

Drenaggi

Generalità

Gli interventi di drenaggio hanno lo scopo di allontanare e di raccogliere le acque superficiali e sotterranee in corrispondenza di pendii instabili o di terreni di fondazione da bonificare e consolidare, in modo da diminuire le pressioni interstiziali e conseguentemente le spinte del terreno.

In termini più generali i drenaggi comprendono anche gli interventi diretti ad esercitare un'azione regolatrice delle acque correnti superficiali non incanalate e di quelle stagnanti in depressioni.

Negli interventi di sistemazione e consolidamento dei versanti in frana e nelle realizzazione delle opere di ingegneria civile sono utilizzati vari metodi e strumenti per il drenaggio, applicati sia per un effetto temporaneo che per un azione drenante permanente.

Gli interventi di drenaggio si possono suddividere in due gruppi principali:

- opere di drenaggio di tipo superficiale;
- opere di drenaggio di tipo profondo.

I drenaggi di tipo superficiale, comprendenti le opere di regimazione e drenaggio delle acque superficiali e di sistemazione del pendio di primo intervento, sono quelli di più rapida e facile installazione e manutenzione, ma sono anche quelli che più facilmente si danneggiano e necessitano di manutenzione continua.

I drenaggi profondi, che in genere hanno un carattere definitivo, necessitano di opere e di attrezzature più complesse per la loro installazione e sono più costosi. A fronte di questi svantaggi assicurano però una maggiore efficacia nella stabilizzazione di versanti in frana.

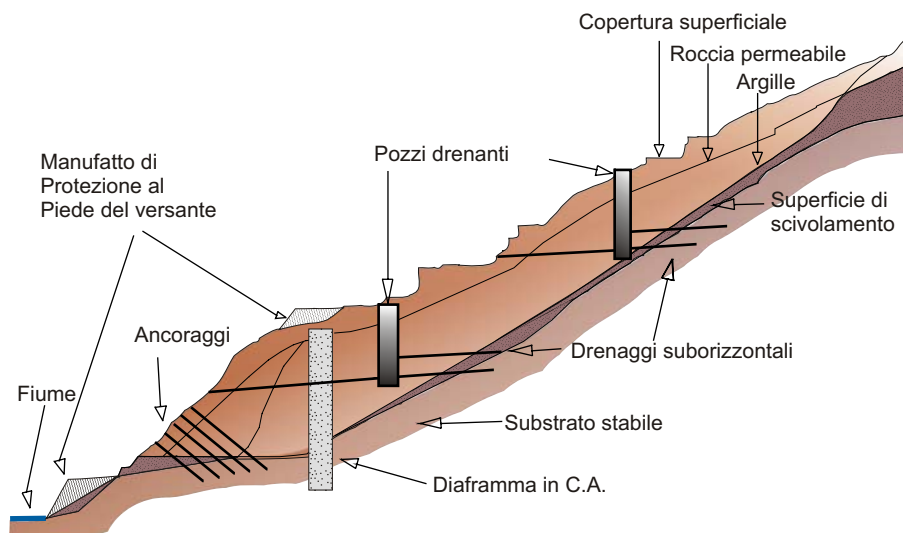
In considerazione del fatto che è spesso difficile valutare l'efficacia di un sistema di drenaggio in fase di progettazione, è prassi consolidata valutare gli effetti del sistema attraverso piezometri che fanno parte integrante del sistema stesso e sono installati contemporaneamente ad esso. La loro lettura periodica consente di valutare i riflessi del sistema di drenaggio sulle acque sotterranee e, in base a questi, ottimizzare il loro funzionamento.

I tipi di opere di drenaggio superficiali e profondi più comunemente usati sono rappresentati da :

- Opere di drenaggio superficiali.
- Cuneo drenanti.
- Dreni suborizzontali
- Trincee drenanti.

- Speroni drenanti.
- Paratie drenanti.
- Pozzi drenanti.
- Gallerie drenanti.

Sistemazione e consolidamento di un versante in frana mediante la realizzazione di opere di drenaggio superficiali e profonde.



Generalità

Le opere di drenaggio superficiali sono interventi eseguiti immediatamente dopo il verificarsi di un evento franoso per la regimazione ed il drenaggio delle acque superficiali e per la sistemazione del pendio instabile. In genere i drenaggi superficiali comprendono: canalette superficiali, fossi di guardia, dreni intercettori, riprofilatura dei versanti per eliminare le depressioni presenti, sigillatura ed impermeabilizzazione delle fessure beanti.

Descrizione e Caratteristiche

Canalette superficiali: sono fra le opere di drenaggio più frequentemente utilizzate negli interventi di sistemazione di aree dissestate con l'obiettivo di captare e allontanare le acque superficiali, non solo quelle provenienti dalle precipitazioni o dalle emergenze idriche ma anche quelle stagnanti entro eventuali depressioni.

La disposizione delle canalette superficiali, realizzate sia all'interno che all'esterno dell'area dissestata, può essere trasversale o longitudinale rispetto al pendio.

In funzione delle modalità costruttive e del materiale di costruzione si possono avere vari tipi di canalette quali quelli descritti nel seguito.

Canalette in terra: sono realizzate eseguendo uno scavo a sezione trapezoidale e possono essere presidiate o non presidiate. In genere le opere di presidio sono necessarie laddove la pendenza è elevata e le caratteristiche del terreno non garantiscono la funzionalità delle stesse (erosione, interrimento ecc.).

Canalette in legname e pietrame: a sezione trapezoidale, sono realizzate con un'intelaiatura di pali di legname idoneo e rivestendo il fondo con uno strato di pietrame posto a mano, di circa 20 cm di spessore. Anche per questo tipo di opera è necessario eseguire adeguate opere di presidio.

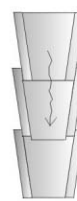
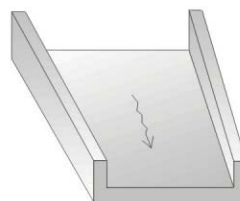
Canalette prefabbricate in calcestruzzo: sono costituite da elementi (embrici), a forma di trapezio e di ampiezza variabile in modo che l'elemento di monte si incastrino, con la parte più stretta, in quello di valle con una piccola sovrapposizione. Gli elementi della canaletta sono posizionati all'interno di uno scavo avente la stessa forma e debitamente costipato per evitare cedimenti. Le canalette rivestite con elementi prefabbricati in calcestruzzo sono impiegate nei casi in cui la pendenza superi il 10% a causa della loro stabilità rispetto ad eventuali movimenti del corpo di frana.

