

Löschwasserteich, San Vittore (GR)

[Italiano](#) / [français](#)

[Allgemeine Informationen](#) | [Projektierung](#) | [Realisierung](#) | [Bewirtschaftung / Veränderung](#) | [Anhang](#) | [Bilder](#)

Bauwerkategorie:	Übrige Infrastruktur
Wirkungsweise:	Wassermanagement
Standort:	Lotan 2'729'463 / 1'122'706
Bauherrschaft:	Gemeinde San Vittore
Projektierung:	Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden
Realisierung:	Antonio Bianchi & Partner SA
Baujahr:	2014



Abb. 1 Fertiggestellter Löschwasserteich
(Quelle: AWN GR)

Allgemeine Informationen

Das Ziel von künstlichen Wasserentnahmestellen ist die dauernde Bereitstellung von Löschwasser, welches im Falle eines Waldbrandes für den Helikopter gestützten Erstschlag zur Verfügung steht. Die Entnahmestellen werden in der Form von Löschwasserteichen oder -becken gebaut, sie ergänzen das bestehende Löschwassernetz aus natürlichen Seen, Flüssen und künstlich gestauten Gewässern. Für eine Rotation von der Wasserentnahmestelle zum Brandherd und zurück sollten die Löschhelikopter gemäss dem Konzept «Waldbrandprävention 2030» des Kantons Graubünden nicht länger als 3 Minuten benötigen. Je nach zu überwindender Höhendifferenz hat der Wirkungskreis der Entnahmestelle somit einen Radius von rund 2 km.

Die Funktion von höher gelegenen Wasserentnahmestellen kann im Winterhalbjahr durch Frost eingeschränkt werden. Bei Löschwasserbecken hat sich gemäss dem AWN GR die präventive Installation einer belastbaren, schwimmenden Abdeckung aus Schaltafeln und Isolationsplatten bewährt. Bei Löschwasserteichen sind noch keine präventiven Massnahmen bekannt, die Eis- und Schneedecke muss beim Ausbruch eines Waldbrandes entfernt werden.

Beim vorliegenden Projekt hat man sich für eine Wasserentnahmestelle in der Form eines Löschwasserteiches entschieden. Diese Variante ist einerseits landschaftsverträglicher, andererseits werden die Erstellungskosten tiefer geschätzt. In Fällen, in denen der Bauplatz und die Möglichkeit der Wasserentnahme begrenzt sind, werden Löschwasserbecken aus Beton generell bevorzugt.

Anforderungen Baugrund

Für die Erstellung von Löschwasserteichen wird eine genügend grosse und ebene Fläche vorausgesetzt, der bevorzugte Durchmesser des Teiches ab Dammkrone beträgt 20 m. Auf die Aushubarbeiten wirkt sich Lockergestein mit einem geringen Skelettanteil positiv aus, künftige Setzungen müssen in diesem Fall berücksichtigt werden. Stark aktive Rutschgebiete sollten sowohl für den Bau von Wasserentnahmestellen als auch für den Bau der Zu- und Ableitungen gemieden werden. Die Baute bedeutet für das Terrain eine Auflast, welche bisher so nicht vorhanden war. Situativ kann ein Nachweis der Tragsicherheit des Baugrundes nötig sein.

Normen / Auflagen

Normen / Vollzugshilfen

- SIA 118 Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
- SIA 205 Verlegung von unterirdischen Leitungen

Allgemeine Auflagen

- Gewässerschutzauflagen

Sicherheitsauflagen

- | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| immer | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 9 lebenswichtige Regeln für den Verkehrsweg- und Tiefbau (Suva 88820) ▪ Notfallplanung (Suva 67061) ▪ Arbeitsvorbereitung (AVOR) (Suva 67124) | | |
| <input type="checkbox"/> | Naturgefahren, Gebirge
(Suva 33019, 67154) | <input type="checkbox"/> | Absturz am Arbeitsplatz inkl. Zugang
(Suva 33016, 44002) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maschineneinsatz
(Suva 67041, 67039, 67161) | <input checked="" type="checkbox"/> | Graben und Baugruben (Suva 67148) |
| <input type="checkbox"/> | Strom auf der Baustelle
(Suva 67081, 67092) | <input type="checkbox"/> | Zusammenarbeit mit Fremdfirmen
(Suva 66092) |
| <input type="checkbox"/> | Verkehr und Infrastruktur (SN 640886) | <input checked="" type="checkbox"/> | Waldarbeiten (Suva 84034) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9 lebenswichtige Regeln für das Helikopter-Bodenpersonal (Suva 88819) | <input type="checkbox"/> | Arbeiten am, im oder über Wasser
(Suva 67153) |

Projektierung

Normalie / Plan

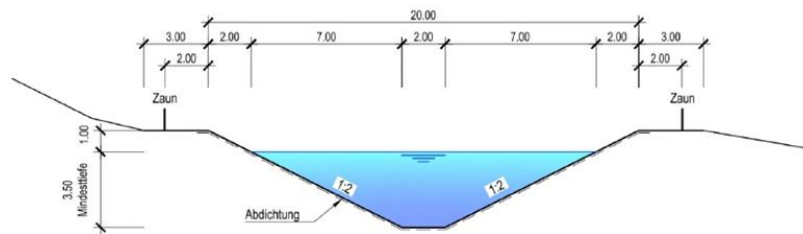


Abb. 2 Schema Löschwasserteich (Quelle: AWN GR)

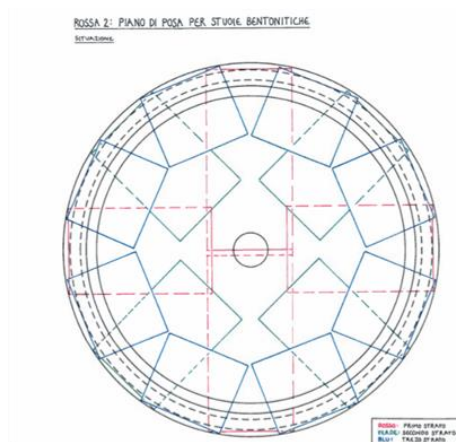


Abb. 3 Verlegeplan für Bentonitmatten, Situation (Quelle: abbaco sa)

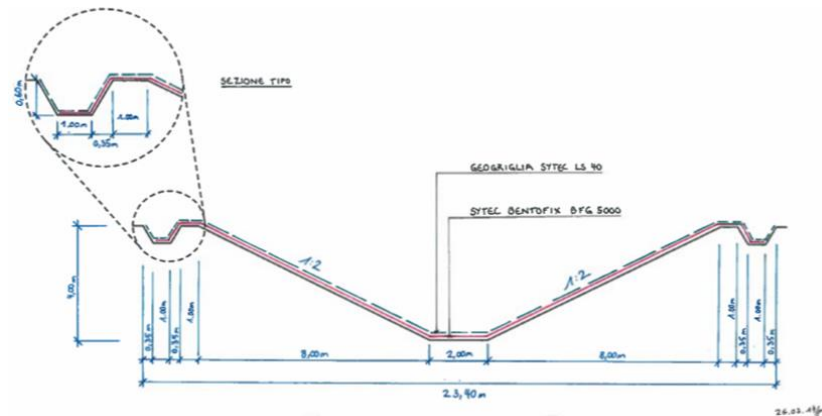


Abb. 4 Verlegeplan für Bentonitmatten, Querprofil (Quelle: abbaco sa)



Tragwerkanalyse Bei Löschwasserteichen wird die hydraulische Bilanz und die Tragsicherheit der teichzugewandten Schüttung berechnet. Falls für den Bau des Teiches eine Dammschüttung nötig ist, muss zudem die Dammschüttung beurteilt werden.

Beim vorliegenden Projekt wurde die Analyse von der Firma Sytec Geoproducts durchgeführt. Die hydraulische Bilanz zeigt, ob ein Leerfallen des Beckens ausgeschlossen werden kann oder ob Massnahmen beim Zu-/ Abfluss, Abdichtungssystem oder der Verdunstung zu treffen sind. Bei der teichzugewandten Schüttung wurde beurteilt, ob sie in sich stabil ist oder mit einem Geogitter stabilisiert werden muss. Die Berechnungen können dem Anhang 1 entnommen werden.

Bemessung Wasserentnahmestellen werden im Hinblick auf Grosseinsätze für den Löscheinsatz mit Grosshelikoptern (Superpuma, K-MAX) dimensioniert. Wichtig ist dabei, dass sie genügend gross sind, damit das Löschwasser möglichst speditiv entnommen werden kann. Detailangaben zu den erforderlichen Mindestmassen folgen beim Abschnitt «Tipps zur Projektierung».

