfluss zu maximieren) und der Niederschlagshöhe laut hydrologischer Analyse

$$i_{c,T} = \frac{h_{ic}}{t_c}$$

$$h_{ic} = a \cdot t_c^n$$

6 STUDIO IDRAULICO

6.1 METODI DI CALCOLO

Vengono descritti i metodi di calcolo utilizzati nella presente relazione.

6.1.1 Metodo razionale

Per il calcolo dell'acqua scolante dai bacini imbriferi è stato utilizzato il metodo razionale nella formulazione data dai ricercatori del Massachusetts Institute of Technology in base all'interpretazione di un notevole numero di riscontri sperimentali (J.C. Schaake et al., Experimental Examination of the Rational Method).

In particolare esprimendo le aree dei bacini A_b , l'intensità di pioggia $i_{c,T}$ in mm/h, i tempi di corrivazione t_c , si può esplicitare la formula razionale secondo la seguente espressione per determinare la portata del bacino $Q_{c,T}$ in [m³/s]:

dove il coefficiente del metodo razionale ψ dipende da pendenza e permeabilità idraulica del terreno caratterizzante il bacino scolante, secondo la seguente relazione da Schaake, Geyer e Knapp. Nell'espressione i_{imp} = frazione di area impermeabile (rapporto fra l'area impermeabile e l'area totale del bacino), mentre i_m = pendenza media del collettore (asta) principale [%]:

t_c è il tempo di corrivazione medio (espresso in minuti), calcolato secondo la seguente formula (lunghezza dell'asta principale L in [m], pendenza i in [%]):

$i_{c,T}$ è l'intensità di pioggia è calcolata in base al tempo di pioggia (posto di norma pari al tempo di corrivazione, per massimizzare la portata di calcolo) e all'altezza di pioggia derivante dall'analisi idrologica

Der Abflussbeiwert hängt von der Oberfläche ab, auf welche der Niederschlag fällt. Im Falle von Straßen-/Eisenbahnflächen ist die Oberfläche grundsätzlich als versiegelt anzusehen und speichert kein Wasser, daraus ergibt sich ein Abflussbeiwert nahe bei 1,00. Das Wasser fließt sehr schnell ab und erreicht den Zielpunkt in recht kurzer Fließzeit.

6.1.2 Gleichförmige Strömung

Für die Nachweise der zylinderförmigen oder prismatischen Wassergräben bei gleichförmiger Strömung, wurde die Formel nach Gauckler-Strickler verwendet:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \sqrt{i}$$

wobei die angegebenen Größen folgendem entsprechen:

Q, Abfluss [m³/s]

A, benetzter hydraulischer Querschnitt [m²]

K_s, Rauigkeitsbeiwert in [m^{1/3}/s]

R_H, hydraulischer Radius [m]

i, Neigung [m/m]

6.1.3 Richtlinien für die Rohrbemessung

Im Projekt zur Regenwasserkanalisierung entspricht die Selbstreinigung dem obersten Gebot, entsprechend muss die Schubspannung des Wassers auf die innere Rohrwandung einen bestimmten Wert erreichen, sodass eventuelle Ablagerungen im Inneren der Rohre mitgeschwemmt werden können.

Im Experiment konnte beobachtet werden, dass eine Schubspannung τ von 1 N/m² für eine Selbstreinigung der Rohre ausreicht.

Nachdem die Schubspannung allerdings für einen Bemessungsniederschlag berechnet wird, der sich statistisch gesehen nur alle Tr Jahre ereignet, wird sicherheitshalber eine Mindestschubspannung von 2 Pa angestrebt.

Für Regenwasserkanalisierungen besteht nicht das Problem einer Einhaltung von anoxischen Grenzwerten wie bei Schmutzwasserleitungen, bei denen versucht wird, eine möglichst große freie Oberfläche beizubehalten (Füllung der Rohre 50%) und das Wasser möglichst rasch auszuleiten. Entsprechend wird hier der Füllgrad von kreisrunden Rohrleitungen:

Il coefficiente di deflusso dipende dalla superficie su cui cade la pioggia. Nel caso della piattaforma stradale/ferroviaria, la superficie è sostanzialmente impermeabile e generalmente non trattiene l'acqua, per cui si può adottare un coefficiente di deflusso prossimo a 1,00. L'acqua infatti scorre molto velocemente e raggiunge il recapito con tempi di corrivazione piuttosto brevi.

6.1.2 Moto uniforme

Per la verifica dei canali di forma cilindrica o prismatica in moto uniforme, è stata utilizzata la formula di Gauckler-Strickler:

dove le grandezze indicate sono:

Q, portata [m³/s]

A, sezione idraulica bagnata [m²]

K_s, coefficiente di scabrezza in [m^{1/3}/s]

R_H, raggio idraulico [m]

i, pendenza [m/m]

6.1.3 Criteri di dimensionamento per le tubazioni

Nel progetto delle fognature bianche il criterio principale da osservare è quello di autopulizia, cioè si deve fare in modo che la tensione tangenziale provocata dall'acqua sulla superficie interna superi un certo valore, in modo che vengano rimossi eventuali depositi all'interno delle tubazioni.

Sperimentalmente si è osservato che con uno sforzo tangenziale τ di 1 N/m² si riesce a verificare la condizione di autopulizia.

Siccome però lo sforzo calcolato è relativo alla precipitazione di progetto, che accade statisticamente ogni Tr anni, ci si tutela assumendo uno sforzo tangenziale minimo pari a 2 Pa:

$$\tau = \gamma R_H i \geq 2 Pa$$

Per fognature bianche non si ha il problema di dover rispettare vincoli di anossia, tipici invece delle fognature nere nelle quali si cerca di avere la maggior superficie libera a disposizione (riempimento dei tubi 50%) e di condurre velocemente l'acqua fuori dalla rete. Pertanto si impone che il grado di riempimento della condotta circolare:

$$G = \frac{y}{D}$$

mit y gleich der Füllhöhe des Rohrs und D seinem Durchmesser, so angesetzt, dass er nicht größer als 80% ausfällt, mit optimalen Werten zwischen 75 und 80%, die es erlauben die möglichen Abflussmengen zu maximieren.

Entsprechend dem Handbuch von RFI ist hingegen bei Schächten ein Füllgrad von 70% anzupfeilen. Aus Gründen der Vereinheitlichung wird diese Vorgabe auch auf die anderen hydraulischen Bauteile übertragen.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass die Fließgeschwindigkeit des Wassers nicht zu hoch ausfällt, um übertrieben hohe hydrodynamische Druckstöße und eine Sohlabrasion zu vermeiden. Es wird im Allgemeinen ein maximal zulässiger Grenzwert von 4-5 m/s angesetzt.

Auch sollte eine Mindestfließgeschwindigkeit von mindestens 0,5 m/s nicht unterschritten werden, um eine Materialablagerung zu vermeiden.

6.1.4 Versickerung

Das Bemessungskriterium für alle Versickerungssysteme erfolgt anhand eines Vergleiches zwischen den anfallenden Wassermengen (dem maximalen Bemessungshydrogramm) und der Versickerungsleistung des Bodens sowie dem etwaigen Speichervolumen des Systems. Dieser Vergleich kann mit der nachstehenden Kontinuitätsgleichung ausgedrückt werden, die eine Bilanz zwischen den eingehenden und ausgehenden Schüttungen durch das Filtermaterial darstellt, wobei zur Vereinfachung die Verdunstung nicht berücksichtigt wird.

$$(Q_P - Q_F) \cdot \Delta t = \Delta W$$

mit:

Q_P , Zufluss [m³/s]

Q_F , Infiltrationsleistung [m³/s]

Δt , Zeitintervall [s]

ΔW , Variation des gespeicherten Volumens [m³]

Die Versickerungsleistung kann in einer ersten Näherung mit dem Darcy-Gesetz abgeschätzt werden:

$$Q_F = k_v \cdot j \cdot A$$

mit:

dove y rappresenta il tirante idrico nel tubo e D il suo diametro, non sia maggiore dell'80%, con valori ottimali tra il 75 e l'80% che permettono di massimizzare la portata.

Secondo il Manuale di RFI, invece, per i tombini si deve adottare un grado di riempimento pari al 70%. Per uniformità, si applica tale disposizione anche agli altri manufatti idraulici.

Si deve inoltre controllare che la velocità dell'acqua non sia troppo elevata per evitare problemi dati da spinte dinamiche eccessive e abrasione del fondo. Si pone solitamente un limite massimo di 4-5 m/s.

È bene osservare anche un limite inferiore pari a 0,5 m/s per evitare eventuali depositi di materiale.

6.1.4 Dispersione

Il criterio di dimensionamento di tutti i sistemi d'infiltrazione va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (quindi l'idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con l'eventuale volume invasato nel sistema; tale confronto può essere espresso con la seguente equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti per il mezzo filtrante, in cui per semplicità è stata trascurata l'evaporazione:

con:

Q_P , portata influente [m³/s]

Q_F , portata d'infiltrazione [m³/s]

Δt , intervallo di tempo [s]

ΔW , variazione di volume invasato [m³]

La capacità d'infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

con:

k_V , vertikaler Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

j , hydraulischer Gradient [m/m]

A , effektive Infiltrationsfläche [m²]

Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die Bodenschichten oftmals ungesättigt sind, ist es ratsam die Durchlässigkeitsbeiwerte um 50% zu verringern (Sieker, 1984).

Der hydraulische Gradient j kann gleich 1 gesetzt werden, sofern die Wasserhöhe auf der Versickerungsfläche vernachlässigbar ist gegenüber der Mächtigkeit der Filterschicht und die Grundwasseroberfläche unterhalb der Versickerungssohle angenommen wird.

Die Kontinuitätsgleichung kann in mehreren Schritten gelöst werden, wobei zur Auflösung ein Zeitintervall fixiert wird (z.B. 10 Minuten).

Für jedes Versickerungssystem mit einem Speichervolumen ist es notwendig zu überprüfen, dass die Entleerung nach Ende des Niederschlagsereignisses in einer Zeit erfolgt, die nicht größer ist als der mittlere geschätzte Zeitintervall zwischen zwei aufeinander folgenden Ereignissen (in der Regel wird eine Entleerung binnen 4 Tagen garantiert).

k_V , coefficiente di permeabilità verticale [m/s]

j , cadente piezometrica [m/m]

A , superficie netta d'infiltrazione [m²]

Al fine di tener conto che gli strati di terreno si trovano spesso in condizioni insature, è opportuno ridurre del 50% i coefficienti di permeabilità (Sieker, 1984).

La cadente piezometrica j può essere posta pari a 1 qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

L'equazione di continuità può essere risolta per passi, fissando un intervallo temporale di risoluzione (ad es. 10 minuti).

Per qualunque sistema d'infiltrazione dotato di accumulo, occorre verificare che lo svuotamento, dopo la fine dell'evento piovoso, avvenga in un tempo non maggiore di quello medio stimato fra due eventi successivi (di solito si garantisce un tempo di svuotamento non superiore a 4 giorni).

7 EINZUGSGEBIETE

7.1 VORWORT

In Übereinstimmung mit dem Landesgesetz zum Gewässerschutz (D.L.H. 6/2008) liegt der Schwerpunkt heutzutage in einer nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung. Sie zielt zum einen auf eine Verringerung des Oberflächenabflusses infolge einer Versiegelung der Böden ab, um nicht die Wasserläufe übermäßig zu beaufschlagen, andererseits auf eine Begünstigung der Einspeisung ins Grundwasser.

Die wichtigsten Punkte betreffen dabei in abnehmender Priorität:

- 1) Beschränkung der Regenwasserabflüsse
- 2) Sammeln und Nutzen von Regenwasser
- 3) Regenwasserversickerung im Boden oder innerhalb der obersten Bodenschichten
- 4) Einleitung des Regenwassers in Oberflächengewässer
- 5) Regenwasserversickerung innerhalb tieferer Bodenschichten

Die Einzugsgebiete und die Ausleitungsflächen der Wässer im Einflussbereich der Deponie Genauen 2 sind folgende:

G1 – Felsiges Einzugsgebiet im Westen der Deponie (betrifft teilweise die geplante Deponiefläche)

G2 – Felsiges Einzugsgebiet im Westen der Deponie, das in jüngerer Zeit durch Murgänge von 500-1000m³ gekennzeichnet war

G3 – Felsiges Einzugsgebiet im Westen der Deponie (betrifft teilweise die geplante Deponiefläche)

G4 – Deponiefläche. Diese trägt nicht groß zum Abfluss in den Wasserbauten entlang des Deponieaußenrandes Genauen 2 bei

G 5 – Eisenbahnflächen im Osten des Projektgebietes.

7 BACINI IMBRIFERI

7.1 PREMESSA

In accordo con la normativa provinciale sulla tutela delle acque (D.P.P. 6/2008), l'orientamento odierno è quello di pervenire ad una gestione sostenibile delle acque meteoriche. Essa contempla la riduzione del deflusso superficiale dovuto all'impermeabilizzazione del territorio in modo da non sovraccaricare i corsi d'acqua e favorire l'alimentazione delle falde acquifere.

I principi chiave, in ordine gerarchico, sono i seguenti:

- 1) contenere i deflussi delle acque meteoriche
- 2) recuperare e riutilizzare le acque meteoriche
- 3) disperdere le acque meteoriche sul suolo o negli strati superficiali del suolo
- 4) immettere le acque meteoriche nelle acque superficiali
- 5) disperdere le acque meteoriche nel sottosuolo

I bacini imbriferi e aree di evacuazione delle acque individuati che interessano l'area del deposito di Genauen 2 sono i seguenti:

G1 – Bacino montagnoso ad ovest del deposito (incide parzialmente sul deposito previsto a progetto)

G2 – Bacino montagnoso ad ovest del deposito recentemente interessato da portate di Debris-flow. 500-1000m³

G3 – Bacino montagnoso ad ovest del deposito (incide parzialmente sul deposito previsto a progetto)

G4 – Area deposito. Essa non incide in maniera determinante sui deflussi delle opere idrauliche al perimetro del deposito Genauen 2

G 5 – Superficie piattaforma ferroviaria a Est del deposito.

