 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Carreggiata, banchine e tracciati per cavi	24 001-10601
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Condotte di drenaggio e raccolta dell'acqua di infiltrazione	V2.12 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 1 di 6

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)
 SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)
 Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello
 Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale
 Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione
 Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione
 Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie
 Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Informazioni generali

Un corretto funzionamento delle condotte di drenaggio e di raccolta dell'acqua di infiltrazione è fondamentale per evitare pressioni idriche e ha inoltre un impatto diretto sui costi di manutenzione, nonché sulla disponibilità e la durata d'utilizzazione della galleria.

I depositi di natura calcarea nelle condotte rappresentano spesso la principale causa di danni e ostruzioni nel sistema di drenaggio. Anche le sollecitazioni meccaniche esercitate sulle condotte durante la pulizia possono provocare danni.


Per prevenire o ridurre i depositi di natura calcarea è possibile adottare le seguenti misure:

- riempimento delle condotte di drenaggio
- sifonaggio delle condotte di drenaggio nelle nicchie di cacciata
- deflusso separato delle acque con diversa composizione chimica
- condizionamento dell'acqua mediante stabilizzatori di durezza di tipo liquido o solido.

3. Requisiti

Informazioni generali


- Per il progetto della galleria è necessario attestare dettagliatamente le condizioni dell'acqua di infiltrazione, accertando anche il potenziale incrostante. Se tale potenziale può essere rilevato in modo affidabile solo durante l'avanzamento dello scavo, il sistema di drenaggio va pianificato in modo da poter essere adattato senza problemi in qualsiasi momento all'effettivo potenziale incrostante rilevato.
- Il sistema di drenaggio deve essere in grado, da un lato, di contrastare efficacemente i depositi calcarei già nel processo di formazione e, dall'altro, di offrire condizioni che favoriscano una manutenzione semplice e razionale. La progettazione del sistema di drenaggio per l'acqua di infiltrazione necessita quindi di un approccio globale.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Carreggiata, banchine e tracciati per cavi	24 001-10601
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Condotte di drenaggio e raccolta dell'acqua di infiltrazione	V2.12 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 2 di 6

- Occorre prestare particolare attenzione ai materiali usati congiuntamente al cemento Portland o Portland al calcare (calcestruzzo proiettato, iniezioni, malta di ancoraggio, calcestruzzo di riempimento nell'arco rovescio ecc.).
- Le condotte di drenaggio vanno coperte con uno strato drenante di ghiaia tonda (ad es. 6/32 o 30/50) senza aggiunta di cemento. Non è consentito l'impiego di calcestruzzo drenante.
- Le condotte di drenaggio non devono irrigare rocce ricche di minerali rigonfianti e in questo caso non vanno riempite.
- All'interno della condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione, a seconda della zona, possono mescolarsi acque con un diverso grado di mineralizzazione, che interagiranno tra loro dando luogo a precipitati. In questo caso può essere consigliabile captare e convogliare separatamente le diverse acque di infiltrazione.

Condizionamento dell'acqua

- Affinché sia possibile un condizionamento con stabilizzatore liquido, il sistema di drenaggio della galleria deve soddisfare determinati requisiti:
 - Il flusso idrico deve essere continuo e ininterrotto, cioè la condotta di drenaggio deve essere priva di perdite, diramazioni o deviazioni del flusso (ai fini di un corretto dosaggio).
 - Il grado di mineralizzazione dell'acqua di drenaggio deve essere costante per l'intera lunghezza del tratto di drenaggio da stabilizzare e può subire solo lievi oscillazioni nel corso dell'anno.
 - Normalmente, infatti, uno stabilizzatore di durezza liquido non permette di contrastare marcate incrostazioni o situazioni anomale localizzate.
 - È ammesso solo un carico biologico limitato dell'acqua di drenaggio. La quantità di acqua di drenaggio non può aumentare marcatamente lungo la condotta; in caso contrario all'inizio della condotta sarebbe necessario un tenore troppo elevato di condizionante nell'acqua. A causa delle attività biogene, un eccessivo condizionamento può portare a una infestazione in corrispondenza dei punti di dosaggio, perché i condizionanti hanno buone proprietà biodegradabili.
 - L'ingombro di un impianto di dosaggio comprensivo di allacciamento elettrico (CA 250 V~) è pari a 1,5 × 1,5 × 2,0 m (inclusi scatola di distribuzione, serbatoio del liquido di dosaggio, vasca di raccolta, collegamento elettrico, presa d'acqua ecc.).
- In caso di condizionamento con stabilizzatore solido, è possibile ignorare gran parte dei requisiti sopra prescritti per il condizionamento dell'acqua con stabilizzatore liquido.
- Nel condizionamento con stabilizzatore solido il principio attivo viene ripartito in forma di pastiglie a livello decentrato, presso tutti i punti accessibili nel sistema di drenaggio (nicchie di cacciata, canalette di scolo, strato drenante ecc.). La dissoluzione dipende dalla quantità di acqua presente e può quindi variare.
- In seguito alla loro completa dissoluzione, le pastiglie devono essere rimpiazzate. Il loro impiego in strati drenanti è quindi molto limitato contrariamente ai condizionanti in forma liquida.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Carreggiata, banchine e tracciati per cavi	24 001-10601
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Condotte di drenaggio e raccolta dell'acqua di infiltrazione	V2.12 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 3 di 6