Der realisierte Löschwasserteich hat ein Fassungsvermögen von 300 m³ bei einer Tiefe von 3.5 m und einem Durchmesser ab Dammkrone von 18 m. Der Zufluss beträgt im Normalfall rund 10 l/min. Im Ernstfall darf die Leitung des regionalen Wasserkraftwerks angezapft werden, um den Zufluss bis auf 1000 l/min zu erhöhen.

Kosten	Position	Kosten total [CHF]
	Planung & Bauleitung	16'400
	Servitut Privatgrundstück	1'500
	Holzereiarbeiten	6'500
	Baumeisterarbeiten	87'400
	Teichabdichtung	14'800
	Wiederinstandstellung Strasse	19'800
	Zaunbau	3'800
	Begrünung	2'500
	Informationstafel	400
	<u>Total</u>	<u>153'100</u>

Die Erfahrungswerte aus dem Konzept «Waldbrandprävention 2030» des Kantons Graubünden zeigen, dass sich die gesamten Erstellungskosten für einen Löschwasserteich zwischen 50'000 und 150'000 Fr. bewegen. Im Gegensatz zum Löschwasserbecken (> 200'000 Fr.) ist der Teich meist die günstigere Variante.

NPK-Kapitel	- 113.XXX.XXX	Baustelleneinrichtung
	- 237.200.XXX	Aushubarbeiten
	- 237.400.XXX	Rohre und Formstücke
	- 237.600.XXX	Schächte und Abläufe aus Fertigteilen

Tipps zur Projektierung

Standortwahl

- Für Helikopter zugänglich, keine Hindernisse wie Stromleitungen etc. oder ungünstige Windverhältnisse
- Für mindestens 18t-Fahrzeuge erschlossen
- Wasserverfügbarkeit über das ganze Jahr (mit zuständigen Behörden abklären)
- Geschützt vor Naturgefahren
- Gute Bedingungen für den Bau von Zufluss-Leitungen (nahe am Fliessgewässer)
- Wasserentnahmestelle vorzugsweise dort erstellen, wo der Transport des Wassers mit dem Helikopter horizontal oder abwärts erfolgen kann (sogenannte «Mittelhöhen» am Hang)



Bemessung

- Hindernisfreier An- und Abflug (mind. 50 m in Flugrichtung, 25 m ab Teichmitte)
- Teichtiefe von mind. 3.5 m
- Mindestdurchmesser Wasserspiegel 16 m, ab Dammkrone 20 m
- Fassungsvermögen von mind. 250 m³
Entnahmestelle reicht damit für einen Einsatztag von mind. 10 h aus (Bei einer Rotationszeit von 3 min beträgt der Wasserverbrauch von Helikoptern mit 1000 l Behältern (Ecureuil) 300 l/min, von solchen mit 2500 l Behältern (Super-Puma) 800 l/min)
- Wasserverfügbarkeit für Ersts Schlag von 150 - 200 m³
- Durchlauf sicherstellen, im Normalfall 3 - 5 l/min
Vermindert Verschlammungs- und Eintrübungsprozess
- Zufluss bei länger andauernden Löscharbeiten von 200 l/min (Einspeisung, falls möglich)
Ein Zufluss von 200 l/min füllt den Teich über Nacht (14 h) mit rund 150 m³

Wasserleitung

- Wasserfassung im Gewässer an einem dafür geeigneten Ort vorsehen und vor Geschiebe schützen
- Wasserleitungen alle 50 m mit Kontroll- / Spülschacht vorsehen

Realisierung

Material

Vorbereitung Teichgrund

- Lockergesteinsmaterial (Kieskoffer 0/45)
- Feinmaterial (Schutzlage für Bentonitmatten)
- SYTEC Bentofix BFG 5000 (Rollen 4.75 x 0.4 m) inkl. Installationsmaterial
- SYTEC Geogitter LS 40 (Rollen 4.75 x 1 m)
Durchlässigkeit und Zugfestigkeit projektspezifisch abstimmen

Zu- und Ableitung Wasser / Entwässerung

- Muffenrohre aus Polyethylen TPE
 - DN/OD 250
 - DN/OD 315
- Geogewebe F-400, 275 g
Durchlässigkeit und Zugfestigkeit projektspezifisch abstimmen
- Sickerrohre aus Polyethylen TPE
 - DN/OD 315 gelocht
- Stahlbetonschächte (mit 315 mm Anschluss)
- Beton NPK 0
- Schotterkies 32/50

Abschlussarbeiten

- Schotterkies
- Kastanienholz

Menge

Projektspezifisch

Mittel

Maschinen und Geräte

Forstraktor mit Kran und Anhänger, Raupenbagger (32 t) mit Tieföffel und Abbauhammer, Raupenbagger (3 t) mit Tieföffel, Baustellendumper, diverse Handgeräte



Vorbereitung

Baustelleninstallation

- Signalisation der Baustelle und allfälliger Umleitungen
- Signalisation von Grundwasserschutzzonen

Absteckung

Der Projektperimeter inklusive Zu- und Abflussleitungen muss der Planung entsprechend verpflockt oder anderweitig markiert werden.

Baugrundvorbereitung

Erdarbeiten können mit einer vorgängigen Analyse des Terrains auf ein Minimum reduziert werden. Beim vorliegenden Projekt musste aufgrund eines leichten Gefälles Erdmaterial bewegt werden. Der Abtrag konnte nach dem Prinzip des Massenausgleichs vor Ort als Schüttung wiederverwendet werden.

Ausführung

1. Signalisation der Baustelle und allfälliger Umleitungen, Information an die Bevölkerung
2. Holzereiarbeiten zur Bauflächenvorbereitung
3. Baustelleninstallation
4. Aushubarbeiten
 - Trennung und sachgemässe Lagerung von Unter- und Oberboden
 - Spitzarbeiten oder Sprengungen bei Gestein im Aushubbereich
 - Abtransport des überschüssigen Materials
5. Erstellung des Löschwasserteiches
 - Aushubfläche ausnivellieren
 - Teichböschungen profilieren
 - Grabenaushub an Dammkrone zur Verankerung von Bentonit-Matten und Geogitter
 - Teichgrund / -böschungen mit gut abgestuftem Material schichtweise schütten & verdichten
 - Einbau einer Schutzlage aus Feinmaterial
 - Verlegen der Bentonit-Matten zur Abdichtung
 - Zusatz von Bentonitpulver zur Gewährleistung der maximalen Wasserdichtigkeit
 - Verlegen von Geogitter
 - Einbau einer ca. 30 cm dicken Schicht aus Kiesgemisch zum Schutz der Matten
6. Wasser Zu- und Ableitung
 - Aushub der Gräben für die Rohrverlegung
 - Verlegung und Befestigung von Schächten und Rohren
 - Anschluss an das bestehende Leitungsnetz
7. Zaun- und Signalisierungsarbeiten
 - Bau eines Zauns um den Löschwasserteich
 - Installation von Informations- und Warnschildern

Abschluss

Die sortierten Böden wurden wieder eingebaut und mit einer Hydrosaart begrünt. Um den Löschwasserteich herum wurde ein 1 m hoher Zaun aus Kastanienholz errichtet. Zudem wurden Informationstafeln und Hinweisschilder zum Badeverbot aufgestellt.

Tipps zur Realisierung

- Zu- und Abflüsse bei trockenen Witterungsverhältnissen mit Bentonitpaste abdichten
- Falls die Überlappungen der Bentonitmatten gem. Hersteller mit Bentonitpulver eingestreut werden müssen, soll die Einstreuung eine minimale Schichtdicke von 0.05 m aufweisen
- Bentonitmatten mit mindestens 0.3 m Kiesgemisch als Bodenaufkast überdecken
- Damit das Koffermaterial stabil liegt, auf Bentonitmatten vorgängig ein Geogitter legen
- Kontrollierte und geführte Wasserableitung
Unkontrollierter Abfluss kann neue Erosionsprozesse schaffen
- Teichböschung nicht steiler als 2:1 schütten
Böschungsstabilität und Sicherheitsaspekt für Mensch und Tier
- Eine künstliche Abdichtung der Teichsohle wird vorausgesetzt



Bewirtschaftung / Veränderung

betrieblicher Unterhalt

Die Gemeinde ist als Werkeigentümerin für die Kontrolle und den betrieblichen Unterhalt des Werkes zuständig. Dazu gehört das Freihalten des Teiches (inkl. Zu- und Abfluss) von Astmaterial und aufkommendem, störendem Bewuchs. Im Vergleich zu Löschwasserbecken ist bei Teichen kein Grundablass vorgesehen, der Unterhalt muss dementsprechend ohne Entleerung erfolgen. Als ständig feuchter Standort eignet sich der Teich als Biotop für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten und kann als solches unterhalten werden.

baulicher Unterhalt

Bäume, welche die An- und Abflugbahn der Löschhelikopter stören, müssen entfernt werden. Beschädigte Abschnitte des Zu- und Abflusses und des Absperrzauns müssen ersetzt werden.