Canalette con rivestimento rigido in calcestruzzo: di forma e sezione simile alle precedenti, sono usate se la pendenza dell'opera è minore del 10%.

Canalette prefabbricate in lamiera: sono generalmente costituite da elementi di forma semicircolare in acciaio ondulato nervato, di spessore minimo di 2 mm, e devono essere ben incassate nel terreno. Data la tendenza, con il tempo, a scollarsi dal terreno incassante, è preferibile disporre le canalette secondo la linea della massima pendenza.

Rivestimenti per canalette superficiali in pietrame sbizzato e in calcestruzzo.

Il rivestimento degli scavi sagomati con elementi prefabbricati in calcestruzzo a pianta trapezoidale, è indicato per pendenze del pendio > del 10%, per pendenze inferiori al 10% si può impiegare un rivestimento in calcestruzzo rigido.



Fossi di guardia: sono realizzanti eseguendo scavi con sezione ad U o trapezoidale, immediatamente a monte della nicchia di distacco in modo da intercettare le acque correnti superficiali lungo il versante ed allontanarle dall'area instabile. Lo scavo ha, in genere, un rivestimento rigido in calcestruzzo.

Dreni intercettori: sono realizzati immediatamente a monte della nicchia di distacco ed a valle del fosso di guardia. I dreni sono realizzati eseguendo uno scavo, spinto in profondità fino ad intercettare l'eventuale superficie piezometrica della falda, e parzialmente riempite da materiale drenante. Il corpo drenante è costituito in genere da ghiaia pulita separata dalle pareti e dal fondo dello scavo da tessuto non tessuto. La raccolta e l'allontanamento delle acque dal dreno è garantito da un tubo fessurato in PVC.

Opere di consolidamento di una scarpata stradale interessata da frane di tipo superficiale. Il pendio è stato rimodellato e stabilizzato mediante la realizzazione di opere di drenaggio superficiali, costituite da canalette, rivestite in calcestruzzo, che convogliano le acque intercettate nel sistema drenante principale, costituito da una canaletta rivestita in pietrame. L'intervento è stato completato con opere di rivestimento del pendio di tipo antiersivo (georeti in fibre vegetali biodegradabili ed inerbimento) e con la costruzione di una scogliera in pietrame alla base del versante per la protezione dall'erosione fluviale.

Riprofilatura del versante: questi interventi consistono in movimenti di terra aventi lo scopo di eliminare le depressioni o le altre forme presenti nel versante in frana che sono sede di ristagno d'acqua e, più in generale, favorire il drenaggio delle acque di precipitazione. Le acque intercettate sono allontanate dall'area dissestata e convogliate negli impluvi naturali mediante canalette.

Sigillatura ed impermeabilizzazione delle fessure beanti : le fessure beanti, presenti soprattutto nella parte alta dell'area in frana, sono una delle più importanti vie di infiltrazione delle acque meteoriche superficiali in profondità. Il materiale utilizzato per la sigillatura e l'impermeabilizzazione è preferibilmente costituito da argilla, adeguatamente costipata.

Anche in questo caso occorre completare il sistema con un adeguato drenaggio superficiale per intercettare le acque provenienti da monte che potrebbero essere convogliate verso le fratture.



Aspetti ambientali

I sistemi di drenaggio superficiali hanno un impatto ambientale abbastanza contenuto, assolvendo bene il compito di garantire la necessaria efficacia tecnico-funzionale dell'intervento con la necessità del recupero e del ripristino naturale dell'area degradata. Con la loro azione stabilizzante queste opere favoriscono l'attecchimento e la crescita della vegetazione ed il ripristino degli ecosistemi danneggiati.

Le canalette in "terra", in "legno" o rivestite con "pietrame" sono da preferirsi negli interventi in ambienti naturali collinari e montani.

Applicazioni

Gli interventi di drenaggio superficiale sono opere che possono essere realizzate immediatamente dopo il verificarsi di un evento franoso unitamente ad altri interventi di regimazione e di sistemazione superficiale dei pendii. Il loro utilizzo è frequente anche nella sistemazione e consolidamento di versanti in dissesto insieme ad altre opere a carattere definitivo.

Nell'esecuzione dei drenaggi è di fondamentale importanza assicurarsi che tutti gli scarichi delle canalizzazioni siano condotti sino al più vicino fosso o impluvio, fuori dal versante in frana, e che in corrispondenza dei punti di scarico non inneschino processi erosivi.

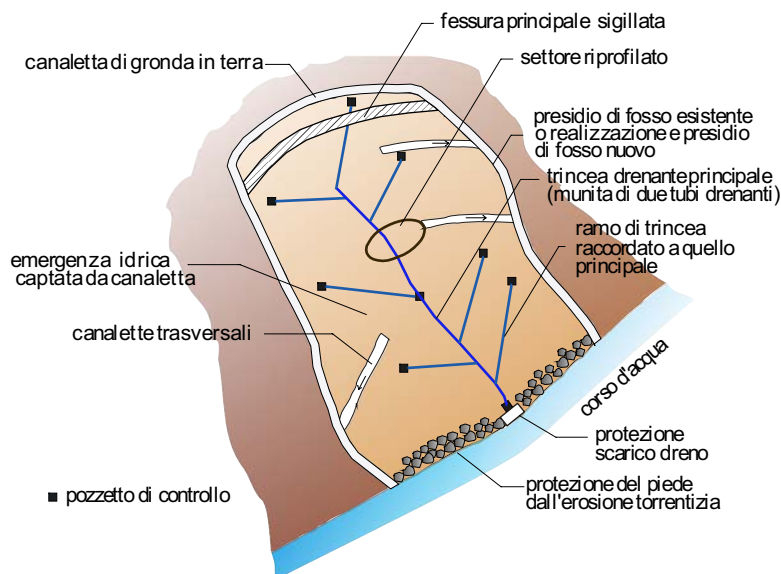
Come ovvio la manutenzione riveste inoltre un ruolo determinante nella funzionalità di questi sistemi.