Condotta di drenaggio

- Le condotte di drenaggio devono avere un diametro minimo di DN 200 mm. La scelta di tubi in PE-HD o PP si è rivelata idonea. Non è invece ammesso l'uso di PVC.
- Per assicurare una buona resistenza alle incrostazioni calcaree a lungo termine, le aperture di drenaggio vanno configurate come fessure. La realizzazione delle fessure per i tubi a drenaggio parziale non deve indebolirne le caratteristiche statiche.
- La superficie di deflusso costituita dalle fessure deve essere di minimo $100 \text{ cm}^2 / \text{m}$ di tubo. Le fessure sono larghe $\geq 10 \text{ mm}$. Occorre fare in modo che non possa cadere alcun granello di ghiaia dallo strato drenante nella condotta di drenaggio.
- I tubi a drenaggio parziale sono normalmente provvisti di fessure su $1/3 - 2/3$ della circonferenza. In tubi fino a DN 250 mm, la lunghezza massima delle singole fessure è pari a un $1/8$ della circonferenza, mentre in tubi di diametro maggiore le fessure possono essere lunghe massimo $1/10$ della circonferenza. Sono possibili deroghe motivate per misure superiori sulla base dello specifico progetto.
- Sbavare i tubi sul lato interno in corrispondenza dei bordi delle fessure e delle giunzioni.

Dettaglio

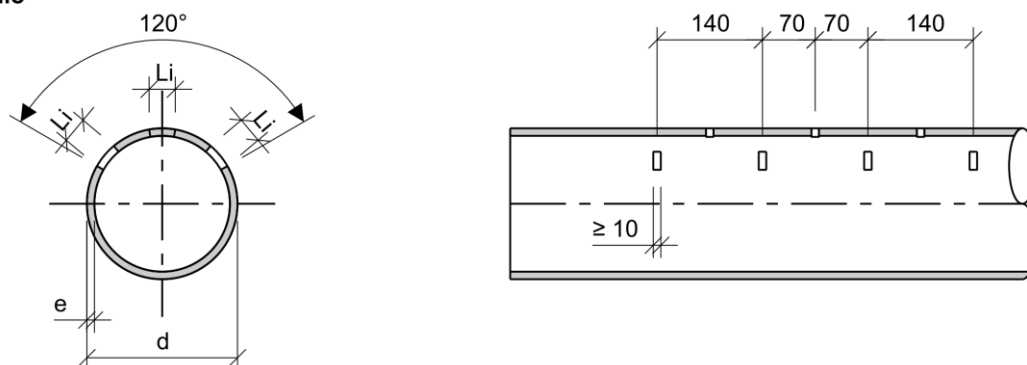



Figura 1: Condotta di drenaggio

Drenaggio nella zona dei piedritti (paramento)

- La condotta di drenaggio viene spesso posata nella zona dei piedritti. In linea di principio, va collocata al di fuori del rivestimento definitivo o dell'arco rovescio, senza ridurne le rispettive sezioni.
- Qualora vengano integrate centine d'acciaio durante la fase di scavo, questo requisito può determinare un indebolimento indesiderato nella zona dei piedritti. In questo caso è possibile posare la condotta di drenaggio sul lato interno delle centine d'acciaio, a condizione che il rivestimento definitivo o l'arco rovescio vengano commisuratamente rinforzati.
- In caso di venute d'acqua puntuali, l'acqua deve essere raccolta e fatta defluire con mezzi idonei (semigusci, materassini drenanti ecc.).