Veränderung / Rückbau

Bei einem allfälligen Rückbau müssen die Kunststoffrohre, Geokunststoffe und Betonschächte aus dem Boden geholt werden. Die Kunststoffe können gemäss den Herstellerangaben recycelt oder entsorgt werden, der Betonabbruch kann im Werk für die Herstellung von RC-Betongranulat abgegeben werden.

Haftungsausschluss:

Die vorliegende Dokumentation ist ein Erfahrungsbericht eines konkret realisierten Bauobjektes. Sie soll Planern und Ausführenden Lösungsmöglichkeiten aufzeigen, zum Nachdenken über die eigenen Vorgehensweisen anregen und Anhaltspunkte zur ähnlichen Realisierung geben. Obwohl alle Sorgfalt bei der Erarbeitung der Dokumentation verwendet wurde, können Fehler enthalten sein und kann für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Daten weder eine explizite noch implizite Zusicherung und Gewährleistung abgegeben werden. Für die inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit und Auswahl lehnt die Fachstelle für forstliche Bautechnik jede Haftung ab. Bei Verwendung von Informationen zu eigenen Zwecken sind die übergeordneten Normen einzuhalten und sind die Angaben situativ an die eigenen Gegebenheiten anzupassen.

Die Nutzung der Daten erfolgt somit auf eigene Gefahr. Insbesondere ist die Fachstelle für forstliche Bautechnik nicht verantwortlich, wenn der Nutzer im Vertrauen auf die Fehlerfreiheit und Vollständigkeit der Inhalte Handlungen vornimmt oder unterlässt und ihm im Folgenden daraus ein Schaden erwächst.



Vasca antincendio, San Vittore (GR)

[Deutsch](#) / [français](#)

[Informazioni generali](#) | [Progettazione](#) | [Realizzazione](#) | [Gestione / Cambiamento](#) | [Appendice](#) | [Imagini](#)

Tipo di edificio:	Altre infrastrutture
Modo d'azione:	Gestione dell'acqua
Luogo:	Lotan 2'729'463 / 1'122'706
Committente:	Comune di San Vittore
Progettazione:	Ufficio forestale e pericoli naturali dei Grigioni
Realizzazione:	Antonio Bianchi & Partner SA
Anno di costruzione:	2014



Fig. 1 Vasca antincendio San Vittore (fonte: AWN GR)

Informazioni generali

Lo scopo dei punti di prelievo artificiali d'acqua è la fornitura permanente di acqua antincendio disponibile per il primo intervento con elicottero in caso d'incendio boschivo. I punti di estrazione sono costruiti sotto forma di vasche o bacini e integrano il sistema idrico antincendio esistente composto da laghi naturali, corsi d'acqua e pozze create artificialmente. Secondo il concetto "Prevenzione di incendi boschivi 2030" del Cantone dei Grigioni, gli elicotteri antincendio non dovrebbero impiegare più di 3 minuti per una rotazione dal punto di estrazione alla fonte dell'incendio e viceversa. A seconda del dislivello da superare, il raggio d'azione dal punto di estrazione è quindi di circa 2 km.

La funzione dei punti di prelievo d'acqua ad altitudini più elevate può essere limitata dal gelo nei mesi invernali. Secondo AWN GR, l'installazione preventiva di una copertura galleggiante e portante costituita da pannelli di cassero e pannelli isolanti si è rivelata un successo per i bacini in calcestruzzo. Non si conoscono ancora misure preventive per le vasche naturali; la copertura di ghiaccio e neve deve essere rimossa quando scoppia un incendio boschivo.

Per il presente progetto si è optato per un punto di prelievo sotto forma di una vasca. Da un lato, questa variante è più compatibile con il paesaggio e, dall'altro, i costi di costruzione sono stimati inferiori. Nei casi in cui il sito di costruzione e la possibilità di estrazione dell'acqua sono limitati, si preferiscono bacini antincendio in calcestruzzo.

Requisiti del terreno Per la costruzione di vasche antincendio è necessaria un'area sufficientemente ampia e pianeggiante; il diametro ideale del bacino dalla sommità della diga è di 20 m. Il materiale sciolto con un basso contenuto di scheletro ha un effetto positivo sui lavori di scavo; in questo caso bisogna tenere conto degli assestamenti futuri. Le zone in movimento molto attive devono essere evitate sia per la costruzione di punti d'acqua che per la costruzione delle condotte di alimentazione. La costruzione impone al terreno un carico che prima non c'era. La sicurezza strutturale del terreno deve essere verificata in loco.

Norme / condizioni

Norme / Aiuti all'esecuzione

- SIA 118 Condizioni generali per l'esecuzione dei lavori di costruzione
- SIA 205 Verlegung von unterirdischen Leitungen (solo ted.)

Condizioni generali

- Condizioni di protezione dell'acqua

Condizioni di sicurezza

- sem-
 - **9 regole vitali** (Suva 88820.I)
- pre
 - **Piano di emergenza** (Suva 67061.I)

▪ **Preparazione dei lavori (Suva 67124.I)**

- | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Pericoli naturali, cantieri di montagna
(Suva 33019.I, 67154.I) | <input type="checkbox"/> | Caduta dall'alto, incl. accesso
(Suva 33016.I, 44002.I) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Uso delle macchine
(Suva 67041.I, 67039.I, 67161.I) | <input checked="" type="checkbox"/> | Lavori di scavo
(Suva 67148.I) |
| <input type="checkbox"/> | Elettricità sui cantieri
(Suva 67081.I, 67092.I) | <input checked="" type="checkbox"/> | Collaborazione con aziende terze
(Suva 66092.I) |
| <input type="checkbox"/> | Trasporti e infrastrutture
(SN 640 886) | <input checked="" type="checkbox"/> | Lavori forestali
(Suva 84034.I) |
| <input type="checkbox"/> | 9 regole vitali per il personale di terra in caso di trasporto con elicottero
(Suva 88819.I) | <input type="checkbox"/> | Lavori di costruzione vicino, dentro e sopra l'acqua
(Suva 67153.I) |

Progettazione

Piani tipo / Piani

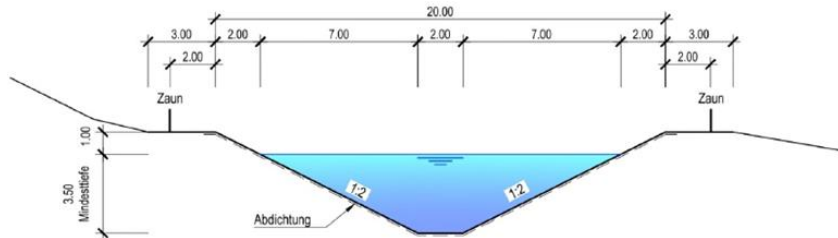


Fig. 2 Schema vasca antincendio (fonte: Awn GR)

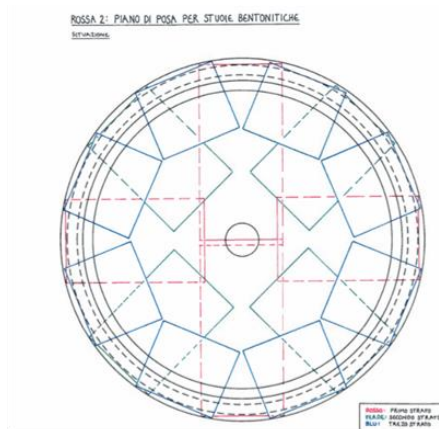


Fig. 3 Piano di posa per le stuoie bentonitiche, planimetria (fonte: abbaco sa)

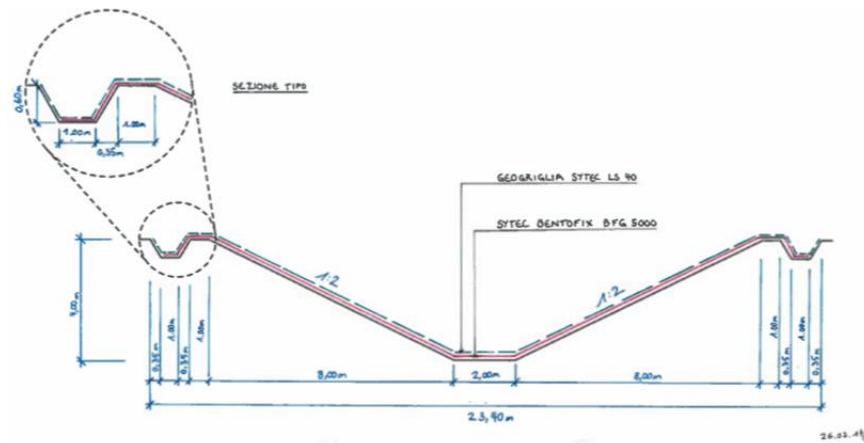


Fig. 4 Piano di posa per le stuoie bentonitiche, profilo trasversale (fonte: abbaco sa)



Analisi strutturale Per le vasche antincendio vengono calcolati il bilancio idrico e la sicurezza strutturale del materiale di riporto. Se la costruzione della vasca richiede la realizzazione di una diga, è necessario valutare anche la stabilità di quest'ultima.