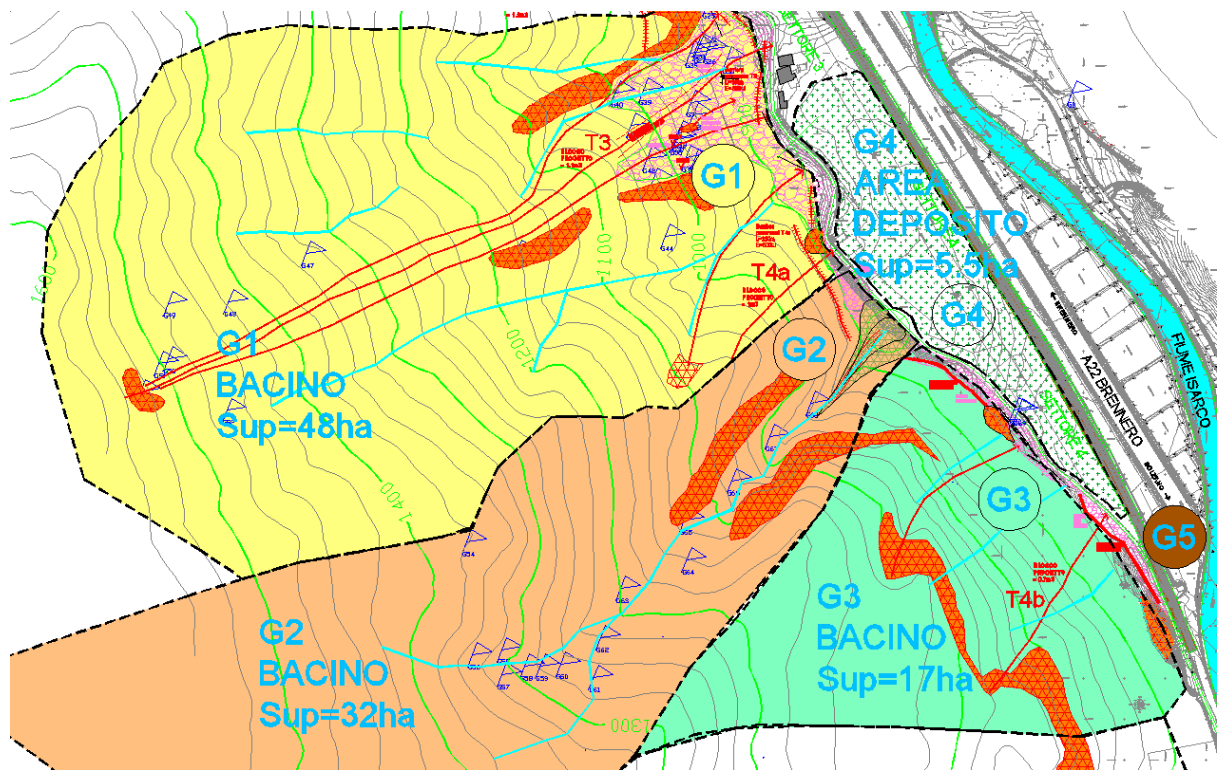


Abbildung 5:

Figura 5: Planimetria Bacini Genauen 2

7.2 EINZUGSGEBIET G1

Morphologie: Das Einzugsgebiet erstreckt sich zwischen 1600m und 864m Mh., mit einer mittleren Neigung von 38,8°; das Gewässernetz zeigt einen parallelen Verlauf und besteht aus Abschnitten 1. Ordnung mit seltenen Zusammenflüssen im unteren Hangabschnitt.

Geologie: Der Hauptast verläuft in einer tiefen schluchtartigen Rinne, die strukturell von Trennflächen im Festgesteinsuntergrund vorgegeben ist.

Die geringe hierarchische Ordnung ist auf eine starke strukturgeologische Beeinflussung durch die Trennflächen des Gebirges bedingt, bei gleichzeitig geringer Lockergesteinsbedeckung an den Hängen; im Gegensatz dazu finden sich am Grund der Hauptrinne Blockablagerungen, die in Richtung Talboden eine Gesamtmächtigkeit von unter einem Meter bis zu einem Meter annehmen und von einer hohen Durchlässigkeit gekennzeichnet sind, sodass sie im vorliegenden Fall eine komplette Versickerung der Wasserführung bewirken; es fehlt jegliches Anzeichen eines fluvialen Transportes oder Ablagerung innerhalb der Rinne.

An den Hängen außerhalb der Hauptrinne wiederholt sich die oben beschriebene Situation in kleinerem Maßstab, mit einem konzentrierten Abfluss in strukturell vorgegebenen Einschnitten, vielfach mit Felssohle, und einem durchgehenden Schuttsaum am Übergang zum

7.2 BACINO IMBRIFERO G1

Caratteristiche morfologiche: il bacino si sviluppa tra le quote 1600m e 864m, con una pendenza media di 38,8°; il reticolo idrografico presenta sviluppo parallelo, costituito prevalentemente da segmenti di 1° ordine, con rare confluente, poste nella fascia inferiore del versante.

Caratteristiche geologiche: l'asta principale si trova all'interno di una profonda forra controllata strutturalmente da discontinuità del substrato roccioso.

La scarsa organizzazione gerarchica é causata dal forte controllo strutturale esercitato dalle discontinuità dell'ammasso roccioso e contemporaneamente dai sottili spessori delle coperture detritiche sui versanti; al contrario al fondo della forra che costituisce l'asta principale troviamo elevati spessori di accumuli di blocchi, che verso il fondovalle assumono dimensioni da sub-metriche a metriche, caratterizzate da elevate permeabilità, che nel caso specifico determinano la totale infiltrazione della portata; si riscontra l'assenza di qualsiasi struttura di trasporto o deposito di tipo fluviale all'interno della forra.

Sui versanti al di fuori della forra principale, lo schema sopra descritto è ripetuto a scala minore, con il drenaggio incanalato in impluvi a controllo strutturale, spesso con roccia subaffiorante dal fondo dell'alveo, ed una fascia detritica continua coalescenze tra più' impluvi in prossimità

Talboden, wobei die Schuttfächer der einzelnen Rinnen verschmelzen, gekennzeichnet durch eine hohe Durchlässigkeit (geschätzt 1E-3m/s).

Vegetation: Der Hangabschnitt ist durchgehend durch hochstämmigen Nadelwald gekennzeichnet (Fichten), die gemessenen Durchmesser der Baumstämme reichen von 40 bis 70 cm.

7.3 EINZUGSGEBIET G2

Morphologie: Das Einzugsgebiet erstreckt sich zwischen 1650m und 862m Mh., mit einer mittleren Neigung von 37°; das Gewässernetz zeigt einen parallelen Verlauf und besteht aus Abschnitten 1. Ordnung mit einem einzigen, strukturell bedingten Zusammenfluss auf 1200m.

Geologie: Wie beim Einzugsgebiet G1 verläuft der Hauptast in einer tiefen schluchtartigen Rinne, die strukturell von Trennflächen im Festgesteinsuntergrund vorgegeben ist. Am Grund der Hauptrinne ist eine Schuttbedeckung verschiedenster Zusammensetzung und Körnung vorhanden mit organhaltigem Feinmaterial.

Für eine detaillierte Beschreibung wird auf das Kapitel „Abschätzung der mobilisierbaren Materialmengen“ in Bezug auf Murreignisse des Genauenbaches verwiesen. In diesem Einzugsgebiet kann man Anzeichen von fluvialer Erosion und Ablagerung erkennen; es ist ein Bachbett aus Geschiebe zwischen Felswänden vorhanden, das vom Wasserlauf erneut eingeschnitten wurde; gegen den Talboden hin, Richtung Auslauf des Schwemm-/Murkegels, bewirken die hohen Durchlässigkeiten der Schuttbedeckung eine komplette Versickerung des Wasserabflusses, die vor der Versickerungsstrecke im Zeitraum 05-06.12.13 auf 3-5l/s geschätzt wurde.

Vegetation: Der Hangabschnitt außerhalb des Murgrabens ist durchgehend mit hochstämmigen Nadelbäumen bewachsen (Fichten), die gemessenen Durchmesser der Baumstämme reichen von 25 bis 55 cm; das Bachbett ist vegetationslos, auch frei von Grasbewuchs.

7.4 EINZUGSGEBIET G3

Morphologie: Das Einzugsgebiet erstreckt sich zwischen 1310m und 854m Mh., mit einer mittleren Neigung von 38°; das Gewässernetz zeigt einen parallelen Verlauf und besteht aus 3 Abschnitten 1. Ordnung, die nicht zusammenfließen.

Geologie: Die drei Hauptäste verlaufen in mäßig in den Felsuntergrund eingetieften Rinnen, die strukturell vorgegeben sind.

del fondovalle, caratterizzata da elevata permeabilità (stimabile in 1E-3m/s).

Caratteristiche della vegetazione: il versante é uniformemente coperto da bosco a conifere ad alto fusto (abeti), i diametri dei tronchi misurati vanno da 45 a 70 cm di diametro.

7.3 BACINO IMBRIFERO G2, RIO GENAUEN

Caratteristiche morfologiche: il bacino si sviluppa tra le quote 1650m e 862m, con una pendenza media di 37°; il reticolo idrografico presenta sviluppo parallelo, costituito da un unico segmento di 1° ordine, con una unica confluenza controllata strutturalmente, posta a quota 1200m.

Caratteristiche geologiche: analogamente al bacino G1 l'asta principale si trova all'interno di una profonda forra controllata strutturalmente da discontinuità del substrato roccioso. Al fondo della forra che costituisce l'asta principale troviamo materiale detritico di varia natura e granulometria, ed accumuli di materiale fine organico.

Per una descrizione di dettaglio si veda il capitolo "stima dei volumi mobilizzabili" riferita al fenomeno di debris-flow osservato nel Rio Genauen. In questo bacino sono osservabili strutture di erosione e di accumulo di origine fluviale; in particolare ritroviamo un alveo di materiale detritico confinato tra le pareti rocciose della forra, re-inciso dalla portata di deflusso; verso fondovalle, verso al parte terminale del conoide di deiezione del debris-flow, le elevate permeabilità del detrito determinano la totale infiltrazione della portata, stimabile nei giorni del 05-06.12.13 in 3-5l/s nel tratto precedente l'infiltrazione.

Caratteristiche della vegetazione: il versante al di fuori della forra del debris-flow é uniformemente coperto da bosco a conifere ad alto fusto (abeti), i diametri dei tronchi misurati vanno da 25 a 55 cm di diametro; l'alveo risulta completamente privo di vegetazione, neppure erbacea.

7.4 BACINO IMBRIFERO G3

Caratteristiche morfologiche: il bacino si sviluppa tra le quote 1310m e 854m, con una pendenza media di 38°; il reticolo idrografico presenta sviluppo parallelo, costituito da 3 segmenti di 1° ordine, non confluenti.

Caratteristiche geologiche: le tre aste principali si trovano all'interno di modeste incisioni nell'ammasso roccioso, controllate strutturalmente.

Das Einzugsgebiet bildet im mittleren Abschnitt hohe Felswände, an der Basis ist eine Hangschuttbedeckung vorhanden, mit verschiedenen großen Komponenten bis hin zu großen Sturzblöcken von ca. 1m³.

Es wurden keine Anzeichen für ständig wasserführende Gerinne ausgemacht, der Oberflächenabfluss, der im aufgeschlossenen Fels bei Niederschlägen zu verzeichnen ist, versickert in der Schutthalde am Wandfuß.

Vegetation: Der Hangabschnitt oberhalb der steilen Felswände ist durch Wiesenflächen gekennzeichnet, untergeordnet durch hochstämmigen Nadelwald (Fichten), welcher hingegen den Schuttsaum am Hangfuß bestimmt; die gemessenen Durchmesser der Baumstämme reichen von 25 bis 35 cm.

7.5 EINZUGSGEBIET G4

Das Einzugsgebiet G4 entspricht der Deponiefläche Genauen 2.

Die Deponiefläche ist derzeit eben. Im Zuge der Tunnel-Baumaßnahmen soll zuerst ein Aushub stattfinden und dann das Tunnelausbruchmaterial über Förderbänder zur Deponie Genauen transportiert werden.

Die Deponie mit einer geplanten Oberkante über der aktuellen Geländeoberfläche ist als temporäre Deponie konzipiert.

Anschließend wird die Deponie bis zur heutigen Kote wieder rückgebaut.

7.6 EINZUGSGEBIET G5, EISENBAHNFLÄCHEN

Die Fahrbahnwässer der Eisenbahn sind als nicht verunreinigt anzusehen, da auf den Schienen normalerweise keine dieselbetriebenen Züge verkehren und auch keine sonstigen Ausschüttungen von verunreinigenden Stoffen eintreten.

Diese Wässer dringen in den Bahndamm ein, der aus Steinballast bzw. einem Inertmaterial besteht, und fließen dann auf der unterlagernden, undurchlässigen Bitumenkonglomeratschicht seitlich des Bahndamms ab.

Für den Abschnitt längs der Deponie Genauen ist seitlich der Eisenbahnflächen ein Sammelgraben vorhanden.

Die Fahrbahnwässer der Eisenbahn sammeln sich im Graben und versickern im Boden durch Infiltration.

Il bacino é costituito nella sua parte mediana da alte pareti rocciose affioranti, mentre alla base troviamo una falda di detrito di versante a granulometria eterometrica, fino a blocchi di crollo di dimensioni di circa 1m³.

Non si riscontrano tracce di presenza di alvei permanenti, in particolare il ruscellamento visibile durante gli eventi di precipitazione sulla parete rocciosa si infiltrano nella falda di detrito alla base della parete stessa.

Caratteristiche della vegetazione: il versante é coperto nella parte sopra le pareti rocciose prevalentemente da prati, minoritariamente da bosco a conifere ad alto fusto (abeti), che occupa invece la fascia di detrito al piede del versante, con diametri dei tronchi misurati che vanno da 25 a 35 cm di diametro.

7.5 BACINO G4

Il bacino G4 rappresenta la superficie del deposito Genauen 2.

La superficie del deposito è attualmente pianeggiante. Nel corso dei lavori di realizzazione delle gallerie l'area viene scavata e successivamente riempita di materiale di smarino trasportato al deposito Genauen trami nastri trasportatori di materiale.

Il deposito ad una quota maggiore del piano campagna è previsto per un tempo determinato.

Successivamente il deposito viene ridotto fino al ripristino della quota attuale.

7.6 BACINO G5, PIATTAFORMA FERROVIARIA

Le acque di piattaforma ferroviaria sono da considerarsi non inquinate, in quanto normalmente sui binari non circolano treni ad alimentazione diesel e non accadono sversamenti di sostanze inquinanti.

Tali acque, inoltre, permeano nella massicciata – che è composta da pietrisco e quindi materiale inerte – per poi scorrere sullo strato sottostante – che è uno strato impermeabile di conglomerato bituminoso – verso i lati della piattaforma.

Per la sezione lungo il deposito Geanuen, ai lati della piattaforma ferroviaria è presente una cunetta di raccolta delle acque.

Le acque di piattaforma della ferrovia vengono quindi raccolte nella cunetta e disperse nel terreno per infiltrazione.

8 WASSERFÜHRUNG UND VERMURUNG

8.1 GEOLOGIE UND GEOMORPHOLOGIE

Der Standort der Deponie Genauen liegt am Fuße des steilen Osthangs des Auerbergs. Der Hang erstreckt sich dabei vom Talboden bei ca. 860m bis auf ca. 1600m und weist eine Neigung von rund 40° auf; der Hangbereich ist von tiefen Einschnitten (Gräben und Rinnen) zerfurcht. Es besteht ein dichter Baumbewuchs mit hochstämmigen Nadelbäumen, die zwar einen natürlichen Schutz gegen Steinschlag bilden, jedoch versperren umgefallene Baumstämme und Äste häufig die Gräben und Rinnen.