Consolidamento di un versante in frana con realizzazione di un sistema di drenaggio superficiale per la regimazione e l'allontanamento delle acque superficiali dal corpo di frana, costituito da canalette con rivestimento in calcestruzzo rigido ed in elementi di calcestruzzo prefabbricato. Al piede del versante è visibile un muro di sostegno in gabbioni metallici particolarmente indicato in questo tipo di situazione. La struttura infatti, oltre al contenimento del terreno in frana, esercita anche un'efficace azione drenante sui terreni a tergo.



Opere provvisorie di drenaggio superficiale per la stabilizzazione di un pendio in frana.

Le canalette trasversali allontanano le acque stagnanti entro le depressioni o le emergenze idriche presenti, convogliandole nei fossi di scolo al di fuori del corpo di frana. I fossi di guardia, con rivestimento in calcestruzzo rigido o in lamiera, intercettano le acque provenienti da monte. La sigillatura delle principali fessure aperte e la realizzazioni di dreni intercettatori, ubicati a monte della nicchia di distacco ed a valle del fosso di guardia, completano il sistema di drenaggio provvisorio.



Opere di consolidamento di versante in frana, sottostante un viadotto autostradale. Il versante è stato rimodellato e stabilizzato con la realizzazione di opere di drenaggio superficiali, costituite da canalette rivestite con elementi prefabbricati in calcestruzzo, e con opere di sistemazione idraulico-forestali.



Intervento di consolidamento, drenaggio e regimazione idraulica dei versanti in dissesto circostanti un fosso in approfondimento con tecniche di ingegneria naturalistica. L'intervento è consistito nel rimodellamento dei versanti dissestati, rivestimenti antierosivi con geoteti ed inerbimenti, realizzazione lungo i versanti di opere di sostegno e stabilizzanti rappresentati da palizzate in legname e viminate, opere di drenaggio e di regimazione idraulica quali canalette rivestite in legname, rivestimento dell'alveo con tondame in legno di castagno e costruzione di briglie in legname e pietrame.

Generalità

Il "cuneo filtrante" è un intervento di stabilizzazione dei versanti le cui caratteristiche principali sono la facile realizzazione e l'economicità.

Descrizione e Caratteristiche

Il cuneo filtrante è una struttura che non ha nessuna funzione statica. L'elevata permeabilità del materiale drenante insieme allo sviluppo degli apparati radicali delle piante esercitano un'efficace azione drenante favorendo il consolidamento del versante attraverso l'eliminazione delle acque in eccesso.

L'intervento è realizzato alla base del pendio o della scarpata da stabilizzare, preferibilmente previa sistemazione mediante terrazzamenti con muri a secco e/o rivestimenti di scogliera in pietrame. Il materiale drenante (pietrisco o ghiaia) è disposto con la stessa pendenza del versante. Alla base dello scavo è posto un tubo drenante in grado di allontanare le acque della falda e quelle meteoriche di infiltrazione.

Nel corpo della struttura, così realizzato, sono messe a dimora in strati talee di salice o rami vivi in modo che le radici si innestino nel terreno in posto.

Aspetti ambientali

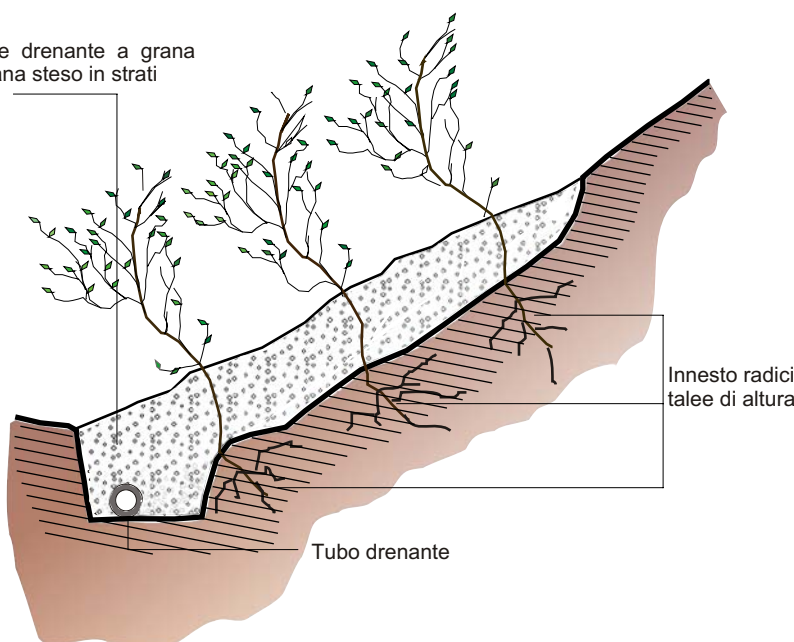
L'opera si inserisce perfettamente nell'ambiente naturale collinare e montano nel quale trova maggiore applicazione. Gli inerbimenti e lo sviluppo della vegetazione, naturale o innestata, contribuiscono sia a migliorare l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento sia al ripristino naturale dell'area.

Applicazioni

Il cuneo drenante è un'opera che trova largo impiego negli interventi di sistemazione e consolidazione dei versanti collinari e montani in dissesto.

Realizzazione di un cuneo drenante. Dopo aver effettuato la riprofilatura del pendio, il materiale di riempimento, ciottoli, pietrisco o ghiaia, è disposto in strati con la stessa pendenza del versante. Sul fondo dello scavo è posato un tubo drenante. L'opera è completata con l'innesto di specie vegetali (es. talee di salice) il cui apparato radicale si svilupperà nel substrato, contribuendo alla stabilità del copro drenante.

Materiale drenante a grana grossolana steso in strati



Generalità

I dreni sono costituiti da tubazioni fessurate in PVC, inseriti in fori suborizzontali o leggermente inclinati verso l'alto, eseguiti mediante macchine idrauliche potenti e molto versatili.