Nel presente progetto, l'analisi è stata condotta dalla ditta Sytec Geoproducts. Il bilancio idrico indica se si può escludere che il bacino si svuoti, o se è necessario adottare misure per l'afflusso/deflusso, il sistema di tenuta o l'evaporazione. Il riporto della vasca è stato valutato per verificarne la stabilità o se doveva essere stabilizzato con una geogriglia. I calcoli sono riportati nell'Appendice 1.

Dimensionamento I punti di prelievo d'acqua sono dimensionati in funzione di operazioni su larga scala per lo spegnimento di incendi con elicotteri di grandi dimensioni (Superpuma, K-MAX). È importante che siano abbastanza grandi da permettere di prelevare l'acqua antincendio il più rapidamente possibile. Informazioni dettagliate sulle dimensioni minime richieste sono riportate nella sezione "Consigli per la progettazione".

La vasca antincendio realizzata ha una capacità di 300 m³, una profondità di 3,5 m e un diametro di 18 m dalla sommità della diga. L'afflusso è normalmente di circa 10 l/min. In caso di emergenza, la condotta della centrale idroelettrica può essere utilizzata per aumentare l'afflusso fino a 1000 l/min.

Costi	Posizione	Costi totali [CHF]
	Progettazione & direzione lavori	16'400
	Servitù di terreni privati	1'500
	Taglio alberi e pulizia superficie	6'500
	Lavori edili	87'400
	Impermeabilizzazione della vasca	14'800
	Sistemazioni stradali	19'800
	Costruzione recinzione	3'800
	Rinverdimento	2'500
	Tavola informativa	400
	<u>Totale</u>	<u>153'100</u>

I valori empirici del progetto "Prevenzione di incendi boschivi 2030" del Cantone dei Grigioni mostrano che i costi totali di costruzione di una vasca antincendio sono compresi tra 50.000 e 150.000 franchi. Rispetto al bacino antincendio (> 200.000 Fr.), la vasca è di solito l'opzione più economica.

Capitolo CPN	- 113.XXX.XXX	Impianto di cantiere
	- 237.200.XXX	Lavori di scavo
	- 237.400.XXX	Tubi e pezzi speciali
	- 237.600.XXX	Pozzetti e dispositivi di raccolta in elementi prefabbricati

Consigli per la progettazione

Scelta del sito

- Accessibile agli elicotteri, senza ostacoli come linee elettriche ecc. o condizioni di vento sfavorevoli.
- Accessibile ai veicoli di almeno 18 t
- Disponibilità di acqua durante tutto l'anno (verificare con le autorità competenti)
- Protezione dai pericoli naturali
- Buone condizioni per la costruzione di condotte di alimentazione (vicino al corso d'acqua)
- Predisporre preferibilmente un punto d'acqua in cui l'acqua possa essere trasportata orizzontalmente o in discesa da un elicottero (le cosiddette "quote intermedie" del pendio)

Dimensionamento

- Avvicinamento e partenza senza ostacoli (almeno 50 m nella direzione di volo, 25 m dal centro della vasca)
- Profondità della vasca di almeno 3,5 m



- Diametro minimo livello dell'acqua 16 m, della sommità della diga 20 m
- Capienza di almeno 250 m³
In questo modo il punto d'acqua è sufficiente per una giornata operativa di almeno 10 ore (Con un tempo di rotazione di 3 minuti, il consumo di acqua degli elicotteri con benne da 1000 l (Ecu-reuil) è di 300 l/min, di quelli con benne da 2500 l (Super-Puma) di 800 l/min).
- Disponibilità idrica per il primo intervento di 150 - 200 m³
- Assicurare il flusso, normalmente 3 - 5 l/min
Riduce il processo di insabbiamento e intorbidimento
- Afflusso per operazioni di spegnimento prolungate di 200 l/min (Alimentazione, se possibile)
Un afflusso di 200 l/min riempie la vasca durante la notte (14 ore) con circa 150 m³

Portata d'acqua

- Captazione dell'acqua nel corso d'acqua in un luogo adatto a questo scopo (*proteggere dai detriti*)
- Prevedere tubazioni idrauliche con pozzetti di ispezione/spurgo ogni 50 m

Realizzazione

Materiali

Preparazione del fondo della vasca

- Misto granulare 0/45
- Strato di materiale fine tipo limo
- SYTEC Bentofix BFG 5000 (rotoli 4.75 x 0.4 m) incl. materiale di installazione
- SYTEC Geogriglia LS 40 (rotoli 4.75 x 1 m)
Permeabilità e resistenza alla trazione dei geotessili devono essere adattate al progetto

Afflusso e deflusso di acqua / drenaggio

- Tubi di polietilene TPE a bicchiere con guarnizione elastica
 - DN/OD 250
 - DN/OD 315
- Stuoia geotessile F-400, 275 g
Permeabilità e resistenza alla trazione dei geotessili devono essere adattate al progetto
- Tubi di drenaggio in polietilene TPE
 - DN/OD 315 forato
- Pozzetti in calcestruzzo armato (condotta da allacciare diametro 315mm)
- Calcestruzzo CPN 0
- Ghiaione 32/50

Lavori finali

- Ghiaione
- Paleria di castagno

Quantità

Dipendente dal progetto

Mezzi

Macchine ed attrezzi

Trattore forestale con gru e rimorchio, escavatore cingolato (32 t) con benna e martello da scavo, escavatore cingolato (3 t) con benna da scavo, dumper, vari strumenti manuali



Preparazione

Installazione di cantiere

- Segnalazione del cantiere e di eventuali deviazioni
- Rispetto delle zone di protezione delle acque sotterranee

Picchettazione

Il perimetro del progetto, comprese le tubazioni d'ingresso e di uscita, devono essere picchettate o marcate in altro modo.

Lavori di scavo

I lavori di sbancamento possono essere ottimizzati con un'analisi preventiva della conformazione del terreno. Nel presente progetto è stato necessario spostare del materiale a causa di una leggera pendenza del terreno. Il materiale di scavo è stato riutilizzato in loco come riempimento secondo il principio del bilanciamento delle masse.

Esecuzione

1. Segnalazione del cantiere e delle eventuali deviazioni, informazione alla popolazione
2. Taglio alberi e pulizia superficie
3. Installazione del cantiere
4. Lavori di scavo
 - Separazione e stoccaggio corretto del sottosuolo e del suolo superficiale
 - Rottura o brillamento della roccia nell'area di scavo
 - Rimozione del materiale in eccesso
5. Realizzazione della vasca antincendio
 - Livellamento della superficie di scavo
 - Profilatura delle scarpate
 - Scavo di una trincea sulla diga per l'ancoraggio delle stuoie bentonitiche e della geogriglia
 - Riempimento e compattamento del fondo e delle scarpate della vasca a strati con materiale ben calibrato
 - Posa di uno strato di materiale fine tipo limo
 - Posa delle stuoie bentonitiche per l'impermeabilizzazione
 - Aggiunta di polvere bentonitica per garantire la massima tenuta all'acqua
 - Posa della geogriglia
 - Posa di uno strato di ca. 30 cm di misto granulare a protezione delle stuoie
6. Afflusso e deflusso di acqua
 - Scavo delle trincee per la posa dei tubi
 - Posa e fissaggio di pozzetti e tubi
 - Allacciamento al sistema idraulico esistente
7. Lavori di recinzione e segnalazione
 - Costruzione recinzione attorno alla vasca antincendio
 - Installazione di cartelli informativi e di avvertimento

Lavori finali

Il materiale in esubero è stato sistemato e, dopo il reimpianto, è stato eseguito il rinverdimento delle superficie. Intorno alla vasca antincendio è stata eretta una recinzione in castagno alta 1 metro. Sono stati inoltre installati pannelli informativi indicanti pure il divieto di accesso e di balneazione.