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Carreggiata, banchine e tracciati per cavi	24 001-10601
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Condotte di drenaggio e raccolta dell'acqua di infiltrazione	V2.12 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 4 di 6

Sezione trasversale

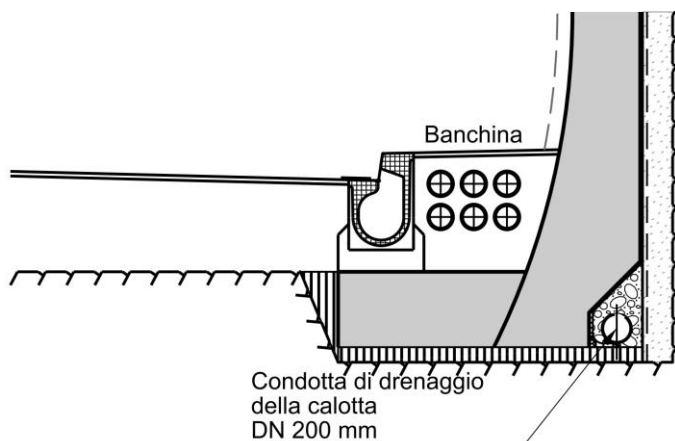


Figura 2: Posizione per il drenaggio della volta

Nicchie di cacciata

- Lungo la condotta di drenaggio, prevedere delle nicchie di cacciata nel rivestimento definitivo, collocate a una distanza di massimo 75 m l'una dall'altra (al di fuori della banchina). Le dimensioni di queste nicchie di cacciata devono essere tali da permettere l'uso delle più comuni apparecchiature di manutenzione (strumenti di pulizia idromeccanici e meccanici, telecamere di ispezione ecc.).
- Le bocche dei tubi dei sifoni rivolte verso il basso costituiscono un ostacolo strutturale per la pulizia dei tubi. Per questo motivo i gomiti dei tubi di convogliamento nel pozzetto devono poter essere rimossi velocemente e con facilità.
- Dimensioni minime della bocca del pozzetto di cacciata in una nicchia di cacciata:
 Lunghezza $\geq 0,80$ m
 Larghezza $\geq 0,50$ m
- Specifiche del materiale
 - Pozzetto in calcestruzzo gettato in opera: esecuzione in calcestruzzo NPK D (T1), C25/30, XC4, XF1, XA1, Dmax32 o calcestruzzo polimerico.
 - Gli sportelli e i telai delle nicchie devono essere realizzati in materiali resistenti alla corrosione.

Planimetria

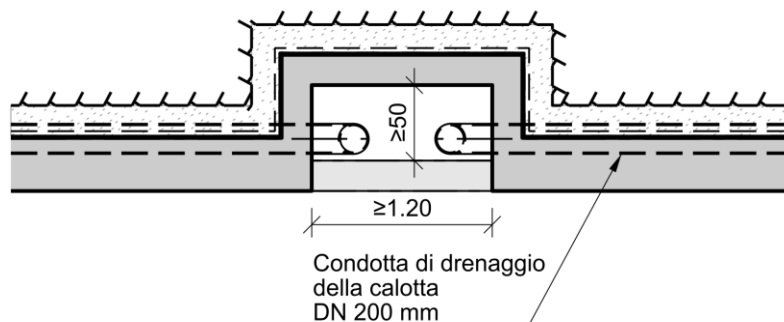



Figura 3: Nicchie di cacciata pianta

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Carreggiata, banchine e tracciati per cavi	24 001-10601
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Condotte di drenaggio e raccolta dell'acqua di infiltrazione	V2.12 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 5 di 6