Le prime applicazioni di dreni sub-orizzontali furono sperimentate nel compartimento Autostrade della California (USA), dove successivamente sono state effettuate numerose applicazioni di questa tecnica.

I dreni orizzontali sono spesso associati all'installazione di altri tipi di sistema di drenaggio sia profondo che superficiale.

Descrizione e Caratteristiche

I tubi drenanti sono costituiti in genere da tubi in PVC microfessurati con diametro 50 - 80 mm posizionati entro fori di adeguato diametro ed inclinati verso l'alto di 5° - 15°. I tubi sono in genere rivestiti con geotessili per evitare l'intasamento da parte di sedimenti a granulometria fine. Le profondità massime che possono essere raggiunte dai tubi drenanti sono dell'ordine di 50 - 60 m.

I tubi drenanti possono rappresentare il solo sistema di drenaggio profondo del terreno oppure, molto più frequentemente, possono essere abbinati ad altre opere, come pozzi verticali di grande diametro o gallerie drenanti. In tal caso i tubi possono essere disposti a raggiera su uno o più ordini, oppure paralleli tra loro. Il dimensionamento, il numero, la disposizione e la profondità dei tubi drenanti deve essere fatto sulla base di un accurata indagine geologica ed idrogeologica finalizzata ad acquisire i parametri idrogeologici del terreno necessari per una corretta progettazione del sistema drenante volto all'abbattimento della falda. È prassi consolidata installare nell'area di influenza dei dreni alcuni piezometri per monitorare gli effetti del sistema sulla falda ed eventualmente apportare modifiche per ottimizzarne il funzionamento.

I tubi drenanti possono essere di vario tipo: rigidi o flessibili, in ferro, in PVC o in

Stabilizzazione di una scarpata in frana mediante l'installazione di tubi drenanti in PVC. Si può osservare l'operazione preliminare di perforazione dei fori mediante macchine perforatrici idrauliche. La maneggevolezza e la versatilità unita alla potenza di queste macchine, consente la realizzazione di questo sistema drenante nelle più svariate situazioni ambientali



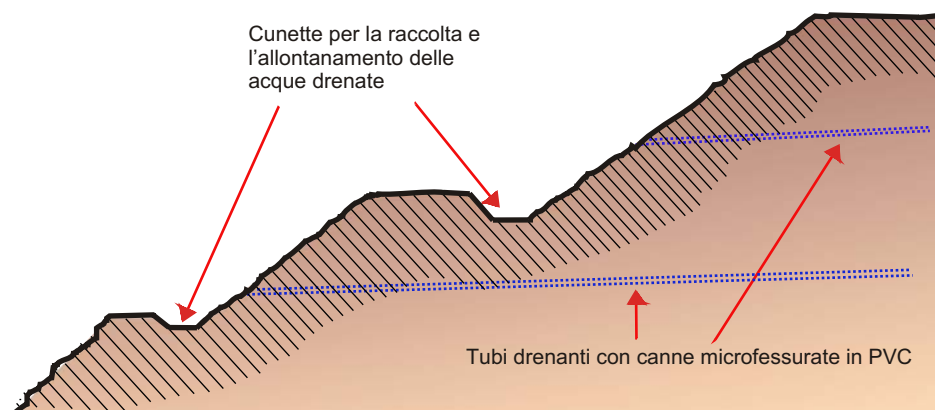
Aspetti ambientali

Questi sistemi drenanti hanno un impatto ambientale contenuto dal punto di vista estetico-paesaggistico dovuto al fatto che la loro installazione avviene al di sotto del piano campagna. Tuttavia la loro esecuzione, se non accuratamente progettata e monitorata, può provocare ripercussioni negative sull'equilibrio delle acque sotterranee e degli acquiferi coinvolti.

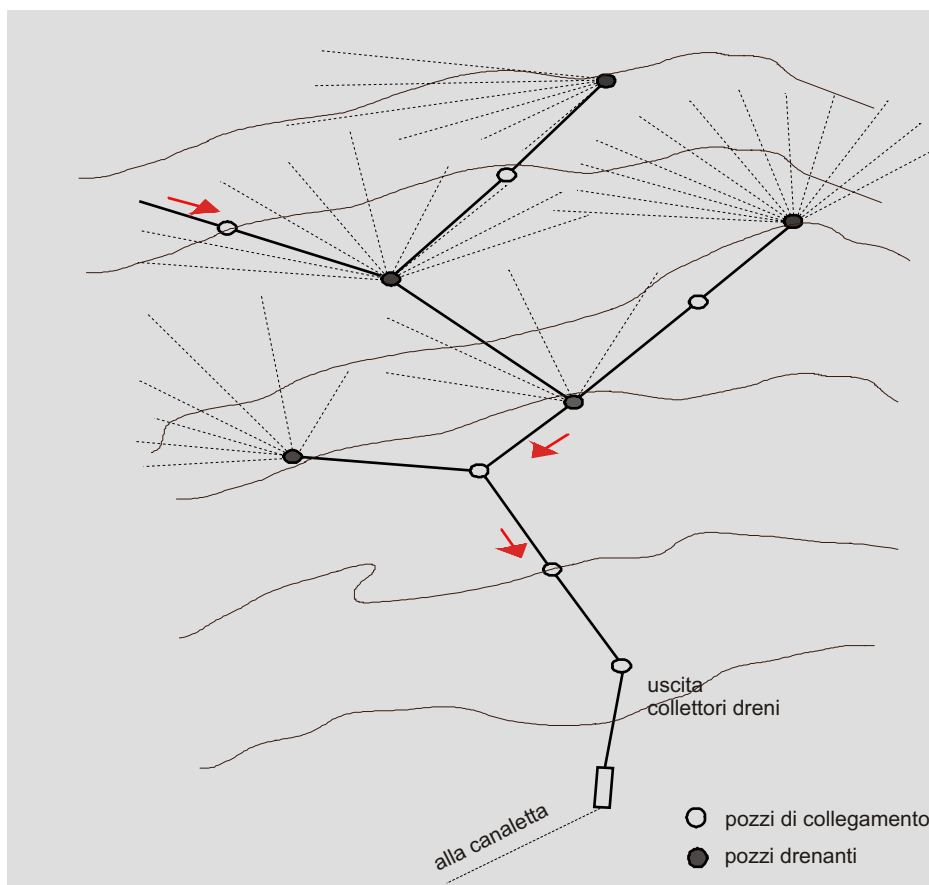
Applicazioni

I tubi drenanti suborizzontali sono impiegati con efficacia, fondamentalmente negli interventi di consolidamento di frane di scorrimento rotazionale, in corrispondenza delle scarpate di coronamento, e/o di colamenti con superfici di scorrimento poco profonde o in tutti quei casi nei quali l'inclinazione del versante sia piuttosto elevata.