Consigli d' esecuzione

- Sigillatura di ingressi e uscite con la pasta bentonitica in condizioni di tempo asciutto
- Se le sovrapposizioni delle stuoie secondo il produttore devono essere cosparse di polvere bentonitica, la spolveratura deve avere uno spessore di 0,05 m
- Le stuoie bentonitiche devono essere coperte con uno strato di almeno 0,3 m di misto granulare
- Per garantire che il materiale rimanga in posizione, sulle stuoie viene postata una geogriglia
- Scarico controllato e guidato dell'acqua
Il deflusso incontrollato può creare nuovi processi erosivi
- Le scarpate della vasca non devono avere una pendenza superiore a 2:1
Stabilità e sicurezza per l'uomo e gli animali
- È necessaria un'impermeabilizzazione artificiale



Gestione / Cambiamento

Manutenzione operativa

Il Comune, proprietario dell'opera, è responsabile del controllo e della manutenzione operativa dell'impianto. Ciò include il mantenimento della vasca (compresi gli afflussi e i deflussi) libero da rami e vegetazione di disturbo. Rispetto ai bacini antincendio, le vasche non hanno uno scarico sul fondo, quindi la manutenzione deve essere effettuata senza svuotare. Essendo un sito permanentemente umido, lo stagno è adatto come biotopo per una varietà di specie animali e vegetali e può essere mantenuto come tale.

Manutenzione strutturale

Gli alberi che interferiscono con il percorso di avvicinamento e di partenza degli elicotteri antincendio devono essere rimossi. Le parti danneggiate dell'afflusso e del deflusso e della recinzione devono essere sostituite.

Cambiamento / smantellamento

In caso di smantellamento, i tubi di plastica, i geotessili e i pozzetti di cemento devono essere allontanati dal terreno. La plastica può essere riciclata o smaltita secondo le istruzioni del produttore, mentre i rifiuti di demolizione del calcestruzzo possono essere consegnati all'impianto per la produzione di granulato di calcestruzzo RC.

Esonero:

Questa documentazione è una relazione sul campo di un progetto edilizio realizzato concretamente. Dovrebbe mostrare ai pianificatori e agli esecutori possibili soluzioni, aiutandoli a pensare alle relative procedure e fornire consigli per un'attuazione analoga. Sebbene la presente documentazione sia stata redatta con la massima cura, essa può contenere errori e non viene fornita alcuna dichiarazione o garanzia, esplicita o implicita, circa l'accuratezza o l'affidabilità dei dati. Il centro per il genio forestale non si assume alcuna responsabilità per la correttezza, la completezza e la scelta dei contenuti. Se le informazioni sono utilizzate per scopi propri, devono essere rispettati gli standard superiori e le informazioni devono essere adattate alla situazione dell'utente.

L'utilizzo dei dati è quindi a rischio e pericolo dell'utente. In particolare, il centro per il genio forestale non è responsabile se l'utente agisce o si astiene dal fare affidamento sulla correttezza e completezza del contenuto e se ne subisce un danno come segue.

Réservoir de lutte incendie, San Vittore (GR)

[Deutsch](#) / [Italiano](#)

[Informations générales](#) | [Projet](#) | [Réalisation](#) | [Exploitation / modification](#) | [Annexe](#) | [Images](#)

Type d'ouvrage :	Autre infrastructure
Mode d'action :	Gestion des eaux
Localisation :	Lotan 2'729'463 / 1'122'706
Maître d'ouvrage :	Commune de San Vittore
Projet :	Office des forêts et dangers naturels du canton des grisons (AWN GR)
Réalisation :	Antonio Bianchi & Partner SA
Année de construction :	2014



Fig. 1 Réservoir de lutte incendie San Vittore (source: AWN GR)

Informations générales

L'objectif des points d'eau artificiels est de fournir en permanence de l'eau d'extinction, qui sera disponible pour la première intervention héliportée en cas d'incendie de forêt. Les points de prélèvement sont construits sous la forme d'étangs ou de bassins d'eau d'extinction, ils complètent le réseau d'eau d'extinction existant composé de lacs naturels, de rivières et de cours d'eau endigués artificiellement. Pour une rotation du point d'eau vers le foyer d'incendie et inversement, les hélicoptères d'extinction ne devraient pas mettre plus de trois minutes, selon le concept "Prévention des incendies de forêt 2030" du canton des Grisons. Selon la différence d'altitude à surmonter, le rayon d'action du point de prélèvement est donc d'environ 2 km.

Le fonctionnement des points d'eau situés en altitude peut être limité par le gel durant le semestre d'hiver. Pour les bassins d'eau d'extinction, l'installation préventive d'une couverture flottante résistante composée de panneaux de coffrage et de plaques d'isolation a fait ses preuves selon l'AWN GR. Pour les bassins d'eau d'extinction, aucune mesure préventive n'est encore connue, la couche de glace et de neige doit être enlevée en cas de déclenchement d'un incendie de forêt.

Dans le cadre du présent projet, on a opté pour un point d'eau sous la forme d'un étang d'extinction. Cette variante est d'une part plus respectueuse du paysage et d'autre part, les coûts de construction sont estimés plus bas. Dans les cas où l'espace de construction et les possibilités de prélèvement d'eau sont limités, les bassins d'eau d'extinction en béton sont généralement préférés.

Exigences relatives au sol de fondation

Pour la construction d'étang d'extinction d'incendie, il faut disposer d'une surface suffisamment grande et plane ; le diamètre idéal de l'étang à la crête du barrage est de 20 mètres. Les terrains meubles avec une faible proportion de pierres ont un effet positif sur les travaux d'excavation. Les futurs tassements doivent être pris en compte. Les zones de glissement devraient être évitées, tant pour la construction des points de prélèvement d'eau que pour celle des conduites d'amenée et d'évacuation. La construction implique pour le terrain une surcharge. Selon la situation, il peut être nécessaire de calculer la sécurité structurale du sol de fondation.

Normes /

Prescriptions

Normes / Aides à l'exécution

- SIA 118 Conditions générales pour les travaux de construction
- SIA 205 Pose de conduites souterraines - Coordination spatiale et bases techniques

Prescriptions générales

- Conditions de protection de l'eau

Prescriptions de sécurité

- | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Toujours | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuf règles vitales pour le génie civil et les travaux publics (Suva 88820.f) ▪ Plan d'urgence (Suva 67061.f) ▪ Préparation du travail (Suva 67124.f) | | |
| <input type="checkbox"/> | Dangers naturels, montagne
(Suva 33019.f, 67154.f) | <input type="checkbox"/> | Chutes au travail
(Suva 33016.f, 44002.f) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Machines
(Suva 67041.f, 67039.f, 67161.f) | <input checked="" type="checkbox"/> | Fouilles et terrassements (Suva 67148.f) |
| <input type="checkbox"/> | Electricité sur les chantiers
(Suva 67081.f, 67092.f) | <input checked="" type="checkbox"/> | Collaboration avec les entreprises tierces (Suva 66092/1.f) |
| <input type="checkbox"/> | Trafic et infrastructures (SN 640886) | <input checked="" type="checkbox"/> | Travaux forestiers (Suva 84034.f) |
| <input type="checkbox"/> | Neuf règles vitales pour le personnel au sol des aires de manœuvre d'hélicoptère
(Suva 88819.f) | <input type="checkbox"/> | Travaux de construction au bord, dans ou au-dessus de l'eau (Suva 67153.f) |

Projet

Profil type / Plan

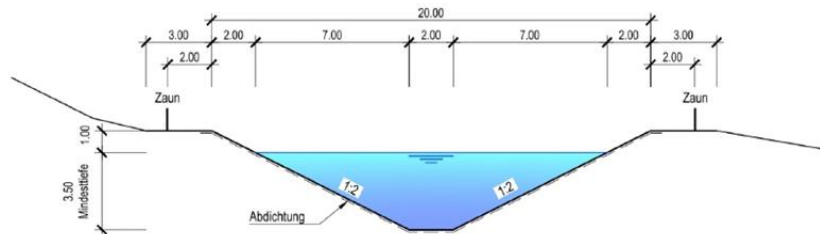


Fig. 2 Bassin d'eau d'extinction (source: AWN GR)

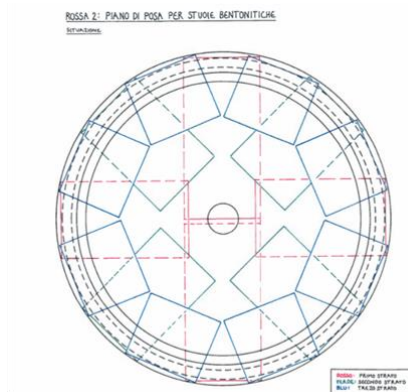


Fig. 3 Plan de pose des nattes de bentonite, vue en situation (source : Abbaco sa)