Der Felsuntergrund des Auerbergs besteht aus einem hellen, mittelkörnigen Granit mit gleichkörnigem Gefüge; der Mineralienbestand umfasst Quarz, Feldspat, Muskowit und Biotit und mitunter Amphibol; dieses Gestein gehört zur Formation des Brixner Granits, die als Intrusionsmasse innerhalb des südalpinen Grundgebirges - hier bestehend aus Brixner Quarzphyllit - angesehen wird.

Das Festgestein ist generell aufgeschlossen bis subanstehend unter einer dünnmächtigen Lockergesteinsbedeckung. Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdecke nimmt in den unteren Hangabschnitten zum Talboden hin zu; insbesondere führte die Erosion und der kanalisierte Wasserabfluss in den Hangeinschnitten am Ausgang der Rinnen zur Bildung von grobkörnigen Schuttkegeln, die mit den Talbodensedimenten des Eisack verzahnen.

Die Felsaufschlüsse, welche die Ablösebereiche für Steinschlag darstellen, finden sich über den ganzen Hang verteilt und sind aufgelockert mit offenen Klüften aufgrund der äußeren Witterungseinflüsse (vorwiegend Eisbildung) und des Wurzeldrucks der hochstämmigen Bäume, allesamt Phänomene, die eine Instabilität der Felsmassen begünstigen. Entlang des Murgrabens sind mehrere aufgelockerte Felsaufschlüsse vorhanden, die Schuttmaterial und somit mobilisierbare Lockergesteinsmassen liefern.

8.2 STRUKTURGEOLOGIE

Die Ausrichtung der Felswände und der Verlauf der Rinnen, die den Hang zerfurchen, sind strukturell vorgegeben und an die wichtigsten Trennflächensysteme des Gebirges gebunden.

Im Maßstab der festgestellten Aufschlüsse stellen die verschiedenen Klufscharen und Foliationen (oder damit

8 PORTATE LIQUIDE E DEBRIS-FLOW

8.1 ELEMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il sito del deposito di Genauen si trova ai piedi del ripido versante orientale del Monte Auer. Il versante si sviluppa da quote a fondovalle di circa 860 m fino a quota 1600 m circa ed è caratterizzato da pendenze intorno ai 40°; si presenta interrotto da profonde incisioni morfologiche (canaloni o forre). La copertura boschiva di conifere ad alto fusto è molto fitta e se da un alto costituisce una efficiente barriera naturale contro la caduta massi, dall'altro tronchi e rami caduti costituiscono spesso ostruzioni lungo i canaloni e le forre.

Il substrato roccioso del monte Auer è costituito da un granito di colore chiaro a grana media e tessitura equigranulare; come minerali sono riconoscibili quarzo, feldspato, muscovite biotite ed in alcuni luoghi anfiboli; tale roccia appartiene alla Formazione del Granito di Bressanone; tale formazione è interpretata come intrusione all'interno del basamento Sudalpino, costituito nella zona dalle Filladi quarzifere di Bressanone.

La roccia è usualmente affiorante o subaffiorante sotto coperture sciolte di modesto spessore. I terreni di copertura si fanno più spessi sul versante a quote basse, in prossimità del fondovalle; in particolare l'erosione incanalata ha prodotto alla base delle forre di incisione del versante conoidi di detrito più grossolano in contatto eteropico con i sedimenti fluviali della piana costruita dal Fiume Isarco.

Gli affioramenti rocciosi sede di distacco sono diffusi sul versante e si presentano usualmente allentati e con discontinuità visibilmente aperte dall'azione di agenti atmosferici (ghiaccio in particolare) e delle radici degli alberi ad alto fusto, tutti fattori predisponenti all'instabilità di massi. Lungo il canale sede di debris – flow, ci sono diversi affioramenti rocciosi instabili il cui materiale di distacco fornisce materiale detritico mobilizzabile.

8.2 ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI

L'esposizione delle pareti rocciose e l'orientazione delle forre che segmentano il versante sono controllate dalle orientazioni strutturali dei principali sistemi di discontinuità che interessano l'ammasso roccioso.

Alla scala degli affioramenti osservati nell'area di studio, le diverse famiglie di giunti ed i piani di scistosità (o di giunti

einhergehende Kluffflächen) die wichtigsten geologischen Faktoren zur Begünstigung von Steinschlag dar, nachdem sie das Gebirge in Blöcke zerlegen. Die 3 Hauptssysteme sind:

k1: nach Norden einfallend. Orientierung 350° - 020° / 70° - 80°

k2: nach Südosten einfallend. Orientierung 120° - 140° / 40° - 80° . Es handelt sich um das wichtigste System in Hinblick auf Erstreckung und Geländeformung: Die Rinnen am Hang folgen vorwiegend dieser Richtung. In Übereinstimmung mit dieser Richtung wurden auch kataklastische Störungsgesteine festgestellt mit Mächtigkeiten im Dezimeterbereich (Station G17)

k3: nach Osten bis Südosten einfallend. Orientierung 240° - 260° / 20° - 60° . Hohe Durchtrennung (master joints) geringere Frequenz als die beiden vorherigen.

k4: nach Nordosten und Südwesten einfallend. Orientierung 310° / 20° konjugiert zu 160° / 30° . Hohe Durchtrennung (master joints), geringere Frequenz als k1 e k2.

Die Exposition des Hanges in Richtung Ostnordost bedingt Ablöseerscheinungen mit Sturz bzw. Gleiten von Felskeilen als Hauptprozesse.

Aufgrund der präferenziellen Ausrichtung der Trennflächen ergibt sich tendenziell eine kubische Blockform, seltener kommen Platten vor, wie auch der Geländebefund in den Akkumulationsbereichen am Hangfuß zeigt.

Das reichlich gelieferte Lockermaterial aus den aufgelockerten Felsbereichen gelangt durch Gravitation und Verschwemmung in die Rinnen, darunter der Murgraben des Genauenbachs.

8.3 WASSERFÜHRUNG

Die Wasserführung der Einzugsgebiete wurde nach der in Kapitel 6 dargelegten Methode ermittelt.

Die angesetzte Niederschlagswahrscheinlichkeit besitzt eine Wiederkehrzeit von 10 Jahren. Die in Kapitel 4 bestimmten Parameter $a=23,27$ und $n=0,498$ wurden für die Ermittlung der höchsten Niederschlagsintensität in Funktion der kritischen Fließzeit herangezogen.

Die verwendete rationale Methode erlaubt eine Abschätzung der maximalen Wasserführung Q für eine Wiederkehrzeit von 10 Jahren, indem die erhaltene Intensität mit der korrigierten Fläche des Einzugsgebietes $\psi \cdot A$ multipliziert wird.

ad essi paralleli) sono i principali fattori geologici predisponenti che disgiungono i blocchi allentati dall'ammasso roccioso. I tre sistemi principali risultano:

k1: sistema immergente verso Nord. Giacitura 350° - 020° / 70° - 80°

k2: sistema immergente verso Sud-Est. Giacitura 120° - 140° / 40° - 80° . E' il sistema prevalente per persistenza e rilievo morfologico: le forre lungo il versante seguono prevalentemente tale orientazione. Sono state osservate rocce di faglia cataclastico di spessore decimetrico associate a tale orientazione (sito di rilevamento G17)

k3: sistema immergente verso Est, Sud-Est. Giacitura 240° - 260° / 20° - 60° . Sistema persistente (master joints) meno frequente rispetto ai due precedenti.

k4: sistema immergente a Nord-Est e Sud-Ovest. Giacitura 310° / 20° coniugata con 160° / 30° . Sistema persistente (master joints), meno frequente rispetto a k1 e k2.

Le condizioni di esposizione delle pareti rocciose Il versante è esposto verso Est-Nord-Est determinano fenomeni di rottura con meccanismi più frequenti per crollo e/o scivolamento di cunei di roccia.

Data l'orientazione preferenziale delle discontinuità risulta determinata la forma tendenzialmente equidimensionale dei blocchi, piu' raramente tabulare, come effettivamente si puo' poi riscontrare negli accumuli di blocchi al piede del versante.

L'abbondante materiale detritico messo a disposizione dalla disgregazione delle pareti rocciose viene trasportato dalla gravità e dalle acque ruscellanti ed incanalato nelle forre, inclusa quella del Rio Genauen.

8.3 PORTATE LIQUIDE

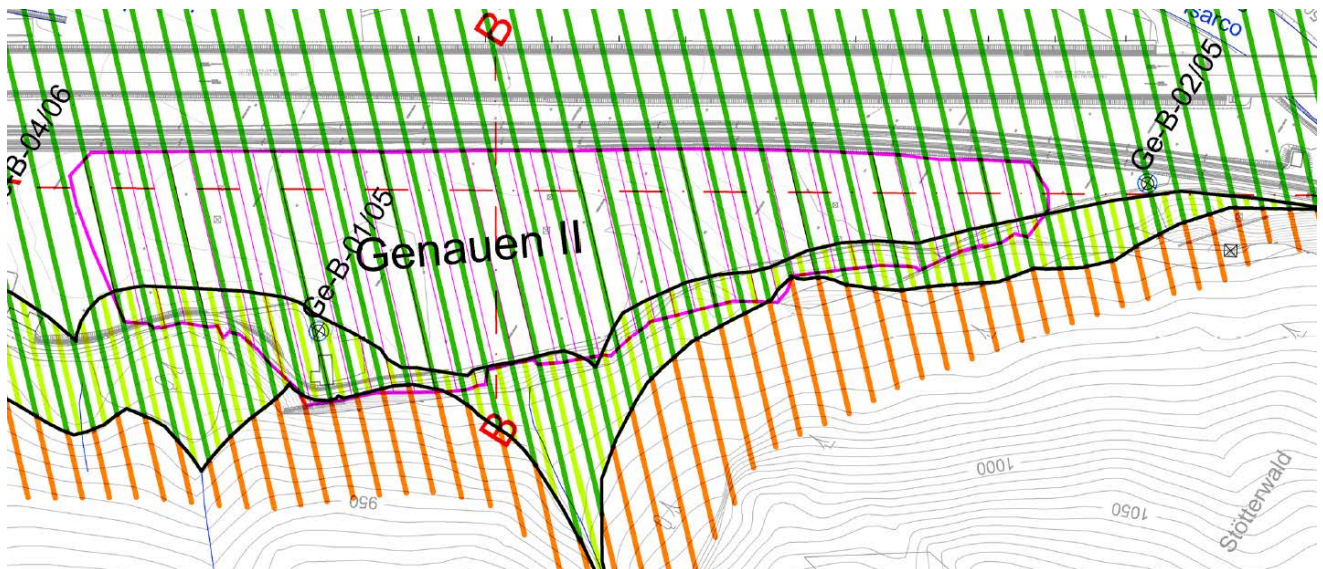
Le portate liquide dei bacini imbriferi sono stimate secondo la metodologia dettagliata al capitolo 6.

La curva di possibilità pluviometrica adottata ha un periodo di ritorno di 10 anni. I parametri $a=23,27$ e $n=0,498$ definiti al capitolo 4 sono impiegati per la determinazione dell'intensità massima della precipitazione determinata in funzione del tempo di corrivazione.

Il metodo razionale impiegato permette di stimare la portata d'afflusso liquido massima Q per un periodo di ritorno di 10 anni moltiplicando l'intensità ricavata con la superficie ridotta del bacino imbrifero: $\psi \cdot A$.

Die Versickerungsleistung wurde ebenfalls in Kapitel 6 abgeschätzt unter Berücksichtigung der Flächen wie in nachfolgender Abbildung dargestellt (Auszug Lageplan D0150-00221).

La capacità d'infiltrazione è anch'essa stimata secondo quanto esposto al capitolo 6 osservando le aree di infiltrazione illustrate nella seguente figura, estratta dal piano D0150-00221.



Legende / Legenda:

Durchlässigkeitsklassen / Classi di permeabilità

- $k_f > 10^{-2} \text{ m/s}$
- $k_f 10^{-2} \text{ bis / fino a } 10^{-4} \text{ m/s}$
- $k_f 10^{-4} \text{ bis / fino a } 10^{-6} \text{ m/s}$
- $k_f 10^{-6} \text{ bis / fino a } 10^{-8} \text{ m/s}$
- $k_f < 10^{-8} \text{ m/s}$

Die verwendete Durchlässigkeitsklasse für den Hangfußbereich der Einzugsbecken, welche den Deponiestandort Genauen 2 betreffen, entspricht $k_f=10^{-3} \text{ m/s}$ was einer spezifischen Versickerungskapazität von $q_{inf}=6 \text{ Liter/min.m}^2$ entspricht.

La classe di permeabilità adottata per la parte sottomontagna dei bacini imbriferi che interessano il deposito di Genauen 2 è di $k_f=10^{-3} \text{ m/s}$ che corrisponde ad una capacità d'infiltrazione specifica di $q_{inf}=6 \text{ litri/min.m}^2$

Einzugsgebiet G1

Oberfläche A = 48 ha

Koeffizient rationale Methode $\psi = 0,17$

Niederschlagsintensität $itc_T = 202 \text{ mm/h}$ [z=10 Jahre]

Wasserführung $Q_{10} = 4,61 \text{ m}^3/\text{s}$

Versickerungsleistung $Q_{inf} = >Q_{10}$

Reinwasserabfluss $Q_{10} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$

Die Ausbildung des Einzugsgebietes und die große Versickerungskapazität bewirken, dass keine besonderen hydraulischen Eingriffe nötig sind, um die anfallenden Wassermengen des Einzugsgebietes G1 auszuleiten.

Die derzeitigen Verhältnisse bewirken keine Probleme mit dem Wasserabfluss oder Murreignisse.

Bacino G1

Superficie A = 48 ha

Coefficiente metodo razionale $\psi = 0.17$

Intensità pioggia $itc_T = 202 \text{ mm/h}$ [z=10 anni]

Portata liquida $Q_{10} = 4.61 \text{ m}^3/\text{s}$

Portata d'infiltrazione $Q_{inf} = >Q_{10}$

Portata liquida $Q_{10} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$

La conformazione del bacino e la grande capacità d'infiltrazione non richiedono interventi idraulici specifici per defluire le portate liquide del bacino G1.

La situazione attuale al momento non è all'origine di problemi di deflusso liquido o fenomeni di debris-flow.

Einzugsgebiet G2 - Genauenbach

Oberfläche A = 32 ha

Koeffizient rationale Methode $\psi = 0,16$

Niederschlagsintensität $itcT = 187 \text{ mm/h}$ [z=10 Jahre]

Wasserführung $Q_{10} = 2,65 \text{ m}^3/\text{s}$

Versickerungsleistung $Q_{inf} = 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$

Reinwasserabfluss $Q_{10} = 2,57 \text{ m}^3/\text{s}$

Es werden häufige Murereignisse registriert mit Feststofftransport. Im nachfolgenden Kapitel wird der Massentransport mengenmäßig abgeschätzt.

Im Kegelbereich wurde durch die Murereignisse feinkörniges und organhaltiges Material angeschwemmt, das die Versickerungsleistung am Hangfuß im Bereich des Genauenbachs reduziert.