Sistema di drenaggio profondo realizzato con una rete di dreni suborizzontali nell'ambito degli interventi di consolidamento di una scarpata in frana.



Sistema drenante profondo costituito da pozzi verticali di grande diametro, abbinati a dreni suborizzontali disposti a raggiera, posti su tre livelli. La lunghezza dei dreni è di circa 40 - 50 m. I pozzi sono interconnessi tra loro per consentire lo scarico delle acque drenate per gravità.



Generalità

Le trincee drenanti sono delle strutture allungate disposte in genere parallelamente alla linea di massima pendenza del versante, con profondità limitate, possono raggiungere i 4-6 m, e larghezze di poco inferiori o superiori al metro (0.80 - 1.20).

L'impiego di questo sistema di drenaggio è stato, ed è tuttora, molto diffuso, avendo notizie del suo utilizzo fin dall'antichità. Cunicoli, trincee riempite con materiale drenante, misto talora a fascine, sono state realizzate sia dai Romani sia, in epoche più antiche, dai Babilonesi, Egiziani, Greci ed Etruschi. In epoca più recente l'aspetto innovativo di questa tecnica è rappresentato soprattutto dalla possibilità di raggiungere profondità di drenaggio maggiori, anche fino a 10 - 12 m, senza dover ricorrere a scavi di cunicoli e gallerie, dalla rapidità di esecuzione e dal perfezionamento delle tecniche costruttive, volte a garantire l'efficienza e la durata nel tempo dell'azione drenante e consolidante di queste strutture.

Descrizione e Caratteristiche

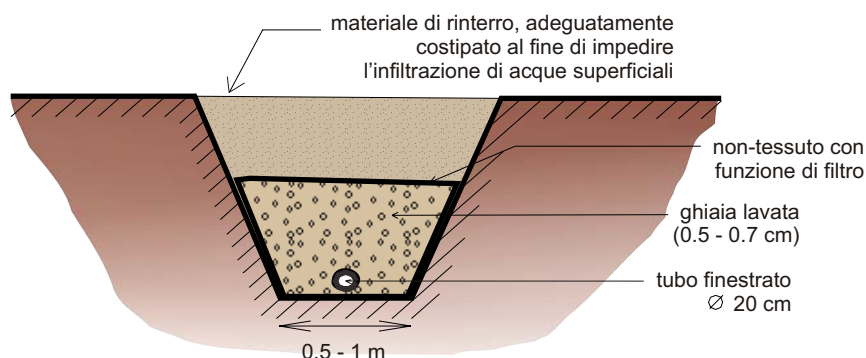
Le modalità di esecuzione delle trincee drenanti sono diverse in funzione della profondità e delle diverse situazioni litologiche ed idrogeologiche locali. Le trincee devono essere scavate con attenzione, a piccoli tratti, procedendo da valle verso monte in modo che, anche se costruite parzialmente, esse possano esercitare la loro azione drenante già in fase di costruzione. Il fondo dello scavo può avere una pendenza uniforme in caso di versanti poco inclinati (10° - 15°), mentre nel caso di pendii maggiormente inclinati o di trincee molto estese in lunghezza, si procede alla gradonatura del fondo scavo. Sul fondo della trincea può essere installata una canaletta in calcestruzzo sopra la quale è posto un tubo (PVC, PE, metallico o in cemento).

Al disopra della canaletta e del tubo di raccolta è posto il corpo drenante: questo può essere formato da un filtro in terreno naturale, o in alternativa da geotessili.

Nel primo caso il materiale drenante è costituito da ghiaia e sabbia pulita, con scarso fino (non maggiore del 3% in peso) ricoperto da uno strato sommitale di terreno vegetale, con spessore di circa 0.5 m. Nel secondo caso il corpo drenante è formato da uno strato di ghiaia (5 - 20 mm) pulita, completamente avvolto con un telo di tessuto non tessuto posto a contatto col terreno da drenare. Al disopra di questo il riempimento della trincea è completato da uno strato di sabbia e dallo strato sommitale di terreno vegetale.

Queste opere sono un efficace sistema di drenaggio profondo delle acque di infiltrazione e di quelle della falda. L'abbattimento della quota piezometrica della falda e la diminuzione del contenuto d'acqua nel terreno consentono di ottenere una sensibile riduzione delle pressioni interstiziali ed un aumento della coesione, migliorando le condizioni di stabilità del pendio.

Sezione trasversale tipo di una trincea drenante realizzata con l'uso di un geotessile. L'uso del geotessile consente, in questo caso, di ridurre notevolmente i tempi di realizzazione della trincea a parità di efficacia.



Aspetti ambientali

La realizzazione di questi sistemi di drenaggio ha un maggior impatto sull'ambiente, in particolare sulle acque sotterranee, rispetto ai sistemi di drenaggio di tipo più superficiale. In ogni caso l'inserimento di queste opere nel paesaggio è buono in considerazione del fatto che, a lavori completati, lo strato di riempimento sommitale può essere costituito da terreno vegetale o da pietrame.

Applicazioni

Le trincee drenanti sono impiegate con efficacia fondamentalmente negli interventi di consolidamento di frane, di scorrimento rotazionale o di colamenti con superfici di scorrimento poco profonde.

Stabilizzazione di un versante in frana mediante trincee drenanti, disposte con un interasse di 6 metri. In primo piano si osserva la canaletta rivestita con elementi in calcestruzzo che convoglia lo scarico dei dreni al di fuori dell'area.