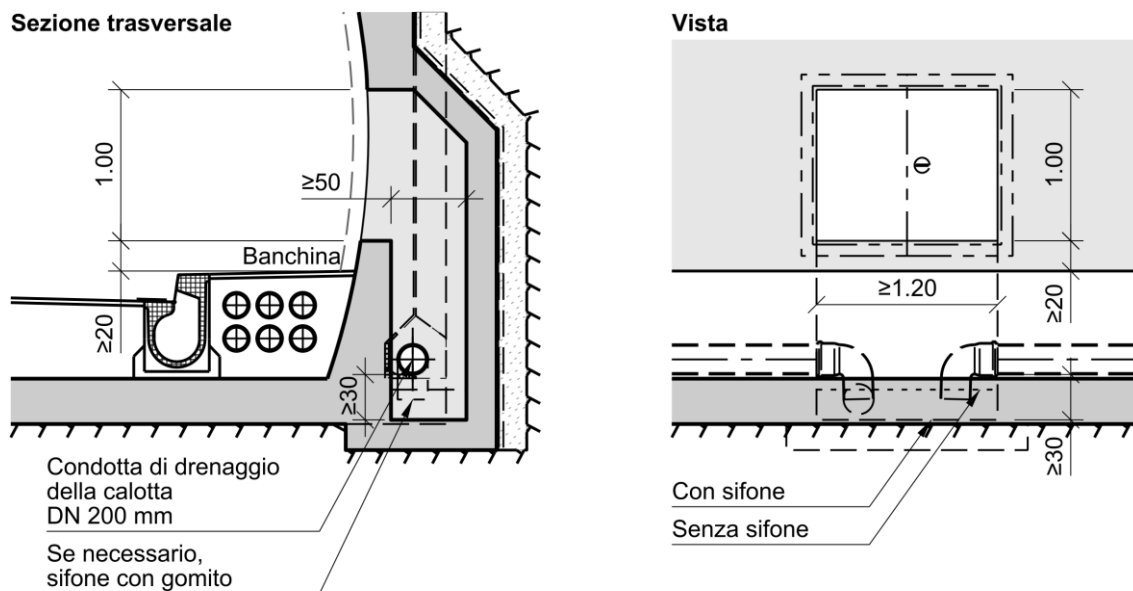



Figura 4: Nicchie di cacciata sezione e vista



Figura 5: Esempio di una nicchia di spurgo

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Carreggiata, banchine e tracciati per cavi	24 001-10601
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Condotte di drenaggio e raccolta dell'acqua di infiltrazione	V2.12 01.01.2023
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 6 di 6

Condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione

- Collegare la condotta di drenaggio alla condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione a distanze regolari di massimo 75 m.
- Le condotte di raccolta dell'acqua di infiltrazione devono avere un diametro minimo di DN 200 mm. La scelta di tubi in PE-HD o PP si è rivelata idonea. Non è invece ammesso l'uso di PVC.
- Se è presente un canale tecnico, posare la condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione in tale canale, altrimenti nell'area della banchina.
- In caso di copiose venute d'acqua di infiltrazione, è possibile convogliare l'acqua anche tramite una condotta nel cunicolo di sicurezza, se presente.
- Lungo la condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione è necessario prevedere delle aperture di lavaggio nella tubatura, collocate a una distanza di massimo 75 m l'una dall'altra. Le dimensioni delle aperture devono essere tali da permettere l'uso delle più comuni apparecchiature di manutenzione (strumenti di pulizia idromeccanici e meccanici, telecamere di ispezione ecc.). Se possibile, riunire nello stesso punto le aperture di lavaggio, i raccordi della condotta di drenaggio alla condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione e le nicchie di cacciata della condotta di drenaggio.

Disposizione delle nicchie di cacciata e delle aperture di lavaggio con posa della condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione nel canale tecnico e nella banchina:

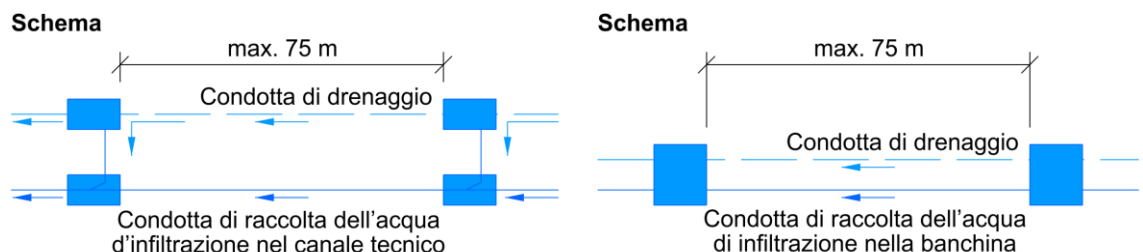


Figura 6: Disposizione delle nicchie di cacciata

- In gallerie brevi (< 300 m) con venute d'acqua limitate (anche di carattere periodico) è possibile fare a meno di una condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione, mentre le nicchie di cacciata vanno obbligatoriamente previste.