Einzugsgebiet G3

Oberfläche A = 17 ha

Koeffizient rationale Methode $\psi = 0,17$

Niederschlagsintensität $itcT = 209 \text{ mm/h}$ [z=10 Jahre]

Wasserführung $Q_{10} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$

Versickerungsleistung $Q_{inf} = 0,84 \text{ m}^3/\text{s}$

Reinwasserabfluss $Q_{10} = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$

8.4 ABSCHÄTZUNG DER MOBILISIERBAREN MATERIALMENGE IM EINZUGSGEBIET G2 DES GENAUENBACHS

Die Abschätzung der potentiell mobilisierbaren Materialmengen wurde mit Hilfe der geomorphologischen Geländemethode durchgeführt. Die Abschätzung der eventuellen Geschiebezulieferungen berücksichtigt das Bachbett selbst, instabile oder anerodierte Bachflanken und mit dem Gewässernetz verbunden Massenbewegungen.

Der geomorphologische Ansatz zur Größeneinschätzung eines Murereignisses stützt sich in erster Linie auf die Erkennung von Zonen entlang des Gewässernetzes, die als Liefergebiete für mobilisierbares Schuttmaterial in Frage kommen.

Die Neubelieferung des Gerinnes wurde mit der Formel von Hungr et al. (1984) bewertet, die den Vorteil aufweist, eine gewisse Standardprozedur einzuhalten. Diese Methode basiert auf zwei konservativen Annahmen: zum einen, dass im Falle eines Murereignisses sämtliche Liefergebiete aktiviert werden, zum zweiten, dass das Material nicht innerhalb des Einzugsgebietes umgelagert

Bacino G2 – Rio Genauen

Superficie A = 32 ha

Coefficiente metodo razionale $\psi = 0.16$

Intensità pioggia $itcT = 187 \text{ mm/h}$ [z=10 anni]

Portata liquida $Q_{10} = 2.65 \text{ m}^3/\text{s}$

Portata d'infiltrazione $Q_{inf} = 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$

Portata liquida $Q_{10} = 2.57 \text{ m}^3/\text{s}$

Sono osservati frequenti fenomeni di debris-flow con volume di trasporto solido. Nel capitolo successivo viene stimato il volume di trasporto solido.

Nella zona della conoide i ripetuti fenomeni di debris-flow hanno trasportato quantitativi di materiale fine e organico che hanno ridotto la capacità filtrante dell'area sottomontagna nella zona del Rio Genauen.

Bacino G3

Superficie A = 17 ha

Coefficiente metodo razionale $\psi = 0.17$

Intensità pioggia $itcT = 209 \text{ mm/h}$ [z=10 anni]

Portata liquida $Q_{10} = 1.64 \text{ m}^3/\text{s}$

Portata d'infiltrazione $Q_{inf} = 0.84 \text{ m}^3/\text{s}$

Portata liquida $Q_{10} = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$

8.4 STIMA DEI VOLUMI DI MATERIALE MOBILIZZABILE NEL BACINO G2 DEL RIO GENAUEN

La stima dei volumi di materiale potenzialmente mobilizzabile è stata condotta attraverso l'applicazione del metodo geomorfologico di terreno. La valutazione degli eventuali apporti di detrito ha riguardato l'alveo torrentizio, le sponde instabili o in erosione, nonché le frane connesse alla rete idrografica.

L'approccio geomorfologico per la stima della magnitudo di un debris – flow, è basato essenzialmente sull'individuazione lungo la rete idrografica di aree in grado di fornire materiale detritico movimentabile.

Lo stato di ricarica del collettore è stato valutato utilizzando la formula di Hungr et al. (1984) che ha il vantaggio di prevedere una certa standardizzazione delle procedure. Tale metodo si basa su due ipotesi cautelative: la prima è che, in occasione del verificarsi di una colata detritica, tutte le aree sorgenti vengano attivate, la seconda è che non si abbia redistribuzione di materiale all'interno del bacino.

wird.

Mit dieser Methode wird das Gewässernetz des Einzugsgebietes in Homogenbereiche hinsichtlich der Erosionseigenschaften unterteilt. Sobald diese Homogenabschnitte erkannt und deren Segmentlängen bestimmt wurden sowie jeweils ein Wert der Geschiebezulieferung zugeteilt wurde, bzw. das erodierbare Volumen pro Längeneinheit des Gerinnesegments, kann die folgende Gleichung zur Anwendung kommen

$$V = \sum_{i=1}^n Li * ei$$

wobei:

V = Gesamtvolumen (m³)

Li = Länge der einzelnen Gerinnesegmente mit jeweils homogenen Eigenschaften (m)

ei = Geschiebezulieferung pro Längeneinheit (m³/m)

Die Geschiebezulieferung pro Längeneinheit kann mit Hilfe der Angaben in Tabelle 1 (Hungr et al., 1984) abgeschätzt werden.

Angaben zur Abschätzung der Geschiebezulieferung pro Längeneinheit nach Hungr et al., 1984.

Il metodo consiste nel suddividere la rete idrografica del bacino in tratti omogenei per quanto riguarda le caratteristiche di erodibilità. Una volta riconosciuti i tratti di canale omogenei, determinata la loro lunghezza e assegnato un valore dell'apporto di sedimento unitario, ovvero il volume erodibile per unità di lunghezza del collettore, è possibile applicare l'eq. 1

dove:

V = volume totale (m³)

Li = lunghezza dei tratti di torrente di caratteristiche uniformi (m)

ei = apporto detritico per unità di lunghezza (m³/m).

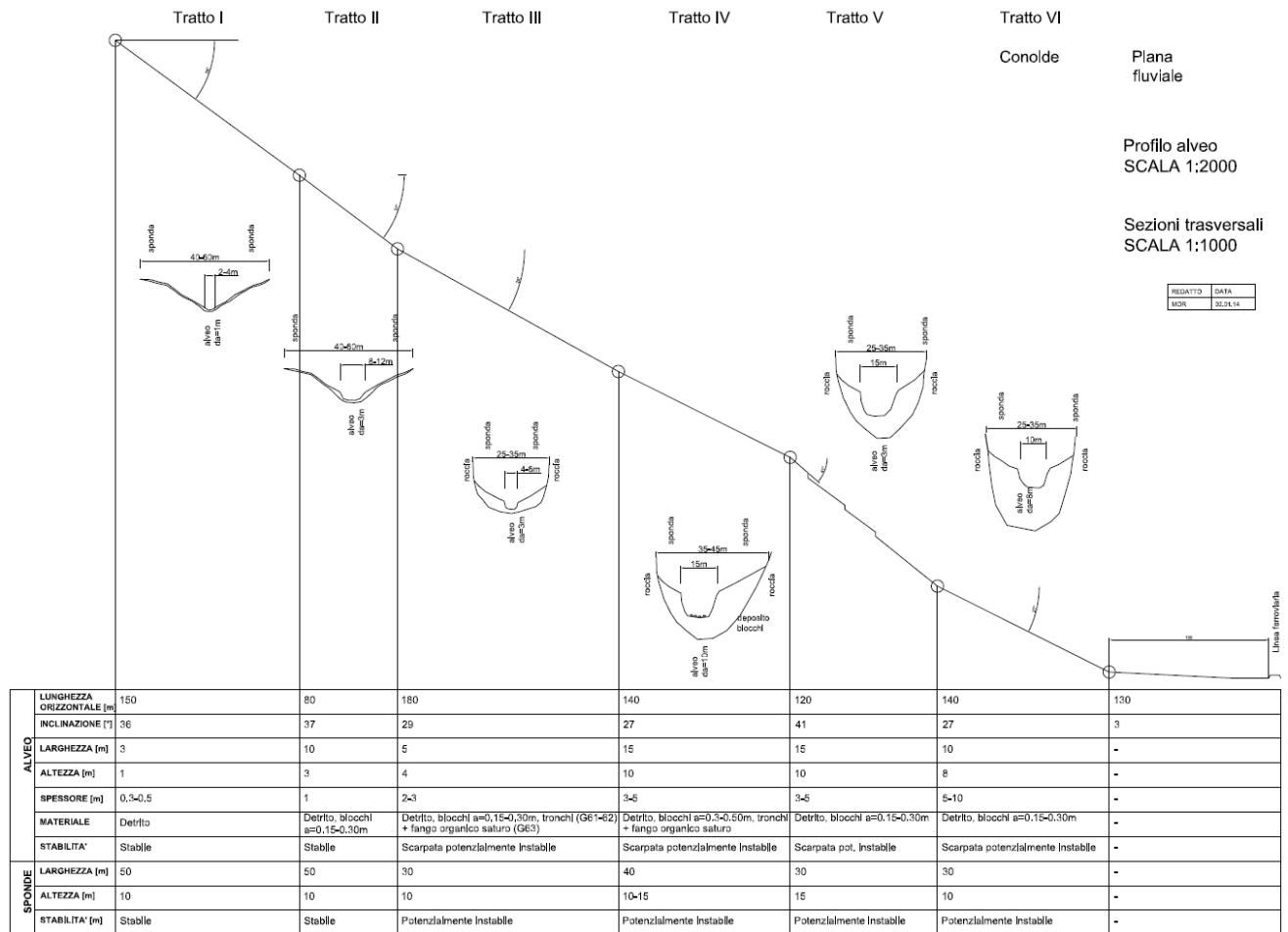
L'apporto detritico per unità di lunghezza può essere stimato con l'aiuto delle indicazioni contenute in tabella 1 (Hungr et al., 1984).

Indicazioni per la valutazione degli apporti detritici unitari in alveo secondo Hungr et al., 1984.

Classe	Pendenza alveo (°)	Materiale alveo	Sponde	Condizioni di stabilità	Apporto detritico unitario (m ³ /m)
A	20 -35	Roccia	Non erodibili	Stabile (virtuale assenza di detrito)	0 - 5
B	10- 20	Sottile strato di detrito o suolo sciolto su roccia	Non erodibili (roccia)	Stabile	5 -10
C	10 -20	Copertura detritica o morenica	Altezza < 5 m	Stabile	10 - 15
D	10 -20	Copertura detritica o morenica	Detrito, altezza >5 m	Angolo riposo del materiale	15 - 30
E	10 -20	Copertura detritica o morenica	Detrito, altezza >20 m	Sponde potenzialmente instabili (area di frana)	Fino a 200 (sorgente di detrito localizzata)

Der Murgraben wurde am 06.12.2013 zur Gänze kartiert und auf dieser Basis in insgesamt 6 Homogenabschnitte unterteilt.

Il canale sede di debris – flow è stato interamente rilevato il giorno 06 dicembre 2013 e sulla base dei dati ottenuti è stato suddiviso in 6 tratti omogenee.



ABSCHNITT 1:

Es ist der oberste Abschnitt des Grabens, 150 m lang mit einer Neigung von 36°. Das Bachbett ist hier 3 m breit und 1 m tief und besteht aus stabilem Lockermaterial mit einer Mächtigkeit zwischen 0,3-0,5 m. Die Grabenwände sind stabil und ca. 10 m hoch und 50 m breit. Das potentiell erodierbare Volumen beträgt in diesem Abschnitt 1500 m³.

ABSCHNITT 2:

Dieser Abschnitt ist 80 m lang mit einer Neigung von 37°. Das Bachbett ist hier breiter (10 m) und 3 m tief und besteht aus stabilem Lockermaterial mit einer Mächtigkeit von 1 m, mit 0,3-0,5 m großen Blöcken. Die Grabenwände sind 50 m breit, 10 m hoch und stabil. Das potentiell erodierbare Volumen beträgt in diesem Abschnitt 800 m³.

ABSCHNITT 3:

Dieser Abschnitt ist 180 m lang mit einer Neigung von 29°. Das Bachbett ist hier 5 m breit und 4 m tief und besteht aus Lockermaterial mit einer Mächtigkeit von etwa 2-3 m, mit 0,15-0,30 m großen Blöcken. An einigen Stellen ist es mit Baumstämmen verlegt und es kommen

TRATTO 1:

è il tratto apicale del canale, lungo 150 m e con inclinazione pari a 36°. L'alveo in questo tratto è largo 3 m, alto 1 m è costituito da detrito stabile con spessore di 0.3 – 0.5 m. Le sponde sono stabili di altezza di circa 10 m e larghezza di 50 m. Il volume potenzialmente erodibile in questo tratto di alveo, è pari a 1500 m³.

TRATTO 2:

è lungo 80 m con inclinazione di 37°. L'alveo in questo tratto è più largo (10 m) e alto 3 m. E' costituito da detrito stabile di spessore pari a 1 m, con blocchi di 0.3 – 0.5 m. Le sponde sono larghe circa 50 m, alte 10 m e sono stabili. Il volume potenzialmente erodibile in questo tratto di alveo, è pari a 800 m³.

TRATTO 3:

è lungo 180 m con inclinazione pari a 29°. L'alveo in questo tratto è largo 5 m, alto 4 m. E' costituito da detrito di circa 2-3 m di spessore, blocchi di 0.15 – 0.30 m e, in alcuni tratti è sbarrato da tronchi ed è presente del fango organico saturo. Le scarpate dell'alveo sono

organische, wassergesättigte Schlämme vor. Die Uferböschungen sind potentiell instabil. Die Grabenwände sind 30 m breit, 10 m hoch und potentiell instabil. Das potentiell erodierbare Volumen beträgt in diesem Abschnitt 2700 m³.

ABSCHNITT 4:

Dieser Abschnitt ist 140 m lang mit einer Neigung von 27°. Das Bachbett ist hier deutlich breiter (15 m) als im vorherigen Abschnitt, deutlich tiefer (10 m) und mit einer deutlich mächtigeren Lockergesteinsbedeckung (3-5 m) ausgestattet. Auch hier sind Blöcke ($a = 0,3-0,50$ m), Baumstämme und organische, wassergesättigte Schlämme vorhanden. Die Uferböschungen sind potentiell instabil. Die Grabenwände sind 40 m breit, 10-15 m hoch und potentiell instabil. Das potentiell erodierbare Volumen beträgt in diesem Abschnitt 2100 m³.

ABSCHNITT 5:

Dieser Abschnitt ist 120 m lang mit einer Neigung von 41° und einem stufenförmigen Längsverlauf. Das Bachbett ist hier 15 m breit und 10 m tief und besteht aus Lockermaterial mit einer Mächtigkeit von etwa 3-5 m. Es sind Blöcke mit $a = 0,15-0,30$ m vorhanden, die Uferböschungen sind potentiell instabil. Die Grabenwände sind 30 m breit, 15 m hoch und potentiell instabil. Das potentiell erodierbare Volumen beträgt in diesem Abschnitt 1800 m³.

ABSCHNITT 6:

Dieser Abschnitt ist 140 m lang mit einer Neigung von 27°. Das Bachbett ist hier 10 m breit und 8 m tief und besteht aus Lockermaterial mit einer Mächtigkeit von etwa 5-10 m. Es sind Blöcke mit $a = 0,15-0,30$ m vorhanden, die Uferböschungen sind potentiell instabil. Die Grabenwände sind 30 m breit, 10 m hoch und potentiell instabil. Das potentiell erodierbare Volumen beträgt in diesem Abschnitt 2100 m³.