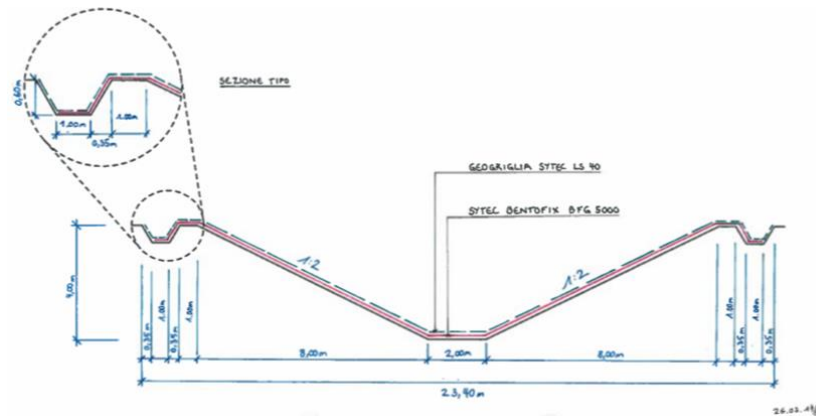


Fig. 4 Plan de pose des nattes de bentonite, profil en travers (source: Abbaco sa)



Analyse structurelle

Pour les étangs de lutte contre l'incendie, le bilan hydraulique et la sécurité structurale du talus orienté vers l'étang sont calculés. Si un remblai est nécessaire pour la construction de l'étang, la stabilité du remblai doit en outre être évaluée. Dans le cas du présent projet, l'analyse a été effectuée par la société Sytec Geoproducts. Le bilan hydraulique montre si l'on peut exclure que le bassin se vide ou si des mesures doivent être prises au niveau de l'entrée/sortie, du système d'étanchéité ou de l'évaporation. En ce qui concerne le remblai tourné vers l'étang, il a été évalué s'il est stable en soi ou s'il doit être stabilisé par une géogrid. Les calculs peuvent être consultés à l'annexe 1.

Dimensionnement

Les points de prélèvement d'eau sont dimensionnés en vue d'interventions de grande envergure pour l'extinction des incendies avec de grands hélicoptères (Superpuma, K-MAX). Il est important qu'ils soient suffisamment grands pour que l'eau d'extinction puisse être prélevée le plus rapidement possible. Des informations détaillées sur les dimensions minimales requises sont fournies dans le paragraphe "Conseils pour l'étude de projet".

L'étang d'extinction réalisé a une capacité de 300 m³ pour une profondeur de 3,5 m et un diamètre de 18 m à partir de la crête du barrage. Le débit d'alimentation est d'environ 10 l/min en temps normal. En cas d'urgence, la conduite de la centrale hydroélectrique régionale peut être branchée afin d'augmenter l'afflux jusqu'à 1000 l/min.

Coûts

Position	Coûts totaux [CHF]
Projet et direction des travaux	16'400
Servitude (terrain privé)	1'500
Travaux de bûcheronnage	6'500
Travaux de construction	87'400
Etanchéité de l'étang	14'800
Remise en état de la route	19'800
Construction de clôtures	3'800
Végétalisation	2'500
Panneau d'information	400
<u>Total</u>	<u>153'100</u>

Les valeurs empiriques du projet "Prévention des incendies de forêt 2030" du canton des Grisons montrent que les coûts totaux de construction d'un bassin d'incendie se situent entre 50 000 et 150 000 francs. Comparé au bassin en béton (> 200 000 Fr), l'étang est généralement l'option la moins chère.

Chapitre CAN

- 113.XXX.XXX Installation de chantier
- 237.200.XXX Travaux d'excavation
- 237.400.XXX Tuyaux et raccords
- 237.600.XXX Regards et écoulements en éléments préfabriqués

Conseils pour l'étude de projet

Choix du site

- Accessible aux hélicoptères, pas d'obstacles tels que des lignes électriques, etc. ou des conditions de vent défavorables
- Accessible aux véhicules de 18 tonnes au minimum
- Disponibilité de l'eau tout au long de l'année (à clarifier avec les autorités compétentes)
- Protégé des dangers naturels
- Bonnes conditions pour la construction de conduites d'amenée (près du cours d'eau)
- Placer de préférence le point de prélèvement d'eau là où le transport de l'eau par hélicoptère peut se faire horizontalement ou vers le bas



Dimensionnement

- Approche et départ sans obstacles (au moins 50 m dans le sens du vol, 25 m à partir du milieu de l'étang)
- Profondeur de l'étang d'au moins 3.5 m
- Diamètre minimal du plan d'eau 16 m, à partir de la crête du barrage 20 m
- Capacité d'au moins 250 m³
Ainsi le point de prélèvement est suffisant pour une journée d'intervention d'au moins 10 h (pour un temps de rotation de 3 min, la consommation d'eau des hélicoptères équipés d'un réservoir de 1000 l (Ecureuil) est de 300 l/min, celle des hélicoptères équipés d'un réservoir de 2500 l (Super-Puma) de 800 l/min).
- Disponibilité d'eau pour la première frappe de 150 - 200 m³
- Assurer le débit, normalement 3 - 5 l/min
ceci diminue l'apparition de turbidité et l'envasement
- Apport de 200 l/min en cas d'extinction prolongée (alimentation, si possible)
Un afflux de 200 l/min remplit l'étang pendant la nuit (14 h) avec environ 150 m³

Débit de l'eau

- Prise d'eau dans le cours d'eau à un endroit approprié
protéger contre le charriage
- Equiper les conduites d'eau tous les 50 m d'un regard de contrôle / de rinçage

Réalisation

Matériaux

Préparation du fond de l'étang

- Matériau meuble (grave de coffre 0/45)
- Matériau fin (couche de protection pour les nattes de bentonite)
- SYTEC Bentofix BFG 5000 (rouleaux 4.75 x 0.4 m) y compris matériel d'installation
- Géogrille SYTEC LS 40 (rouleaux 4.75 x 1 m)
La perméabilité et la résistance à la traction des géotextiles doivent être adaptées au projet

Arrivée et évacuation de l'eau / drainage

- Tuyaux à manchon en polyéthylène TPE
 - DN/OD 250
 - DN/OD 315
- Géotextile F-400, 275 g
La perméabilité et la résistance à la traction des géotextiles doivent être adaptées au projet
- Tuyaux de drainage en polyéthylène TPE
 - DN/OD 315 perforés
- Regards en béton armé (avec raccord 315 mm)
- Béton NPK 0
- Grave concassé 32/50

Travaux de finition

- Gravier de ballast
- Bois de châtaignier

Quantité

Selon le projet

Inventaire

Machines et engins

Tracteur forestier avec grue et remorque, pelle sur chenilles (32 t) avec godet rétro et marteau piqueur, pelle sur chenilles (3 t) avec godet rétro, dumper de chantier, outils divers.



Préparation

Installation de chantier

- Signalisation du chantier
- Porter une attention particulière au respect des zones de protection des eaux souterraines

Piquetage

Le périmètre du projet, y compris les conduites d'amenée et d'évacuation, doit être piqueté ou marqué conformément à la planification.

Préparation du sol de fondation

Les travaux de terrassement peuvent être réduits au minimum grâce à une analyse préalable du terrain. Dans le cas du présent projet, il a fallu déplacer des matériaux terreux en raison d'une légère pente. Les déblais ont pu être réutilisés sur place comme remblais, selon le principe de la compensation des masses.

Exécution

1. Signalisation du chantier et des éventuelles déviations
2. Travaux de bûcheronnage pour la préparation de la surface de construction
3. Installation du chantier
4. Terrassement
 - Séparation et stockage approprié de la terre végétale et du sous-sol
 - Évacuation des matériaux excédentaires
5. Confection du bassin d'eau
 - Nivellement de la surface d'excavation
 - Profilage des talus
 - Creuse de la tranchée au niveau de la crête du barrage pour l'ancrage des nattes de bentonite et de la géogridde
 - Remblayer & compacter le fond / les talus de l'étang par couches successives avec un matériau bien étagé
 - Mise en place d'une couche de protection en matériau fin
 - Pose des nattes de bentonite pour l'étanchéité
 - Ajout de poudre de bentonite pour garantir une étanchéité maximale
 - Pose de la géogridde
 - Pose d'une couche d'environ 30 cm de mélange de gravier pour protéger les nattes
6. Arrivée et évacuation de l'eau
 - Creuse des tranchées pour la pose des tuyaux
 - Pose et fixation des regards et des tuyaux
 - Raccordement au réseau de canalisations existant
7. Travaux de clôture et de signalisation
 - Construction d'une clôture autour de l'étang d'extinction d'incendie
 - Installation de panneaux d'information et de signalisation

Finalisation

Les matériaux superflus ont été disposés et, après replantation, la surface a été reverdie. Une clôture en châtaignier d'un mètre de haut a été érigée autour de l'étang. En outre, des panneaux d'information ont été installés pour indiquer l'interdiction d'entrer et de se baigner.