La progettazione, e la realizzazione di tali opere devono essere fatte con estrema attenzione a causa delle conseguenze negative che le trincee possono avere sul precario equilibrio di un versante in frana. Particolare attenzione va posta nel controllare e mantenere efficienti gli scarichi delle acque a valle del tubo di scarico del dreno. La parte terminale del tubo di scarico deve essere protetto, verso il fosso recettore, mediante gabbioni o muri.



Generalità

Gli speroni drenanti rappresentano un tipologia di opera la cui realizzazione è caratterizzata da un notevole impegno tecnico ed economico. Queste strutture sono utilizzate per il consolidamento di pendii in frana quando, sia per la profondità del piano di scorrimento sia per le caratteristiche litologiche e giaciture del terreno, è necessario abbinare all'azione drenante anche un'azione resistente nei confronti delle spinte dei terreni in movimento, in modo da poter costituire un sistema autoconsolidante senza ricorrere ad altre opere di sostegno.

Descrizione e Caratteristiche

Gli speroni drenanti sono realizzati con scavi a sezione ristretta, eventualmente sostenuti da armature provvisorie, utilizzando macchine scavatrici e/o perforatrici in grado di raggiungere profondità anche superiori ai 7 m. Lo scavo è completato con la posa sul fondo di una cunetta in calcestruzzo gradonata.

Nella configurazione standard la struttura è formata da un drenaggio longitudinale a sezione variabile che interseca la superficie di scorrimento e si scarica su di una struttura resistente che ne costituisce la base. L'elemento portante dello sperone può essere costituito, alternativamente, da:

- muratura di pietrame a secco disposta in strati inclinati a reggipoggio di circa 30°, con strato di ghiaia e sabbia posto nella parte inferiore intorno al tubo di raccolta delle acque;
- gabbionate rivestite con strato di sabbia o protette con geotessile (feltri in tessuto non tessuto).
- setto centrale in calcestruzzo poroso e parti laterali in materiale drenante sabbioso - ghiaioso, con o senza la protezione di geotessile.

Queste strutture sono spesso associate ad altre strutture di sostegno, quali i muri o i pozzi sottomurati.

Gli speroni sono disposti secondo la direzione di massima pendenza del versante. L'interasse tra l'uno e l'altro dipende dall'altezza dell'elemento stesso, dall'ampiezza dell'arco di frana, dalla lunghezza del drenaggio longitudinale e dalla profondità del piano di scorrimento.

Aspetti ambientali

Gli speroni drenanti hanno un marcato impatto estetico paesaggistico sull'ambiente naturale circostante, mitigato in parte dalla vegetazione che col tempo tende a mascherare le opere

Applicazioni

Gli speroni drenanti sono impiegati con efficacia negli interventi di consolidamento di frane tipo scorrimento rotazionale o colamenti con superfici di scorrimento poco profonde.

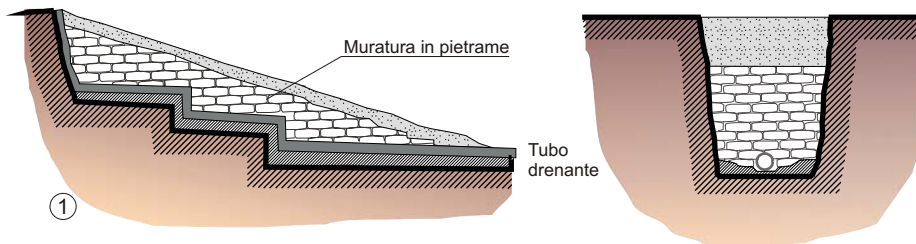
La loro progettazione ed esecuzione devono essere curate con attenzione. In caso contrario infatti le opere possono avere conseguenze negative sul precario equilibrio di un versante in frana. Particolare attenzione va posta nel mantenere efficienti gli scarichi delle acque provenienti dal drenaggio longitudinale che potrebbero inficiare l'intera efficienza dell'opera.

SEZIONE LONGITUDINALE

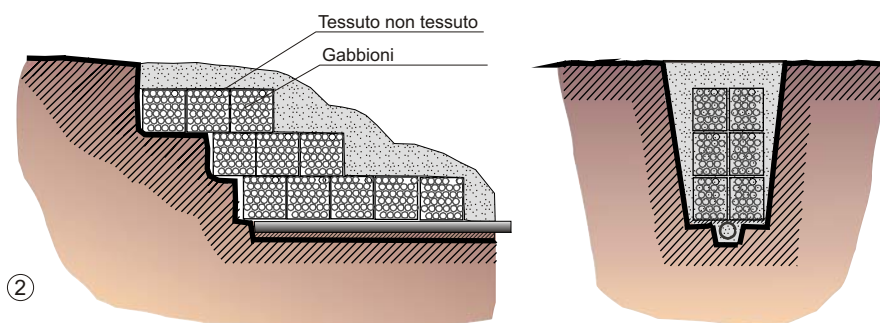
SEZIONE TRASVERSALE

Esempi di sezioni tipo di speroni drenanti e portanti:

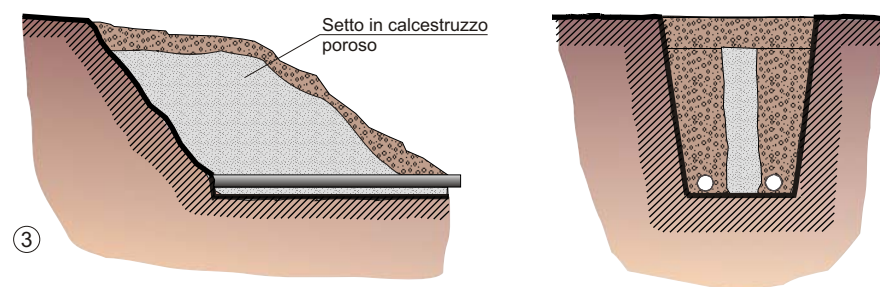
1) Sperone in muratura di pietrame a secco: il materiale è disposto in strati, con inclinazione a reggipoggio, ed è saturato con sabbia pulita e ghiaietto o pietrisco. Al fondo dello scavo gradonato, si costruisce la canaletta di raccolta delle acque in cls o si posa il tubo drenante.



2) Sperone in gabbioni: i gabbioni vengono rivestiti con tessuto non tessuto e lo scavo riempito di sabbia e pietrisco. Al fondo è posato il tubo drenante di raccolta.