Unter der Annahme, dass im Falle eines Murereignisses sämtliche Liefergebiete gleichzeitig aktiviert werden und dass das Material nicht innerhalb des Einzugsgebietes umgelagert wird, entspricht das potentiell erodierbare Gesamtvolumen im Graben des Genauenbachs ca. 11000 m³. Diese Gleichzeitigkeit der Ereignisse erscheint unwahrscheinlich und wäre auf eine sehr extremes Ereignis zurückzuführen, mit einer Wiederkehrzeit von 200 Jahren oder mehr, was nicht mit den vorgesehenen Projektmaßnahmen übereinstimmt.

Nachdem aus der Ereignisdokumentation der Massenbewegungen (Lit. [8]) zwei Murereignisse für den

potenzialmente instabili. Le sponde in questo tratto sono larghe 30 m, alte 10 e sono potenzialmente instabili. Il volume potenzialmente erodibile in questo tratto di alveo, è pari a 2700 m³.

TRATTO 4:

è lungo 140 m con inclinazione di 27°. Si differenzia dal precedente per la maggiore larghezza dell'alveo (15 m), la sua maggiore altezza (10 m) e il maggiore spessore del detrito (3-5 m). Anche in questo tratto sono presenti blocchi ($a = 0.3 - 0.50$ m), tronchi d'albero caduti e fango organico saturo. La scarpata dell'alveo è potenzialmente instabile. Le sponde in questo tratto sono larghe 40 m, alte 10 - 15 m e sono potenzialmente instabili. Il volume potenzialmente erodibile in questo tratto di alveo, è pari a 2100 m³.

TRATTO 5:

è lungo 120 m con un'inclinazione media di 41°. Il fondo dell'alveo ha un andamento a gradoni. L'alveo in questo tratto è largo 15 m, alto 10 m, il detrito ha uno spessore pari a 3 -5 m, sono presenti blocchi con $a = 0.15 - 0.30$ m, la scarpata è potenzialmente instabile. Le sponde sono larghe 30 m, alte 15 m e sono potenzialmente instabili. Il volume potenzialmente erodibile in questo tratto di alveo, è pari a 1800 m³.

TRATTO 6:

è lungo 140 m con inclinazione pari a 27°. L'alveo è largo 10 m, alto 8 m ed è costituito da detrito con spessore di 5 - 10 m e sono presenti blocchi con $a = 0.15 - 0.30$ m. La scarpata è potenzialmente instabile. Le sponde sono larghe 30 m, alte 10 m e sono potenzialmente instabili. Il volume potenzialmente erodibile in questo tratto di alveo, è pari a 2100 m³.

In totale, ammettendo che, in occasione del verificarsi di una colata detritica, tutte le aree sorgenti vengano attivate contemporaneamente e che non si abbia redistribuzione di materiale all'interno del bacino, il volume potenzialmente erodibile nell'intero Rio Genauen risulta essere pari a 11000 m³. Tale simultaneità di eventi appare poco probabile e potrebbe al limite essere associabile ad un evento eccezionale, con tempo di ritorno superiore o uguale a 200 anni, non compatibile con le finalità degli interventi in progetto.

Considerando che il database degli eventi franosi (Bibl. [8]) registra due eventi documentati di debris-flow per il Rio

Genauenbach in den letzten 8 Jahren dokumentiert sind:

- 24. Juni 2006, geschätztes, im Talboden abgelagertes Material 500 m³;

20. Juli 2008, geschätztes, im Talboden abgelagertes Material 1000 m³;

wird für die vorgesehene Dauer der Baustelle (ungefähr 10 Jahre) ein repräsentatives Volumen von weniger als 2000 m³ angenommen; entsprechend wird das Rückhaltebecken für den Feststofftransport der Mure auf ein Volumen von 2000 m³ ausgelegt.

Genauen negli ultimi 8 anni:

- 24 giugno 2006, volume di detrito recapitato a fondovalle stimato in 500m³;

- 20 luglio 2008, volume di detrito recapitato a fondovalle stimato in 1000m³;

si stima che per il periodo di esercizio del cantiere (indicativamente 10anni) sia rappresentativo un volume inferiore a 2000m³; conseguentemente l'invaso di trattenuta della portata solida del debris-flow verrà dimensionato con volume pari a 2000m³.

9 BESCHREIBUNG DER WASSERBAUTEN

9.1 ALLGEMEINES

Bereits zum jetzigen Zeitpunkt scheint der felsige Hang keine signifikant großen Wassermengen in die darunter liegende Schwemmebene zu liefern. Entsprechend werden auch keine bedeutende Zuflüsse erwartet, es werden die Wassermengen auf Basis der Niederschlagswahrscheinlichkeit mit Wiederkehrzeit 10 Jahre berücksichtigt.

9.2 RÜCKHALTEBECKEN GENAUENBACH

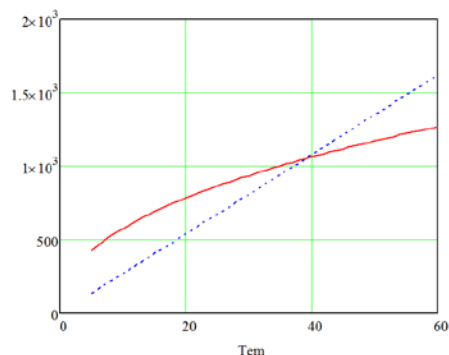
Das Rückhaltebecken des Genauenbachs wurde so ausgelegt, dass ein Murereignis mit einem Feststoffvolumen von $V=2000 \text{ m}^3$ im Hangfußbereich beherrscht werden kann.

Neben dieser Hauptfunktion dient das Becken auch zur Rückhaltung der Spitzenabflussmengen. Im Süden des Rückhaltebeckens ist eine Vorkehrung zur kontrollierten Abflussregulierung vorgesehen, die einerseits die Abflussmaxima eines zehnjährigen Ereignisses zurückhält, andererseits den talseitigen Abfluss des Wassers über einen offenen Graben regelt.

In Anbetracht der zufließenden Wassermenge, anhand der Niederschlagswahrscheinlichkeit bestimmt, und der geregelten Abflussmenge, beträgt das Volumen.

$V_{\text{rit}}=300 \text{ m}^3$

Das notwendige Rückhaltevolumen entspricht der maximalen Distanz zwischen kumulativer Zuflusskurve und der kumulativer Abflusskurve.



Der Abfluss wird über eine Sperre aus Stahlbeton geregelt, die über eine Öffnung von $H=0,6\text{m}$ und $B=1,0\text{m}$ verfügt sowie über einen Überfall in 1,5m Höhe ab der Beckensohle mit einer Breite von 1,80m und einer Mindesthöhe von 0,65m.

9 DESCRIZIONE MANUFATTI IDRAULICI

9.1 GENERALITÀ

Già oggi il versante montuoso adiacente sembra non apportare significative quantità di acqua alla piana sottostante. Non si attendono quindi significativi apporti idrici, tuttavia si prevede una certa quantità di acque stimate sulla base delle curve di possibilità pluviometrica e un periodo di ritorno di 10 anni.

9.2 STRUTTURA BACINO DI RITENUTA RIO GENAUEN

Il bacino d'accumulo del Rio Genauen è progettato in maniera tale da poter assorbire un fenomeno di debris-flow che trasporta sottomontagna un volume stimato in $V=2000 \text{ m}^3$ di materiale.

Oltre che per tale scopo, il bacino è impiegato anche per la ritenzione della portata liquida di piena. A sud del bacino di ritenuta del materiale è predisposta una struttura di controllo del flusso idraulico che da un lato ritiene una porzione dell'ondata di piena con periodo di ritorno $z=10$ anni e dall'altro regola il deflusso di liquido che prosegue a valle in un canale a cielo aperto.

Con il volume di afflusso determinato con la curva di possibilità pluviometrica e il volume di deflusso regolato si determina il volume di ritenzione.

$V_{\text{rit}}=300 \text{ m}^3$

Il volume di ritenzione necessario corrisponde alla distanza massima tra la linea cumulativa dell'afflusso e la linea cumulativa di deflusso.

Il deflusso è regolato con una briglia composta da una paratoia in calcestruzzo armato con apertura di dimensione $a=0,6\text{m}$ e $b=1,0\text{m}$, e uno stramazzo superiore a 1,5metri dal fondo del bacino con larghezza 1,80m e altezza minima di 0,65m.

Der Abfluss durch die Sperwand und vom Überfall darüber ist auf eine maximale Schüttung von ca. 1,7m³/s ausgelegt.

9.3 ABSCHNITT 1 - L=355 M

Abschnitt von +220.000 bis + 435.000 (L=215m)

Der erste Abschnitt des offenen Grabens abstromig des Rückhaltebeckens des Genauenbachs weist eine Neigung von s=2,1% auf.

Dieser Graben wird mit einem trapezförmigen Querschnitt ausgeführt mit einer Mindestbreite der Sohle von 0,5m und seitlichen Neigungen von 1:1.

Die Abflussmenge entspricht jener der Kontrollvorrichtung des Rückhaltebeckens Q=1,7m³/s.

Der Manningwert für die Sohle und die Seitenwände, mit Vegetation bzw. Grasbewuchs, entspricht n=0,03 m-1/3s. Der entsprechende Rauigkeitsbeiwert nach Strickler beträgt k=33 m¹/3s-1.

Die maximale Höhe des Wasserspiegels im Graben beträgt hw=0,65 m. Es wird ein Freibord von mindestens 0,35 m garantiert.

Die ermittelte Froude-Zahl von 1,12 klassifiziert den Abfluss als schießend mit hohen Fließgeschwindigkeiten.

Die anzusetzende Schubspannung kann in Anbetracht der gewählten Vegetation mit $\tau = g \cdot \rho \cdot R \cdot s = 66 \text{ N/m}^2$ angegeben werden.

Abschnitt von +435.000 bis + 575.000 (L=140m)

Der zweite offene Grabenabschnitt abstromig der Rückhaltekommer des Genauenbaches weist eine Neigung von s=1,5% auf.

Dieser Graben wird mit einem trapezförmigen Querschnitt ausgeführt mit einer Mindestbreite der Sohle von 0,5m und seitlichen Neigungen von 1:1.

Die Abflussmenge entspricht jener der Kontrollvorrichtung des Rückhaltebeckens Q=1,7m³/s.

Der Manningwert für die Sohle und die Seitenwände, mit Vegetation bzw. Grasbewuchs, entspricht n=0,03 m-1/3s. Der entsprechende Rauigkeitsbeiwert nach Strickler beträgt k=33 m¹/3s-1.

Die maximale Höhe des Wasserspiegels im Graben beträgt hw=0,70 m. Es wird ein Freibord von mindestens 0,30 m garantiert.

Die ermittelte Froude-Zahl von 0,95 klassifiziert den Abfluss als strömend mit niedrigen Fließgeschwindigkeiten.

Il deflusso sotto la paratoria e dallo stramazzo superiore sono dimensionati per una portata massima di ca. 1.7 m³/s.

9.3 TRATTO 1 - L =355M

Tratto da +220.000 a +435.000 (L=215m)

Il primo tratto di canale a cielo aperto a valle della camera di ritenuta del Rio Genauen ha pendenza s=2.1%.

Tale tratto è realizzato con un canale a forma trapezoidale con fondo di larghezza minima di 0.5m e argini laterali con pendenza 1:1.

La portata di deflusso corrisponde a quella regolata dalla struttura di controllo del bacino di ritenuta Q=1.7 m³/s.

Il valore di Manning per il fondo e le pareti ricoperti da vegetazione ed erba è n=0.03 m-1/3s. Il corrispondente valore di scabrezza secondo Strickler vale k=33 m¹/3s-1

L'altezza massima corrispondente di acqua nel canale è di hw=0.65 m. Viene assicurato un franco bordo minimo di 0.35m.

Il numero di Froude determinato in 1.12 classifica il deflusso come supercritical con velocità elevata.

La forza di trascinamento che può essere presa in considerazione per la scelta di tipo di vegetazione è determinata in $\tau = g \cdot \rho \cdot R \cdot s = 66 \text{ N/m}^2$

Tratto da +435.000 a +575.000 (L=140m)

Il secondo tratto di canale a cielo aperto a valle della camera di ritenuta del Rio Genauen ha pendenza s=1.5%.

Tale tratto è realizzato con un canale a forma trapezoidale con fondo di larghezza minima di 0.5m e argini laterali con pendenza 1:1.

La portata di deflusso corrisponde a quella regolata dalla struttura di controllo del bacino di ritenuta Q=1.7 m³/s.

Il valore di Manning per il fondo e le pareti ricoperti da vegetazione ed erba è n=0.03. Il corrispondente valore di scabrezza secondo Strickler vale k=33

L'altezza massima corrispondente di acqua nel canale è di hw=0.70 m. Viene assicurato un franco bordo minimo di 0.30m.

Il numero di Froude determinato in 0.95 classifica il deflusso come subcritical con velocità bassa.

Die anzusetzende Schubspannung kann in Anbetracht der gewählten Vegetation mit $\tau = g \cdot pr \cdot R \cdot s = 50 \text{ N/m}^2$ angegeben werden.

9.4 RÜCKHALTEKAMMER

Die Rückhaltkammer dient als Absetzbecken von eventuellem Feststofftransport aus dem Graben im Abschnitt 1 (Material, das nicht bereits im Rückhaltebecken bzw. im Graben zwischen Rückhaltebecken und Rückhaltkammer abgelagert wurde).

Die Rückhaltkammer weist eine Breite von 3,0m und eine Länge von 3,0m sowie eine Tiefe von 2,5m auf (Innenkanten).

Abstromig der Rückhaltkammer ist eine Übergabekammer in den Eisenbahndurchlass vorgesehen, die eine Breite von 3,0 m und eine Länge von 2,0m sowie eine Tiefe von 2,5 m aufweist (Innenkanten).

Der Einlauf in die Rückhaltkammer ist auf eine maximale Schüttung von $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgelegt und gekennzeichnet durch einen Überfall in 1,5m Höhe über Kammersohle, mit einer Breite von 0,5m und einer Mindesthöhe von 0,85m.

Der Auslauf der Rückhaltkammer ist auf eine maximale Schüttung von über $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgelegt und ist gekennzeichnet durch einen Überlauf in 1,5m Höhe über Kammersohle, mit einer Breite von 1,5m und einer Mindesthöhe von 0,80m.

9.5 ABSCHNITT 2 (EISENBAHNDURCHLASS) – L=25,7 M

Der Eisenbahndurchlass erlaubt eine Ausleitung aus der Rückhaltkammer in Richtung Eisack und unterquert den Radweg sowie die Eisenbahnlinie.

Der Durchlass besteht aus Stahlbeton und weist einen Innendurchmesser von 1,6m auf sowie eine Neigung von $s=0,5\%$.

Der Abschnitt des Durchlasses unterhalb der Eisenbahnlinie wird im Durchpressverfahren hergestellt (6 Rohrsegmente aus Stahlbeton). Die maximale Überdeckung beträgt 2,48m. Der Startschacht für die Durchpressarbeiten weist eine Länge von 7 m (in Achse Durchlass) und eine Breite von 4 m (senkrecht zur Durchlassachse) auf, während der Zielschacht eine Abmessung von 4m x 4m aufweist.