Conseils pour la réalisation

- Sceller les entrées et les sorties avec de la pâte de bentonite par temps sec
- Si les recouvrements de nattes doivent être saupoudrés de poussière de bentonite selon les indications du fabricant, l'épaisseur du saupoudrage doit être de 0,05 m
- Les nattes de bentonite doivent être recouvertes d'une couche de sol d'au moins 0,3 m
- Pour que le matériau reste en place, placer une géogridde sur les nattes en bentonite
- Évacuation contrôlée et guidée de l'eau
 - Un écoulement incontrôlé peut créer de nouveaux processus d'érosion*
- Ne pas remblayer le talus de l'étang avec une pente supérieure à 2:1
 - stabilité du talus et aspect sécuritaire pour l'homme et l'animal*
- Une étanchéité artificielle est requise



Exploitation / modification

Entretien d'exploitation

En tant que propriétaire de l'ouvrage, la commune est responsable du contrôle et de l'entretien opérationnel de l'ouvrage. Il s'agit notamment de maintenir l'étang (y compris l'entrée et la sortie) exempt de branchages et de végétation naissante gênante. Contrairement aux bassins d'extinction d'incendie, aucune vidange de fond n'est prévue pour les étangs, l'entretien doit donc se faire sans vidange. En tant que site constamment humide, l'étang convient comme biotope pour une multitude d'espèces animales et végétales et peut être entretenu en tant que tel.

Entretien constructif

Les arbres qui gênent la trajectoire d'approche et de décollage des hélicoptères de lutte contre les incendies doivent être éliminés. Les sections endommagées de l'arrivée et de l'évacuation des eaux ainsi que de la clôture de barrage doivent être remplacées.

Modification / démolition

Lors d'une éventuelle déconstruction, les tuyaux en plastique, les géosynthétiques et les regards en béton doivent être retirés du sol et éliminés selon la filière correspondante, par exemple le béton de démolition peut être réutilisé pour la fabrication de granulés de béton RC.

Clause de non-responsabilité :

La présente documentation résulte du déroulement d'un projet et d'un chantier réel. Elle peut être utile aux planificateurs et exécutants (utilisateurs) comme base de réflexion et de test pour leurs propres solutions techniques pour des ouvrages remplissant une fonction similaire. Cette documentation a fait l'objet d'un soin particulier, elle ne peut toutefois être exempte de fautes ou d'erreurs. Elle ne peut en aucun cas constituer, de manière implicite ou explicite, une base pour un projet. Le centre pour le génie forestier et l'auteur du projet initial (ayant servi de base à la documentation) déclinent toute responsabilité pour les projets ou réalisations faisant référence à toute ou partie de la présente documentation. Lors de l'utilisation des informations contenues dans cette documentation pour des besoins propres, toutes les normes et règles de l'art sont à appliquer et les données contenues dans la documentation sont à vérifier et adapter par l'utilisateur aux circonstances locales du projet.

L'utilisation d'informations contenues dans la documentation se fait aux risques de l'utilisateur. En particulier, le centre pour le génie forestier et l'auteur du projet déclinent toute responsabilité pour des dégâts résultant de la reprise sans vérification des informations et des calculs contenus dans cette documentation par l'utilisateur.



Anhang / Appendice / Annexe

1. Berechnungen / Calcoli / Calculs

Hydraulische Bilanz

Projektname: Löschwasserbecken

1.) Fragestellung:

Ist der Zufluss (Z) ins Becken genügend gross, um ein Leerfallen des Beckens ausschliessen zu können, unter Berücksichtigung der Verdunstung (V) und des Restdurchflusses (Q) durch das Abdichtungssystem (hier SYTEC Bentofix BFG 5000).

2.) Bedingungen

Ein Leerfallen des Beckens kann ausgeschlossen werden, wenn gilt:

Ungleichung 1: $Z > Q + V$ Vereinfachung SYTEC

Zuflussrate: 0.25 l/s
 Beckenabmessungen: siehe Schizzo profilo tipo, 12.3.2014
 Solwasserstand: 3.5 m
 Höhenlage: 630 müM

Abdichtungssystem: Bentonitmatte SYTEC Bentofix BFG 5000

Durchlässigkeit $k(\max) = 2E-11$ m/s
 Dicke $t = 0.007$ m

3.) Berechnungen

3.1 mit Wasser bedeckte Fläche der Abdichtung

$$\begin{aligned} A &= r^2 \cdot \pi \\ &= [3.5m/\sin(26.5^\circ) + 1 m] \cdot \pi \\ &= 245.7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.2 Abfluss aus Becken

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V & V &= \text{Abflussgeschwindigkeit nach Darcy} \\ &= A \cdot k \cdot i & k &= \text{Durchlässigkeit Abdichtungssystem} \\ &= A \cdot k \cdot dH/l & i &= \text{hydraulisches Gefälle} \\ &= 2.46E-06 \text{ m}^3/\text{s} & l &= t \\ &= 0.0025 \text{ l/s} \quad \checkmark \rightarrow 0.15 \text{ l/min} \end{aligned}$$

3.3 Verdunstung

$h_v =$ maximale Verdunstungsrate nach K. Lecher, H.-P. Lühr, U. Zanke: Taschenbuch der Wasserwirtschaft, 8. Auflage, Vieweg + Tescher (2001)

$$\begin{aligned} h_v &= 5.2 \text{ mm/d} \\ &= 5.2 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{d)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= (h_v \cdot A) / (\text{sek/Tag}) = h_v \cdot A / 86400 \\ &= 0.0148 \text{ l/s} \quad \checkmark \rightarrow 0.89 \text{ l/min} \end{aligned}$$

4.) Nachweis gegen Leerfallen mit Ungleichung 1

$Z > Q + V$

0.25 > 0.0172 **NACHWEIS ERFÜLLT!**

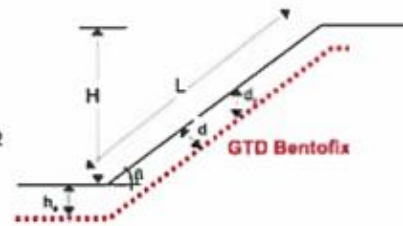
Geosynthetische Tondichtungsbahn GTD auf Böschung Nachweise der Tragssicherheit (SIA 267, GZ Typ 3)

1. Böschungsstabilität ohne Geogitter

1.1 Angaben

Böschungsneigung	$\beta =$	26.5 °
Böschungshöhe	$H =$	4.00 m
Böschungslänge	$L =$	8.96 m
Dicke der Überschüttung	$d_s =$	0.30 m
	$d =$	0.27 m

1 : n = 1 : 2



Raumgewicht Wasser	$\gamma_w =$	10.0 kN/m ³
Raumgewicht Boden	$\gamma =$	20.0 kN/m ³
Raumgewicht Boden unter Auftrieb	$\gamma' =$	10.0 kN/m ³

Lastbeiwert GZ Typ 3 nach SIA 261 $\gamma_0 = 1.00$

Höhe ü. M.	NN =	630.00 m ü. M.
Schneelast nach SIA 260	$s_s =$	1.70 kN/m ²
Bemessungswert	$s_d =$	2.20 kN/m ²
Stauhöhe bei Strömung	$h_w =$	0.01 m

Lastbeiwert GZ Typ 3 nach SIA 261 $\gamma_0 = 1.30$

theoretische Wasserhöhe auf Böschung,
 keine dynamischen Kräfte berücksichtigt
 z.B. bei Starkniederschlag

Innerer Reibungswinkel Boden	$\phi'_k \geq$	28.0 °
Bemessungswert	$\phi'_d \geq$	23.9 °
Passiver Erddruckbeiwert	$K_{p,d} =$	2.36
Erdruehdruckbeiwert	$K_{0,d} =$	0.59

Annahme SYTEC für siltigen Untergrund und Schüttmaterial
 Widerstandsbeiwert Partialfaktor für $\tan \phi'$ $\gamma_\phi = 1.20$
 nach SIA 267

Kontaktreibungswinkel Boden-GTD	$\delta_s =$	23.0 °
Bemessungswert	$\delta_d =$	19.5 °