3) Sperone con setto centrale in calcestruzzo poroso: il setto in calcestruzzo poroso è realizzato al centro dello scavo, le pareti possono essere rivestite con geotessile tessuto non tessuto e, sul fondo viene posato il tubo drenante, si procede al riempimento della struttura con materiale drenante (sabbia e ghiaia).



Generalità

Le paratie drenanti costituiscono un sistema caratterizzato da una tecnologia innovativa che permette di raggiungere profondità di drenaggio superiori ai 30 m.

Descrizione e Caratteristiche

Le paratie drenanti possono spingersi fino a profondità di circa 30 m, con spessore variabile da 60 a 120 cm.

In funzione delle modalità di esecuzione dello scavo e del tipo di sostegno adottato si possono avere:

- paratie a pali secanti, idonee per suoli che consentono lo scavo del singolo palo senza sostegno per il tempo necessario all'inserimento del tubo "gobbo" ed al suo riempimento con materiale drenante.
- Paratie a pannelli, realizzate con scavo in miscela bentonitica in terreni che necessitano di sostegno per permettere l'inserimento delle casseforme di forma rettangolare ed il loro riempimento con materiale drenante. Questo tipo di paratie viene anche fatto eseguendo lo scavo mediante getto d'acqua ad altissima pressione e lo spurgo del terreno scavato con aria compressa, il tutto entro cassaforma rettangolare infissa progressivamente nel terreno. Quest'ultima tecnica consente di avere sia il necessario sostegno delle pareti dello scavo, sia una più facile messa in opera del materiale drenante e dei geotessili.

Anche in questo caso valgono le considerazioni già espresse nelle precedenti categorie di opere drenanti, riguardo la loro progettazione, esecuzione e manutenzione, che se non curate potrebbero inficiare l'efficienza dell'intero sistema di drenaggio.

Aspetti ambientali

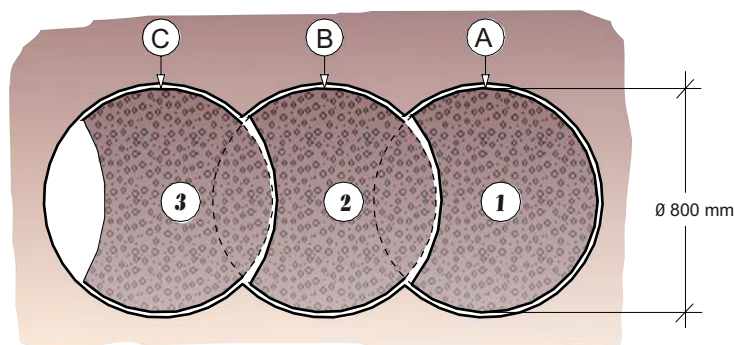
L'esecuzione di queste opere genera un marcato impatto sull'ambiente circostante, dovuto alle tecniche di esecuzione ed all'immissione di fluidi e miscele cementizie nel sottosuolo, con rischi di inquinamento della falda, di fenomeni di subsidenza, e creazione di vibrazioni e rumori molesti.

Applicazioni

Le paratie drenanti, allo stesso modo delle trincee drenanti, sono impiegate con efficacia negli interventi di consolidamento di frane tipo scorrimento rotazionale o colamenti con superfici di scorrimento poco profonde.

Modalità esecutive delle trincee drenanti a pali secanti:

- FASE 1 Scavo del palo ①
2 Posa in opera del tubo gobbo (A)
3 Riempimento con materiale drenante del palo ①
4 Scavo del palo ②
5 Posa in opera del tubo gobbo (B)
6 Riempimento con materiale drenante del palo ②
7 Estrazione del tubo gobbo (A)
8 Scavo del palo ③
9 Posa in opera del tubo gobbo (C)
10 Riempimento con materiale drenante del palo ③



Generalità

I pozzi drenanti di medio e grande diametro sono opere di drenaggio profondo, utilizzati in corrispondenza di aree di cui non è noto, con sufficiente approssimazione, l'andamento delle linee di flusso delle acque sotterranee o in cui è presente una situazione litostratigrafica eterogenea, caratterizzata da alternanze di orizzonti a differente permeabilità e idrogeologia complessa.

Descrizione e Caratteristiche

La realizzazione di queste opere comporta l'uso di attrezzature moderne e di tecniche di perforazione comunemente impiegate per lo scavo dei pozzi d'acqua. I pozzi possono essere realizzati isolatamente oppure accostati tra loro in modo da formare una paratia drenante. In questo caso è necessario riempire il foro solo con materiale drenante e lo scarico delle acque avviene per gravità.

Le moderne tecnologie impiegate nell'esecuzione dei drenaggi profondi, hanno consentito l'introduzione di un tipo di intervento composito, costituito da pozzi verticali drenanti, accessibili anche in via permanente, collegati tra loro da fori per lo scarico delle acque per gravità, muniti di dreni suborizzontali eseguiti a raggiera dall'interno dei pozzi, disposti su due o più livelli. Questa soluzione permette di allargare notevolmente l'area d'influenza del sistema drenante.

I pozzi possono essere costituiti da una corona esterna di pali trivellati e rivestimento interno delle pareti in calcestruzzo messo in opera entro casseforme in acciaio. In alternativa si possono avere pareti in cemento armato eseguite con elementi di paratia per pozzi.

I pozzi così eseguiti assolvono, oltre alla funzione di drenaggio e di controllo dell'andamento delle falde freatiche, anche un'importante funzione strutturale di sostegno, fondamentale negli interventi di consolidamento e stabilizzazione di pendii in frana che coinvolgono infrastrutture o abitati.

Costruzione di un pozzo drenante di grande diametro, in calcestruzzo armato. Al centro una macchina perforatrice per la realizzazione dei dreni sub-orizzontali.