La forza di trascinamento che può essere presa in considerazione per la scelta di tipo di vegetazione è determinata in $\tau = g \cdot pr \cdot R \cdot s = 50 \text{ N/m}^2$

9.4 CAMERA DI RITENUTA

La camera di ritenzione è impegnata per permettere la deposizione e la raccolta di eventuale materiale solido trasportato dal canale nel tratto 1 (materiale non depositatosi nel bacino di ritenuta o accumulatosi nel canale fra bacino di ritenuta e camera di ritenzione).

La camera di ritenzione ha una larghezza di 3.0m, una lunghezza di 3.0m e una profondità di 2.5m (misure interne).

A valle della camera di ritenzione è presente una camera di immissione al tombino ferroviario, caratterizzata da una larghezza di 3.0m, una lunghezza di 2.0m e una profondità di 2.5 m (misure interne).

La sezione di ingresso alla camera di ritenzione, dimensionata per una portata massima di ca. $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$, è caratterizzata da uno stramazzo a 1.5m dal fondo della camera con larghezza 0.5m e altezza minima di 0.85m.

La sezione di uscita dalla camera di ritenzione, dimensionata per una portata massima superiore a $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$, è caratterizzata da uno stramazzo a 1.5m dal fondo della camera con larghezza 1.5m e altezza minima di 0.80m.

9.5 TRATTO 2 (TOMBINO FERROVIARIO) – L=25.7M

Il tombino ferroviario permette di collegare la camera di ritenzione al canale a cielo aperto che si immette nel fiume Isarco, passando sotto alla pista ciclabile e alla linea ferroviaria.

Il tombino è realizzato in calcestruzzo armato, ha un diametro interno di 1.6m ed è caratterizzato da una pendenza $s=0.5\%$.

Il tratto di tombino posizionato al di sotto del rilevato ferroviario è realizzato tramite metodo "spingitubo" (6 conci di tubo in calcestruzzo armato). L'altezza massima del terreno di copertura è pari a 2.48m. La fossa di partenza necessaria alla realizzazione dei lavori con metodologia "spingitubo" è caratterizzata da una lunghezza di 7m (parallelamente al tombino) e da una larghezza di 4m (ortogonalmente al tombino), mentre la fossa di arrivo ha

Der Abschnitt unter dem Radweg (L=7,70m) wird im offenen Aushub hergestellt.

Die Abflussmenge beträgt $Q=2,0\text{m}^3/\text{s}$ bei einer Füllung des Durchlasses von weniger als 50%.

Der Rauigkeitsbeiwert nach Strickler beträgt $k=80\text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

9.6 ABSCHNITT 3 – L=120,0 M

Der offene Grabenabschnitt abstromig des Eisenbahndurchlasses erlaubt die Ausleitung der Wässer aus dem Rückhaltebecken des Genauenbachs in den Eisack. Die Ausleitung muss am Punkt erfolgen, wo der Eisackdamm am niedrigsten ist.

Der Graben weist eine Neigung von $s=0,5\%$ auf.

Dieser Graben wird mit einem trapezförmigen Querschnitt ausgeführt mit einer Mindestbreite der Sohle von 1,5m und seitlichen Neigungen von 1:1.

Die Abflussmenge entspricht jener der Kontrollvorrichtung des Rückhaltebeckens $Q=2,0\text{m}^3/\text{s}$.

Der Manningwert für die Sohle und die Seitenwände, mit Vegetation bzw. Grasbewuchs, entspricht $n=0,03\text{ m}^{-1/3}\text{s}$. Der entsprechende Rauigkeitsbeiwert nach Strickler beträgt $k=33\text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Die maximale Höhe des Wasserspiegels im Graben beträgt $hw=0,70\text{ m}$. Es wird ein Freibord von mindestens 0,30 m garantiert.

Die ermittelte Froude-Zahl von 0,6 klassifiziert den Abfluss als strömend mit niedrigen Fließgeschwindigkeiten.

Die anzusetzende Schubspannung kann in Anbetracht der gewählten Vegetation mit $\tau=g.pr.R.s=22\text{ N/m}^2$ angegeben werden.

9.7 ABSCHNITT 4 – L=600,0 M

Der Abschnitt 4 besteht aus einem offenen Graben längs der Deponieumzäunung (Ostseite), am Fuße des Eisenbahndamms.

Der Graben hat die Funktion, die Wässer aus dem Eisenbahndamm aufzufangen und zu versickern (Infiltration).

Dieser Graben wird mit einem trapezförmigen Querschnitt ausgeführt mit einer Mindestbreite der Sohle von 0,25m und seitlichen Neigungen von 1:1 bei einer Tiefe von mindestens 0,12m.

dimensionen 4m x 4m.

Il tratto sottostante la pista ciclabile (L=7.70m) è realizzato tramite metodo "cut and cover"

La portata di deflusso è pari a $Q=2.0\text{ m}^3/\text{s}$, con un riempimento del tombino inferiore al 50%.

Il valore di scabrezza secondo Strickler vale $k=80\text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$

9.6 TRATTO 3 – L=120.0 M

Il tratto di canale a cielo aperto a valle del tombino ferroviario consente l'immissione delle acque provenienti dal bacino del Rio Genauen nel fiume Isarco. Tale immissione dovrà essere realizzata nel punto in cui l'argine del fiume Isarco ha altezza minore.

Il canale ha pendenza $s=0.5\%$.

Tale tratto è realizzato con un canale a forma trapezoidale con fondo di larghezza minima di 1.5m e argini laterali con pendenza 1:1.

La portata di deflusso considerata è pari a $Q=2.0\text{ m}^3/\text{s}$.

Il valore di Manning per il fondo e le pareti ricoperti da vegetazione ed erba è $n=0.03\text{ m}^{-1/3}\text{s}$. Il corrispondente valore di scabrezza secondo Strickler vale $k=33\text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$

L'altezza massima corrispondente di acqua nel canale è di $hw=0.70\text{ m}$. Viene assicurato un franco bordo minimo di 0.30m.

Il numero di Froude determinato in 0.6 classifica il deflusso come subcritical con velocità bassa.

La forza di trascinamento che può essere presa in considerazione per la scelta di tipo di vegetazione è determinata in $\tau=g.pr.R.s=22\text{ N/m}^2$

9.7 TRATTO 4 – L=600.0 M

Il tratto 4 consta di un canale a cielo aperto che corre parallelamente alla recinzione del deposito (lato est), al piede del rilevato ferroviario.

Il canale ha la funzione di contenere e disperdere nel terreno (per infiltrazione) le acque di scorrimento provenienti dal rilevato ferroviario.

Tale tratto è realizzato con un canale a forma trapezoidale con fondo di larghezza minima di 0.25m, argini laterali con pendenza 1:1 e profondità di almeno 0.12m.

10 BEMESSUNG DER STAHLBETON-WASSERBAUTEN

10.1 ALLGEMEINES

Die Stahlbeton-Wasserbauten (Sperrtalseitig des Rückhaltebeckens, Rückhaltekommer) wurden in Übereinstimmung mit den nachfolgend angeführten Berechnungsgrundlagen und der entsprechenden Nachweise bemessen.

10.2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

RECHTLICHE GRUNDLAGEN:

DM 14.01.2008 – Norme tecniche per le costruzioni

Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 02.02.2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14.01.2008

EN 1992-1-1:2005 - Eurocode 2 – Bemessung und Konstruktion von Betontragwerken

BAUSTOFFE:

Beton C30/37

$$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M = 0.85 \cdot 30 / 1.5 = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.89 \text{ MPa}$$

Expositionsklasse: XC4

Bewehrungsstahl B450C

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

$$f_{sd} = f_{yk} / \gamma_M = 450 / 1.15 = 391 \text{ MPa}$$

LASTEN:

Erddruck

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi = 34^\circ$$

$$c = 0 \text{ kPa}$$

Es wird der Erdruchdruck auf die vertikalen Wände der Bauwerke angesetzt.

$$k_0 = 1 - \sin \Phi = 0.44$$

Hydrostatischer Druck

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

10 DIMENSIONAMENTO DEI MANUFATTI IDRAULICI IN CALCESTRUZZO ARMATO

10.1 GENERALITÀ

I manufatti idraulici in calcestruzzo armato (briglia a valle del bacino di ritenuta, camera di ritenuta) sono stati dimensionati in accordo con le seguenti basi di calcolo e delle conseguenti verifiche.

10.2 BASI DI CALCOLO

RIFERIMENTI NORMATIVI:

DM 14.01.2008 – Norme tecniche per le costruzioni

Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 02.02.2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14.01.2008

UNI EN 1992-1-1:2005 - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo

MATERIALI:

Calcestruzzo C30/37

$$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M = 0.85 \cdot 30 / 1.5 = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.89 \text{ MPa}$$

Classe di esposizione: XC4

Acciaio d'armatura B450C

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

$$f_{sd} = f_{yk} / \gamma_M = 450 / 1.15 = 391 \text{ MPa}$$

AZIONI AGENTI:

Spinta del terreno

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi = 34^\circ$$

$$c = 0 \text{ kPa}$$

Si ipotizza una spinta a riposo agente sulle pareti verticali dei manufatti.

$$k_0 = 1 - \sin \Phi = 0.44$$

Spinta dell'acqua

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

Variable Lasten

Nachdem Schwerverkehr im Nahbereich der Bauwerke möglich ist, wird das Lastschema 1 berücksichtigt:

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

Die Last Q_{1k} wird auf eine Fläche von $3,0 \times 3,0 \text{ m}^2$ (entspricht der Fahrbahnbreite auf einer Länge gleich jener der Bauwerke) verteilt, wodurch eine verteilte Last anzusetzen ist gleich:

$$q_{2k} = 33.3 \text{ kN/m}^2$$

Die Gesamtlast durch den Straßenverkehr ist demnach:

$$q_{\text{tot}} = q_{1k} + q_{2k} = 42.3 \text{ kN/m}^2$$

dies entspricht nach dem Ansatz von Graux einer gleichmäßigen Last auf die Mauer von:

$$q_{\text{tot,h}} = 12.0 \text{ kN/m}^2$$

Carichi variabili

Essendo possibile il transito di mezzi pesanti in prossimità dei manufatti, viene considerato lo schema di carico 1:

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

Il carico Q_{1k} viene distribuito su un'area pari a $3.0 \times 3.0 \text{ m}^2$ (pari alla larghezza della corsia di transito per una lunghezza pari a quella dei manufatti), ottenendo un carico distribuito pari a:

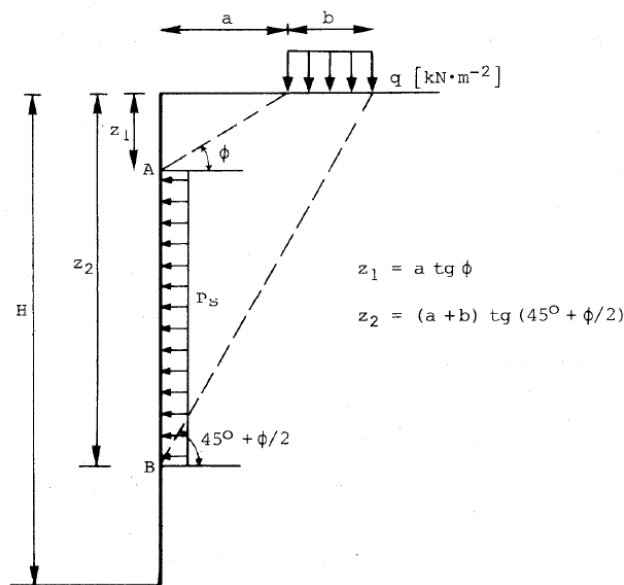
$$q_{2k} = 33.3 \text{ kN/m}^2$$

Il carico stradale totale considerando è quindi pari a:

$$q_{\text{tot}} = q_{1k} + q_{2k} = 42.3 \text{ kN/m}^2$$

che secondo la teoria di Graux è pari ad un carico uniforme sul muro pari a:

$$q_{\text{tot,h}} = 12.0 \text{ kN/m}^2$$



Lastverteilung nach Graux / Ripartizione dei carichi secondo Graux

10.3 STATISCHES SCHEMA UND BEMESSUNGSSCHNITT

In statischer Hinsicht können die Bauwerke als eingeschüttete Becken schematisiert werden (Betondicke im Querschnitt von 300 mm).

Die am meisten beanspruchten Teile sind die vertikalen Wände, die eine Biege- und Scherbelastung erfahren.

Für einen Nachweis der ungünstigsten Bedingungen auf die verschiedenen Wände wurden 2 Fälle betrachtet.

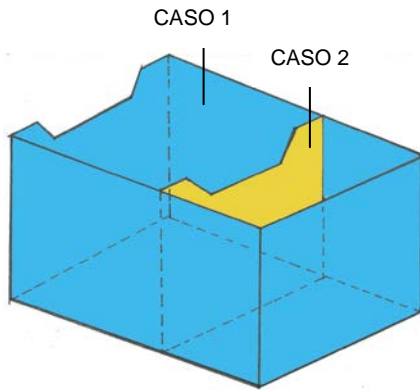
10.3 SCHEMA STATICO E SEZIONI DI VERIFICA

Il manufatti sono staticamente schematizzabili come delle vasche immerse nel terreno (spessore della sezione in C.A. pari a 300 mm).

Gli elementi maggiormente sollecitati sono i setti verticali, soggetti ad azioni di flessione e di taglio.

Per verificare le condizioni di carico peggiori sulle varie pareti sono stati analizzati i due seguenti casi:

- FALL 1 - Becken komplett leer (maximale Belastung auf die erdseitigen Wände)
- FALL 2 - Becken komplett gefüllt (maximale Belastung auf eine Trennwand zwischen zwei Beckenkammern)



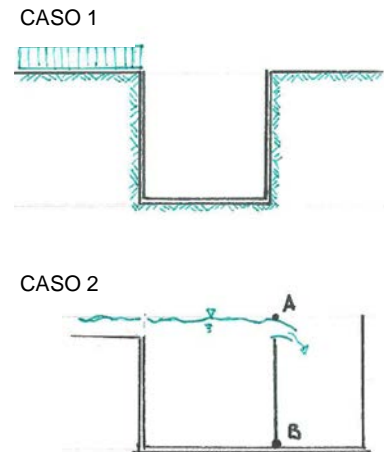
FALL 1

Der Nachweis wird auf einer der Außenwände geführt, die schematisch als eine quadratische Platte (3m x 3m, vorsichtig gewählte Größe) dargestellt werden kann, auf einer Seite fixiert, auf der gegenüberliegenden frei und an den restlichen aufgesetzt, gleichmäßig belastet.