Kontaktreibung nach GRETT = 0.8 für Gewebe, 0.9 für Vlies
 Widerstandsbeiwert Partialfaktor für $\tan \delta'$ $\gamma_\delta = 1.20$
 nach SIA 267

Stützfußhöhe	$h_s =$	0.55 m
--------------	---------	--------

1.2 Einwirkungen

Schubkraft Boden	$T_{b,d} = \gamma \cdot d_s \cdot \sin \beta \cdot L =$	2.68 kN/m ²
Schubkraft Schnee	$T_{s,d} = s_d \cdot \sin \beta \cdot L =$	0.98 kN/m ²
Strömungskraft	$S_{w,d} = \gamma_w \cdot \gamma_0 \cdot h_w \cdot \sin \beta \cdot L =$	0.06 kN/m ²

1.3 Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{0,d} = \gamma \cdot d_s \cdot \cos \beta \cdot \tan \delta_0 =$	1.90 kN/m ²
Reibungskraft Schnee	$R_{s,d} = s_d \cdot \cos \beta \cdot \tan \delta_0 =$	0.70 kN/m ²
Stützfuß	$W_{h,d} = 0.5 \cdot \gamma' \cdot h_s^2 \cdot K_{p,d} \cdot \cos \beta =$	3.20 kN/m

1.4 Nachweis der Böschungsstabilität

$$SF_{\text{vorh}} = \frac{(R_{b,d} + R_{s,d}) \cdot L + W_{h,d}}{(T_{b,d} + T_{s,d} + S_{w,d}) \cdot L} = 0.80 < 1.05 = SF_{\text{erf}} = \gamma_m \quad \text{Nachweis nicht erfüllt!}$$

$\gamma_m =$ Modellfaktor nach SIA 267

Der erforderliche Sicherheitsfaktor ist ungenügend.
 Der Einsatz eines Geogitters ist erforderlich!

2. Böschungstabilität mit Geogitter

2.1 Berechnung des Defizitwiderstandes als Zugkraft $Z_{G,d}$

$$Z_{G,d} = 1.05 \cdot ((T_{b,d} + T_{S,d} + S_{w,d})L - (R_{b,d} + R_{s,d})L + W_{h,d}) = 8.48 \text{ kN/m'}$$

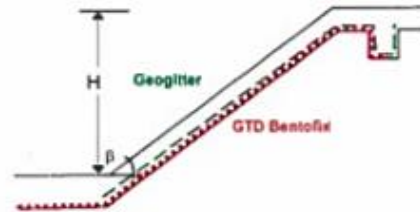
erf. Bemessungsfestigkeit des Geogitters

2.2 Nachweis gegen Bruch der Bewehrung nach SN 670 242

Bedingung: $Z_{R,d} - Z_{G,d} > 0$

Gewähltes Produkt: Geogitter SYTEC LS 40 PP

Kurzzeitzugfestigkeit	$r_{min} = 40.0 \text{ kN/m'}$	
	$A_1 = 2.98$	Abminderungsfaktor für Kriechen unter Dauerlast (für 120 Jahre)
	$A_2 = 1.10$	Abminderungsfaktor für Beschädigung infolge Einbau, Transport etc.
	$A_3 = 1.00$	Abminderungsfaktor für Überlappungen und Anschlüsse
	$A_4 = 1.00$	Abminderungsfaktor für Umgebungseinflüsse (UV, pH etc.)
	$A_5 = 1.00$	Abminderungsfaktor für Zusatzeinflüsse (dynamische Lasten etc.)
	$\gamma_d = 1.40$	Partialsicherheitsfaktor für Tragwiderstand gemäss SN 670 242



Bemessungswert der Zugfestigkeit $Z_{R,d} = 8.72 \text{ kN/m'}$

Nachweis $Z_{R,d} - Z_{G,d} = 0.24 \text{ kN/m} > 0$ Nachweis erfüllt ✓

3. Verankerungsgraben mit Geogitter

Umlenkkräfte werden vernachlässigt.

Benötigte Zugkraft, die im Einbindegraben zurückverankert werden muss:

$$Z_{G,d} = 8.48 \text{ kN/m'}$$

Bedingung $SF_{\text{verh}} = R_{\text{total,d}} / Z_{G,d} > SF_{\text{erf}} = \gamma_m = 1.05$

3.1 Angabe der Geometrie

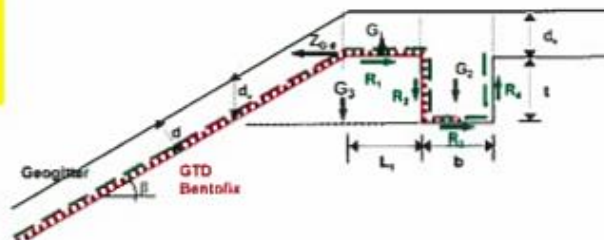
Abstand Graben-Böschungskante	$L_1 = 1.00 \text{ m}$
Grabenbreite	$b = 1.00 \text{ m}$
Grabentiefe	$t = 0.60 \text{ m}$

3.1 Angaben Füllboden des Verankerungsgraben

Bemessungswert	$\phi'_1 \geq 28.0^\circ$
Erdruhedruckbeiwert	$\phi'_d \geq 23.90^\circ$
	$K_{0,d} = 0.59$

Kontaktreibungswinkel Boden-GTD	$\delta_b = 23.0^\circ$
Bemessungswert	$\delta_d = 19.5^\circ$

Raumgewicht Boden	$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$
Raumgewicht Boden unter Auftrieb	$\gamma' = 10.0 \text{ kN/m}^3$



3.2 Berechnung des Reibungswiderstandes

Reibungswiderstand des Geogitters auf den einzelnen Abschnitten

$$R_{1,d} = \gamma \cdot d_1 \cdot \tan \delta_d \cdot L_1 = 2.13 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{2,d} = \gamma \cdot (d_1 + 0.5t) \cdot K_{0,d} \cdot \tan \delta_d \cdot t = 1.44 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{3,d} = \gamma \cdot (d_1 + t) \cdot \tan \delta_d \cdot b = 6.38 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{4,d} = \gamma \cdot (d_1 + 0.5t) \cdot K_{0,d} \cdot \tan \delta_d \cdot t = R_{2,d} = 1.44 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{\text{total,d}} = 11.38 \text{ kN/m}^2$$

3.3 Nachweis der Verankerung $SF_{\text{verh}} = R_{\text{total,d}} / Z_{G,d} = 1.34 > 1.05 = SF_{\text{erf}} = \gamma_m$ Nachweis erfüllt ✓



3.4. Nachweis gegen Bruch der Böschungskrone (siehe EBGeo 8.5.4)

3.4.1. Einwirkungen:

horizontale Zugkraft aus Geogitter: $F_{G,d} = Z_{G,d} \cdot \cos \beta$
 $= 7.59 \text{ kN/m}$

Erddruckkomponente: $E_{a,d} = 0.5 \cdot \gamma \cdot (d_1 + t)^2 \cdot \tan^2(45^\circ - \varphi_1/2) \cdot \gamma_{G,0,d}$
 $= 3.95 \text{ kN/m}$

3.4.2. Widerstände:

Scherwiderstand des Erdkeils: $R_{L,d} = (G_2 \cdot \tan \varphi_1 \cdot \gamma_{G,inf}) = (0.5 \cdot (l/\tan \beta) + L_1) \cdot (t + d_1) \cdot \gamma_1 \cdot \tan \varphi_1 \cdot \gamma_{G,inf}$
 $= 12.264 \text{ kN/m}$

3.4.3 Nachweis gegen Bruch

$SF_{\text{verh}} = R_{L,d} / (F_{G,d} + E_{a,d}) = 1.06 > 1 = SF_{\text{erf}} \quad \text{Nachweis erfüllt} \checkmark$
(SIA 267 5.4.3.1)

Bilder / Imagini / Images (AWN GR)



*Aushub Löschwasserteich
 Scavo della vasca
 Excavation du bassin*



*Verlegen des Zulaufes und Ausformen der Teichböschung
 Interramento tubi di riempimento e finitura delle pendenze
 Pose de l'arrivée d'eau et aménagement du talus de l'étang*



*Verlegen von Bentonitmatten
 Posa delle stuoie bentonitiche
 Pose des tapis de bentonite*



*Abdecken der Bentonitmatten mit Geogitter
 Posa della geogriglia
 Recouvrir les tapis de bentonite avec géogrilles*



*Überdecken der Geogitter mit Gesteinsmischung
 Copertura delle stuoie bentonitiche
 Recouvrir les géogrilles de matériaux meubles*



*Füllen des Löschwasserteiches und Bau des Zaunes
 Riempimento vasca e posa della recinzione in castagno
 Mis en eau de l'étang et clôture*