Aspetti ambientali

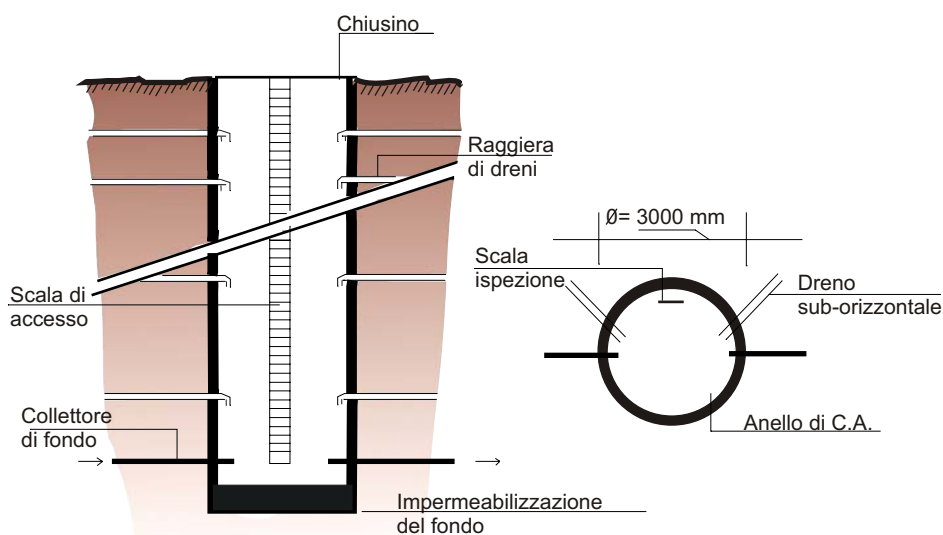
I pozzi drenanti possono avere un marcato impatto ambientale, dovuto sia alle modalità costruttive sia alla possibilità di interferire negativamente, in particolari situazioni idrogeologiche, con la circolazione delle acque di falda o con le sorgenti situate nel raggio d'influenza del sistema drenante.

Applicazioni

I pozzi drenanti di medio e grande diametro, abbinati sovente a dreni sub-orizzontali e gallerie drenanti, sono impiegati con efficacia negli interventi di consolidamento e di stabilizzazione di pendii in frana dove è necessario intercettare le acque sotterranee ed abbattere sensibilmente il livello della falda, riducendo al tempo stesso gli effetti negativi sull'ambiente, per garantire la stabilità di opere importanti o insediamenti abitativi.

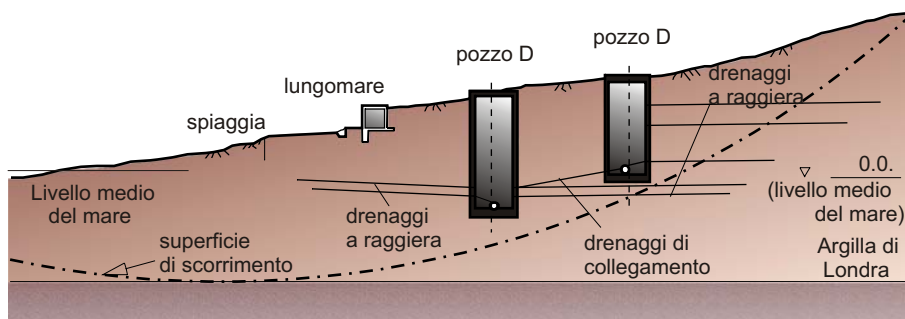
Sezione tipo di pozzo drenante di grande diametro, in calcestruzzo armato, munito di dreni sub-orizzontali a raggiera, posti su più livelli.

Il pozzo è predisposto per l'ispezione periodica finalizzata al controllo dell'efficacia del sistema drenante.



INTERVENTI PER LA STABILIZZAZIONE DEI PENDII

Schema di drenaggio profondo mediante la realizzazione pozzi di grande diametro, e di drenaggi suborizzontali a raggiera disposti su più livelli. Il sistema drenante è stato usato per la stabilizzazione della frana di Beacon Hill, Herne Bay in Inghilterra.



Generalità

Le gallerie drenanti sono opere di drenaggio profondo caratterizzate da costi di realizzazione elevati. Per questo motivo si ricorre ad esse solo in caso di condizioni di vulnerabilità di infrastrutture civili o insediamenti abitativi causate da frane di dimensioni molto estese.

Descrizione e Caratteristiche

Le gallerie di drenaggio interessano i terreni stabili circostanti la massa in frana sono in genere raccordate a pozzi verticali di grande diametro. La sezione è in genere modesta, con dimensioni minime (altezza 1,80-2,00 m e larghezza 1-2 m) tali da consentirne l'ispezione e la manutenzione. Il fondo dello scavo è rivestito da una platea in calcestruzzo mentre le spalle sono in genere in muratura. La base è posta a profondità leggermente maggiore del livello medio delle acque sotterranee mentre la sommità raggiunge ed intercetta il livello stesso. In alcuni casi a partire dalle gallerie si sviluppa una rete di drenaggi suborizzontali per rendere più efficace l'intero sistema. I pozzi e le gallerie drenanti possono essere lasciate vuote o riempite con materiale drenante.

Le gallerie drenanti hanno il grande vantaggio di intercettare ed abbassare notevolmente il livello delle acque nella massa in frana usando quasi esclusivamente la forza di gravità, anche se a volte si rende necessario ricorrere al periodico svuotamento della struttura mediante pompaggio.

Aspetti ambientali

Questo sistema drenante non comporta un marcato impatto paesaggistico, tuttavia, in particolari situazioni geologico ed idrogeologiche, la loro esecuzione può causare alterazioni delle condizioni idrogeologiche e della stabilità dell'area d'intervento, dovuti a fenomeni di subsidenza, alterazione della portata di pozzi d'acqua, impoverimento o essiccazione di sorgenti situate nell'area d'influenza dei pozzi.

Applicazioni

Le gallerie drenanti, abbinati sovente a dreni suborizzontali e pozzi, sono impiegate con efficacia negli interventi di consolidamento e di stabilizzazione di pendii in frana in particolari situazioni idrogeologiche (zone di faglia o di intensa fatturazione, zone di contatto tra substrato geologico e depositi di copertura ecc.), quando è necessario abbattere sensibilmente il livello della falda, per garantire la stabilità di opere importanti o insediamenti abitativi.

Drenaggio profondo realizzato con galleria drenante e reti di tubi drenanti sub-orizzontali.