Einwirkende Lasten

Zur Berechnung der einwirkenden Lasten wird das Lamellenverfahren verwendet, nach dem unten dargestellten Schema:

- CASO 1 - Vasca completamente vuota (condizione di massima sollecitazione delle pareti controterra)
- CASO 2 - Vasca completamente piena (condizione di massima sollecitazione del setto di separazione fra le due camere)

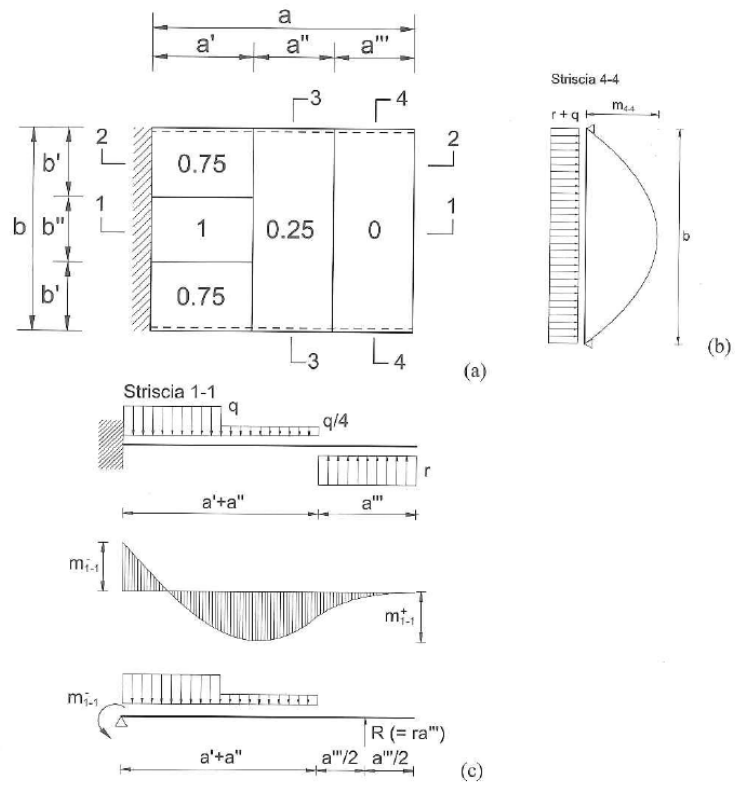


CASO 1

Viene eseguita la verifica per una delle pareti perimetrali, schematizzata come una piastra quadrata (3m x 3m, dimensioni cautelative) incastrata lungo un lato, libera sul lato opposto ed appoggiata sui rimanenti lati, caricata uniformemente.

Azioni sollecitanti

Per il calcolo delle azioni sollecitanti viene utilizzato il Metodo delle Strisce, secondo lo schema di seguito riportato:



Mit:

$$a = 3\text{m}$$

$$b = 3\text{m}$$

$$a' = a'' = a''' = 1\text{m}$$

$$b' = b'' = b''' = 1\text{m}$$

$$q = \gamma_q \cdot q_{\text{tot,h}} + 0.5 (\gamma_g \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot h) = 1.5 \cdot 12 + 0.5 (1.3 \cdot 0.44 \cdot 20 \cdot 3) = 35.2 \text{ kN/m}^2$$

Die Last r wird ermittelt bei einer Gleichsetzung der Momente m_{1-1}^- und m_{4-4} ,

man erhält

$$r = \frac{2}{11} q l^2$$

$$m_{1-1}^- = m_{4-4} = \frac{13}{88} q l^2 = 46.8 \text{ kNm}$$

Das berechnete Moment wurde mit einer Finite-Elemente-Analyse mit der Software AXIS VM verglichen. Auf den folgenden Seiten sind die Ergebnisse der Berechnungen zusammengefasst.

Con:

$$a = 3\text{m}$$

$$b = 3\text{m}$$

$$a' = a'' = a''' = 1\text{m}$$

$$b' = b'' = b''' = 1\text{m}$$

$$q = \gamma_q \cdot q_{\text{tot,h}} + 0.5 (\gamma_g \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot h) = 1.5 \cdot 12 + 0.5 (1.3 \cdot 0.44 \cdot 20 \cdot 3) = 35.2 \text{ kN/m}^2$$

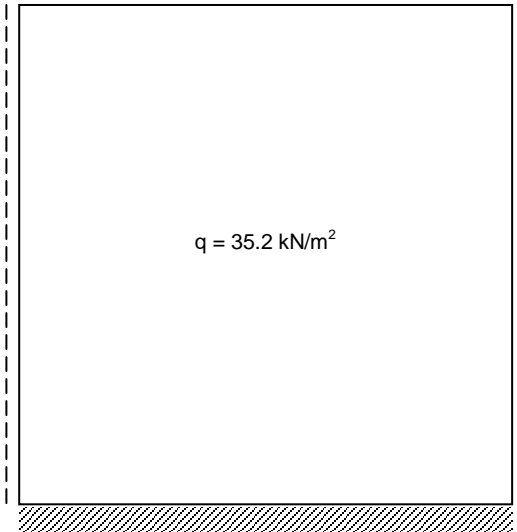
Il carico r viene ricavato uguagliando i momenti m_{1-1}^- e m_{4-4} ,

ottenendo

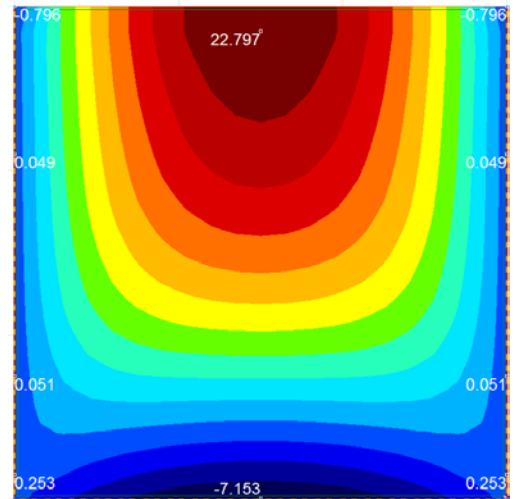
$$r = \frac{2}{11} q l^2$$

$$m_{1-1}^- = m_{4-4} = \frac{13}{88} q l^2 = 46.8 \text{ kNm}$$

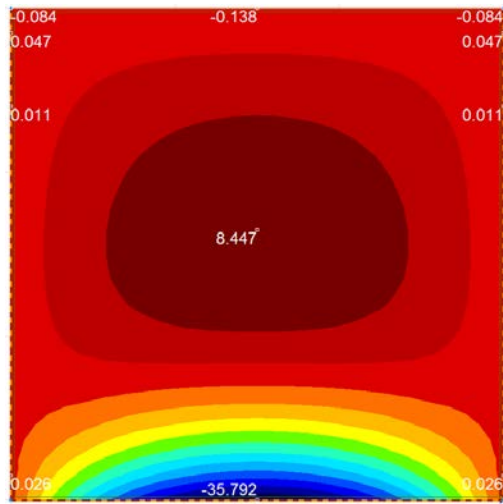
Il momento calcolato è stato confrontato tramite analisi FEM eseguita con il software AXIS VM. Nella pagine seguente sono riassunti i risultati del calcolo



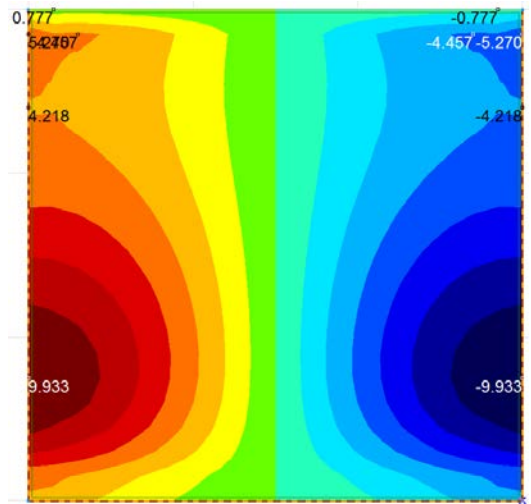
Rechenchema / Schema di calcolo



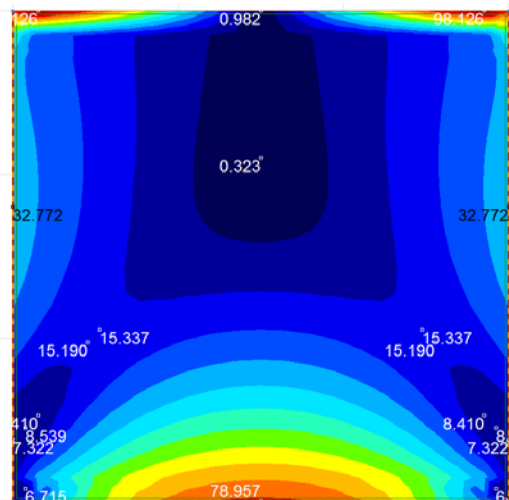
Grafik / Diagramma m_x [kNm]



Grafik / Diagramma m_y [kNm]



Grafik / Diagramma m_{xy} [kNm]



Grafik / Diagramma V_{tot} [kNm]

Statische Bewehrung

Aus der maximalen Biegebelastung und der Stahlbetonstärke (300 mm) wird eine statische Bewehrung am Zugrand ermittelt.

$$A_s = m_{1-1} / (0.9 \cdot d \cdot f_{sd}) = 511 \text{ mm}^2 \quad \Phi 12/15 (754 \text{ mm}^2)$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$d = 260 \text{ mm}$$

Nachweis - Biegung

$$M_{B,ad} = 46.8 \text{ kNm/m}$$

$$M_{B,res} = 0.9 \cdot d \cdot f_{sd} \cdot A_s = 68.9 \text{ kNm/m}$$

$$M_{B,res} > M_{B,ad} \quad \text{erfüllt}$$

Nachweis - Scherung

$$V_{B,ad} = 78.9 \text{ kN/m}$$

$$V_{B,res} = 119 \text{ kN/m}$$

$$V_{B,res} > V_{B,ad} \quad \text{erfüllt}$$

Nachweis - Mindestbewehrung für biegebeanspruchte Bauteile

Die Mindestbewehrung für biegebeanspruchte Bauteile muss größer sein als:

$$A_{s,min \text{ fless}} = 0.26 (f_{ctm} / f_{yk}) b \cdot d = 436 \text{ mm}^2 \\ \Phi 12/15 (754 \text{ mm}^2)$$

Nachweis - Grenzzustand Rissbildung

Die Mindestbewehrung für Bauteile unter Zugspannung aufgrund von Trockenschwinden und/oder Verformungsbehinderung muss größer sein als:

$$A_{s,min \text{ traz}} \sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

$$k = 0.65$$

$$k_c = 1.0$$

$$A_{s,min \text{ traz}} = 2'356 \text{ mm}^2 \\ 2\Phi 16/15 (2'680 \text{ mm}^2)$$

Armaturo statica

Dato il massimo valore dell'azione flettente e data l'altezza della sezione in calcestruzzo armato (300 mm) si ricava l'armatura statica al lembo teso.

$$A_s = m_{1-1} / (0.9 \cdot d \cdot f_{sd}) = 511 \text{ mm}^2 \quad \Phi 12/15 (754 \text{ mm}^2)$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$d = 260 \text{ mm}$$

Verifiche - Flessione

$$M_{B,ad} = 46.8 \text{ kNm/m}$$

$$M_{B,res} = 0.9 \cdot d \cdot f_{sd} \cdot A_s = 68.9 \text{ kNm/m}$$

$$M_{B,res} > M_{B,ad} \quad \text{verificato}$$

Verifiche - Taglio

$$V_{B,ad} = 78.9 \text{ kN/m}$$

$$V_{B,res} = 119 \text{ kN/m}$$

$$V_{B,res} > V_{B,ad} \quad \text{verificato}$$

Verifiche - Armaturo minima per elementi inflessi

L'armatura minima per elementi inflessi deve essere superiore a :

$$A_{s,min \text{ fless}} = 0.26 (f_{ctm} / f_{yk}) b \cdot d = 436 \text{ mm}^2 \\ \Phi 12/15 (754 \text{ mm}^2)$$

Verifiche - Stato limite di fessurazione

L'armatura minima per elementi soggetti a trazione derivante da ritiro e/o da deformazioni impedito deve essere superiore a:

$$A_{s,min \text{ traz}} \sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

$$k = 0.65$$

$$k_c = 1.0$$

$$A_{s,min \text{ traz}} = 2'356 \text{ mm}^2 \\ 2\Phi 16/15 (2'680 \text{ mm}^2)$$

Nachweis - Beherrschung der Rissweiten

Nachdem die Bauwerke der Expositionsklasse XC4 entsprechen, müssen die Rissweiten unterhalb von 0,3 mm bei häufig auftretenden Lastkombinationen bzw. unter 0,2 mm bei quasi-ständigen Lasten liegen.

Es wird der indirekte Nachweis geführt, wobei der Durchmesser der Bewehrungsstäbe in Abhängigkeit der Stahlspannung verringert wird.

- Häufig auftretenden Lastkombination ($\Psi_1 = 0.75$)

$$q = 0.75 q_{\text{tot,h}} + 0.5 (k_0 \cdot \gamma \cdot h) = 0.75 \cdot 12 + 0.5 (0.44 \cdot 20 \cdot 3) = 22.2 \text{ kN/m}^2$$

$$m_{1-1} = m_{4-4} = \sqrt[13]{88} q l^2 = 29.5 \text{ kNm}$$

Längsbewehrung

$$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$$

$$x = 66 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 165.6 \text{ MPa}$$

entspricht einem maximalen Bewehrungsdurchmesser von $\Phi 32$.

Querbewehrung

$$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$$

$$x = 92 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 76.6 \text{ MPa}$$

entspricht einem maximalen Bewehrungsdurchmesser von $\Phi 32$.

- Quasi-ständige Lastkombination ($\Psi_1 = 0$)

$$q = 0.5 (k_0 \cdot \gamma \cdot h) = 12 = 13.2 \text{ kN/m}^2$$

$$m_{1-1} = m_{4-4} = \sqrt[13]{88} q l^2 = 17.6 \text{ kNm}$$

Längsbewehrung

$$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$$

$$x = 66 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 98.8 \text{ MPa}$$

entspricht einem maximalen Bewehrungsdurchmesser von $\Phi 32$.

Querbewehrung

$$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$$

Verifiche - Controllo dell'apertura di fessura

Rientrando i manufatti nella classe di esposizione XC4, l'apertura di fessura fessure dovrà essere inferiore a 0.3 mm sotto la combinazione di carico frequente e 0.2 mm sotto la combinazione di carico quasi permanente.

Si effettua la verifica indiretta, andando a limitare il diametro delle barre di armatura in funzione della tensione dell'acciaio.

- Combinazione di carico frequente ($\Psi_1 = 0.75$)

$$q = 0.75 q_{\text{tot,h}} + 0.5 (k_0 \cdot \gamma \cdot h) = 0.75 \cdot 12 + 0.5 (0.44 \cdot 20 \cdot 3) = 22.2 \text{ kN/m}^2$$

$$m_{1-1} = m_{4-4} = \sqrt[13]{88} q l^2 = 29.5 \text{ kNm}$$

Armatura longitudinale

$$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$$

$$x = 66 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 165.6 \text{ MPa}$$

a cui corrisponde un diametro massimo d'armatura pari a $\Phi 32$.

Armatura trasversale

$$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$$

$$x = 92 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 76.6 \text{ MPa}$$

a cui corrisponde un diametro massimo d'armatura pari a $\Phi 32$.

- Combinazione di carico quasi permanente ($\Psi_1 = 0$)

$$q = 0.5 (k_0 \cdot \gamma \cdot h) = 12 = 13.2 \text{ kN/m}^2$$

$$m_{1-1} = m_{4-4} = \sqrt[13]{88} q l^2 = 17.6 \text{ kNm}$$

Armatura longitudinale

$$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$$

$$x = 66 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 98.8 \text{ MPa}$$

a cui corrisponde un diametro massimo d'armatura pari a $\Phi 32$.

Armatura trasversale

$$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$$

$x = 92 \text{ mm}$

$\sigma_s = 45.7 \text{ MPa}$

entspricht einem maximalen Bewehrungsdurchmesser von $\Phi 32$.

Nachweis - Betriebsspannungen

- Charakteristische Lastkombination

$q = 25.2 \text{ kN/m}^2$

$m_{1-1} = 33.5 \text{ kNm}$

Längsbewehrung

$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$

$x = 66 \text{ mm}$

$\sigma_s = 141.5 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} = 0.8 f_{yk}$

$\sigma_c = 3.2 \text{ MPa} < 18 \text{ MPa} = 0.6 f_{ck} \quad \text{erfüllt}$

Querbewehrung

$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$

$x = 92 \text{ mm}$

$\sigma_s = 65.4 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} = 0.8 f_{yk}$

$\sigma_c = 2.4 \text{ MPa} < 18 \text{ MPa} = 0.6 f_{ck} \quad \text{erfüllt}$

- Quasi-ständige Lastkombination ($\Psi_1 = 0$)

$q = 13.2 \text{ kN/m}^2$

$m_{1-1} = 15.9 \text{ kNm}$

Längsbewehrung

$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$

$x = 66 \text{ mm}$

$\sigma_c = 2.1 \text{ MPa} < 13.5 \text{ MPa} = 0.45 f_{ck} \quad \text{erfüllt}$

Querbewehrung

$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$

$x = 92 \text{ mm}$

$\sigma_c = 1.5 \text{ MPa} < 13.5 \text{ MPa} = 0.45 f_{ck} \quad \text{erfüllt}$

$x = 92 \text{ mm}$

$\sigma_s = 45.7 \text{ MPa}$

a cui corrisponde un diametro massimo d'armatura pari a $\Phi 32$.

Verifiche – Tensioni di esercizio

- Combinazione di carico caratteristica

$q = 25.2 \text{ kN/m}^2$

$m_{1-1} = 33.5 \text{ kNm}$

Armatura longitudinale

$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$

$x = 66 \text{ mm}$

$\sigma_s = 141.5 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} = 0.8 f_{yk}$

$\sigma_c = 3.2 \text{ MPa} < 18 \text{ MPa} = 0.6 f_{ck} \quad \text{verificato}$

Armatura trasversale

$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$

$x = 92 \text{ mm}$

$\sigma_s = 65.4 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} = 0.8 f_{yk}$

$\sigma_c = 2.4 \text{ MPa} < 18 \text{ MPa} = 0.6 f_{ck} \quad \text{verificato}$

- Combinazione di carico quasi permanente ($\Psi_1 = 0$)

$q = 13.2 \text{ kN/m}^2$

$m_{1-1} = 15.9 \text{ kNm}$

Armatura longitudinale

$A_s = 754 \text{ mm}^2 (\Phi 12/15)$

$x = 66 \text{ mm}$

$\sigma_c = 2.1 \text{ MPa} < 13.5 \text{ MPa} = 0.45 f_{ck} \quad \text{verificato}$

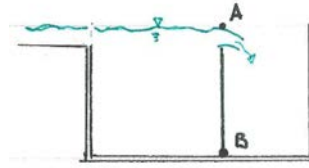
Armatura trasversale

$A_s = 1'340 \text{ mm}^2 (\Phi 16/15)$

$x = 92 \text{ mm}$

$\sigma_c = 1.5 \text{ MPa} < 13.5 \text{ MPa} = 0.45 f_{ck} \quad \text{verificato}$

CASO 2



Die maximale Wasserlast auf die Trennwand berücksichtigt die hydrostatische und die hydrodynamische Einwirkung. Nach Bernoulli:

$$h_A + p_A/\gamma + 0.5 v_A^2/g = h_B + p_B/\gamma + 0.5 v_B^2/g$$

$$h_A + 0.5 v_A^2/g = p_B/\gamma$$

$$p_B = \gamma (h_A + 0.5 v_A^2/g) = 31.5 \text{ kN/m}^2$$

mit:

$$h_A = 3 \text{ m}$$

$$v_A = Q / A = 1.7 \text{ m/s}$$

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 1.5 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} = 1.2 \text{ m}^2$$

Die hydrodynamische Komponente beträgt 5% und kann demzufolge vernachlässigt werden.

Aufgrund der Dreiecksverteilung des hydrostatischen Drucks erhält man eine gleichmäßig verteilte Last (unter Annahme einer rechteckigen Verteilung der Drücke, zugunsten der Sicherheit)

$$q = \gamma_q \cdot 0.5 \cdot \gamma_w \cdot h = 22.5 \text{ kN/m}^2$$

Nachdem diese Belastung geringer ist als jene in Fall 1, ist es ausreichend, die Trennwand mit der Mindestbewehrung (analog der Außenwände) zu bewehren.

La massima spinta esercitata dall'acqua sulla parete tiene conto della spinta idrostatica e della spinta cinematica. Per Bernoulli si ha che:

$$h_A + p_A/\gamma + 0.5 v_A^2/g = h_B + p_B/\gamma + 0.5 v_B^2/g$$

$$h_A + 0.5 v_A^2/g = p_B/\gamma$$

$$p_B = \gamma (h_A + 0.5 v_A^2/g) = 31.5 \text{ kN/m}^2$$

con:

$$h_A = 3 \text{ m}$$

$$v_A = Q / A = 1.7 \text{ m/s}$$

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 1.5 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} = 1.2 \text{ m}^2$$

La componente cinematica è pari al 5%, dunque può essere trascurata.

Data la distribuzione triangolare della pressione idrostatica, si ricava un carico distribuito equivalente (ipotizzando una distribuzione rettangolare delle pressioni e, quindi, a favore di sicurezza)

$$q = \gamma_q \cdot 0.5 \cdot \gamma_w \cdot h = 22.5 \text{ kN/m}^2$$

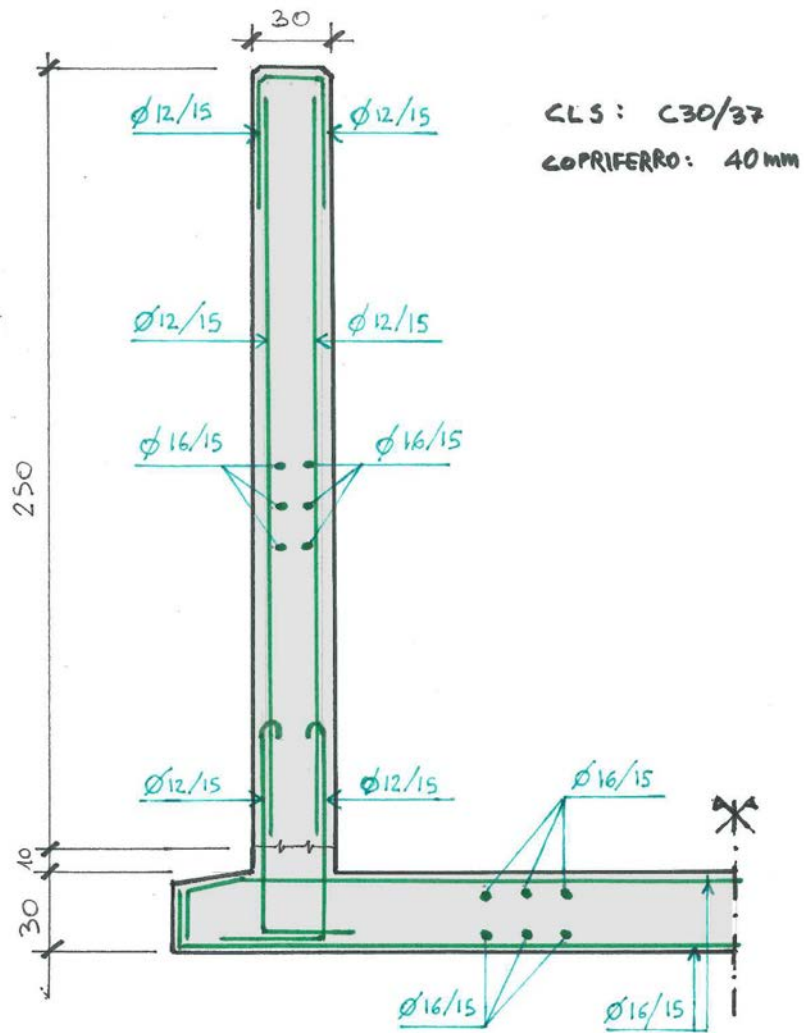
Essendo tale carico inferiore al carico del caso 1, è necessario armare il setto con la sola armatura minima (ovvero come i setti perimetrali).

Bewehrungsskizze

Schema di armatura

Nachfolgend wird eine Bewehrungsskizze im Typenschnitt dargestellt.

Di seguito viene riportato lo schema di armatura tipo.



Bewehrungsskizze (Schnitt)
Schema di armatura (sezione)

11 WASSERBAUTEN / ZUSTÄNDIGKEIT STRASSENDIENST

11.1 ALLGEMEINES

Der Radweg flankiert den gesamten Abschnitt 1 des offenen Grabens, der das Rückhaltebecken des Genauenbachs mit dem Eisenbahndurchlass (Abschnitt 2) verbindet.

Die Querneigung des Radweges wurde so geplant, dass der Wasserabfluss in Richtung offener Graben erfolgt.

Die Querneigung des Radweges beträgt $s=2,5\%$.

12 VERZEICHNISSE

12.1 BEZUGSDOKUMENTE

12.1.1 Eingangsdokumente

12.1.1.1 Einreichprojekt

- [1] 102000-HT-600000-GG-D0150-LP-00221-01. Bezugsrahmen Umwelt – Geologie und Wasser, Lageplan Genauen - Hydrogeologie

12.1.1.2 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3

- [2] 02-H61-DB-300-KLP-D0700-51100 - Übersichtslageplan Deponie Genauen 2 (Phase 2).

12.1.2 Normen und Richtlinien

- [3] Ministero dei LL.PP.- D.M. 14.01.2008 - Norme tecniche delle Costruzioni – NTC 2008
- [4] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [5] DM 28/10/2005, Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.
- [6] UNI EN1990:2006 - Eurocode 0 – Grundlagen der Tragwerksplanung und nationale Umsetzung
- [7] EN 1991-1; Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – 2010/2011
- [8] UNI EN 1992:2005 - Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Betontragwerken und nationale Umsetzung
- [9] UNI EN 1997:2005 - Eurocode 7 - Entwurf,

11 MANUFATTI IDRAULICI DI COMPETENZA DELLE STRADE

11.1 GENERALITÀ

La pista ciclabile affianca l'intero tratto 1 del canale a cielo aperto che collega il bacino di ritenuta del Rio Genauen al tombino ferroviario (tratta 2).

La pendenza trasversale della pista ciclabile è stata progettata per consentire il deflusso delle acque verso il canale a cielo aperto.

La pendenza trasversale della pista ciclabile è pari a $s=2.5\%$

12 ELENCHI

12.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

12.1.1 Documenti in ingresso

12.1.1.1 Progetto Definitivo

- [1] 102000-HT-600000-GG-D0150-LP-00221-01. Quadro di riferimento ambientale geologia e acque – Planimetria Genauen - Idrogeologia

12.1.1.2 Progetto esecutivo Lotto Mules 2-3

- [2] 02-H61-DB-300-KLP-D0700-51100 - Planimetria generale deposito Genauen 2 (Fase 2)

12.1.2 Normative e linee guida

- [3] Ministero dei LL.PP.- D.M. 14.01.2008 - Norme tecniche delle Costruzioni – NTC 2008
- [4] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [5] DM 28/10/2005, Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.
- [6] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Basi per la progettazione strutturale e documento di applicazione nazionale3
- [7] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011
- [8] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo e documento di applicazione nazionale

- Berechnung und Bemessung in der Geotechnik und nationale Umsetzung
- [10] UNI 11104:2004
- [11] EN 206-1:2006
- [12] D.L.H. 21 Januar 2008, Nr. 6, Durchführungsverordnung zum Landesgesetz vom 18. Juni 2002, Nr. 8, betreffend „Bestimmungen über die Gewässer“ im Bereich Gewässerschutz
- [13] L.G. 18 Juni 2002, Nr. 8, „Bestimmungen über die Gewässer“
- [14] Rundschreiben Nr. 1/08 Amt für Gewässerschutz
- [15] D.L.H. 27 Juni 2006, Nr. 28, „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Ausbau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol“
- [16] D.M. 10 agosto 2004 - Modifiche alle Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto
- [17] D.M. 23 febbraio 1971 n. 2445 - Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto
- [18] D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. – Norme in materia ambientale (per quanto riguarda le acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia, art. 113)
- [19] L.R. della Regione Lombardia del 24 marzo 2006 n° 4 - Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n° 26
- [20] D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (art. 39)
- [21] Circolare Ministero LL.PP. 7 gennaio 1974, n° 11633 - Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto
- [9] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica e documento di applicazione nazionale
- [10] UNI 11104:2004
- [11] UNI EN 206-1:2006
- [12] D.P.P. 21 gennaio 2008, n. 6 - Regolamento di esecuzione alla legge provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 recante «Disposizioni sulle acque» in materia di tutela delle acque
- [13] L.P. 18 giugno 2002, n. 8 - Disposizioni sulle acque
- [14] Circolare n. 1/08 - Ufficio Tutela Acque
- [15] D.P.P. 27 giugno 2006, n. 28 - Norme funzionali e geometriche per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige
- [16] D.M. 10 agosto 2004 - Modifiche alle Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto
- [17] D.M. 23 febbraio 1971 n. 2445 - Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto
- [18] D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. – Norme in materia ambientale (per quanto riguarda le acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia, art. 113)
- [19] L.R. della Regione Lombardia del 24 marzo 2006 n° 4 - Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n° 26
- [20] D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (art. 39)
- [21] Circolare Ministero LL.PP. 7 gennaio 1974, n° 11633 - Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto
- [22] UNI EN 858-1:2005 - Impianti di separazione per liquidi leggeri - Parte 1: Principi di progettazione,

[22] EN 858-1:2005 „Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten - Teil 1: Bau-, Funktions- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Güteüberwachung“

[23] UNI EN 858-2:2004 „Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten. Wahl der Nenngröße, Einbau, Betrieb und Wartung“

prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità

[23] UNI EN 858-2:2004 - Impianti di separazione per liquidi leggeri. Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione