

All in a college course

Castellani



G 87

# DISSERTAZIONE E TESI

PRESENTATE

ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

DELLA REGIA SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GL'INGEGNERI IN TORINO

DAL LUOGOTENENTE DEL GENIO

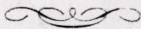
**ENRICO GASTALDI DI S. GAUDENZIO**

DA SAVIGLIANO (Cuneo)

per ottenere il diploma

DI

**INGEGNERE LAUREATO**



TORINO

STAMPERIA DELL'UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

1869



ALLA SACRA MEMORIA DI MIO PADRE

---

A MIA MADRE



**CENNI SUL CONSOLIDAMENTO**

**DELLE SCARPE DELLE TRINCEE**





---

## **Scopo ed importanza dei lavori di consolidamento**

Nell'apertura delle grandi trincee s'incontrano spesso dei terreni le cui scarpe non possono sostenersi sotto nessun angolo.

Scopo dei lavori di consolidamento delle scarpe si è d'impedire gli scoscendimenti che in esse tendono ad avvenire, sia sopprimendone le cause, sia opponendo alla forza che fa dilamare la scarpa, un'altra forza sufficiente per arrestare tal movimento, senza essere obbligati ad attenersi a pendenze troppo dolci con dispendiosi movimenti di terra.

Dall'oggetto stesso di questi lavori si comprende fino a qual punto la scelta di un buon sistema di consolidamento delle scarpe debba preoccupare l'attenzione dei costruttori; e come tali lavori che a prima vista sembrano semplicissimi possono soventi diventare di un'importanza di primo ordine.

Nelle costruzioni delle ferrovie non rari riscontransi gli esempi di obbligato ritardo dell'armamento, perchè i consolidamenti non eran compiuti, e ciò ancora quando ultimate fossero le opere d'arte; come eziandio nell'esercizio d'una strada non pochi si rinvengono gli altri d'interruzione del medesimo, in causa dello scoscendersi delle terre in quelle scarpe che non si seppero con un buon sistema consolidare.

## **Proprietà delle terre.**

Le terre in generale godono delle seguenti proprietà:

1° Facilità più o men grande di assorbir l'acqua, quando vi sono a contatto con cambiamento di volume pel fatto dell'assorbimento;

2° Una forza di coesione ed una resistenza d'attrito variabili colla natura delle terre e colla quantità d'acqua che contengono;

3° Differente grado di permeabilità che varia sia colla natura delle terre, sia colla quantità d'acqua da cui sono imbevute.

Le terre in cui ordinariamente si aprono le trincee sono le terre vergini provenienti dai depositi di sedimentazione, oppure, come qualche specie di argilla, il risultato della decomposizione di rocce primitive sotto l'influenza di una forte pressione, o di un'atmosfera differente dalla nostra.

Nel primo caso le particelle terrose tenute in sospensione nell'acqua precipitandosi in un modo assai lento ed in virtù della loro estrema mobilità avran lasciati dei vani assai piccoli. Le reciproche pressioni a cui in seguito dovettero sottostare, ebbero per risultato un più intimo ravvicinamento in favore della resistenza di coesione della massa risultante. Così le vergini terre godono di una singolare compattezza; ma pel modo stesso del loro formarsi i depositi di sedimentazione si compongono il più delle volte di strati successivi di differente natura, disposti più o meno regolarmente secondo lo stato d'agitazione della massa liquida che li conteneva.

I terreni sedimentosi devono quindi essere dotati di una gran forza di coesione, e formati dalla sovrapposizione di strati irregolari e di natura diversa.

Inoltre le terre, in ispecie le argillose, presentano delle superficie di separazione conosciute sotto il nome di piani di clivaggio. Ordinariamente queste masse presentano più piani di clivaggio di grande estensione e paralleli tra loro, detti piani di prim'ordine, ed un numero grandissimo di piani di clivaggio di second'ordine, diretti in tutti i sensi. Questi piani di clivaggio appaiono untuosi al tatto, e talor la

loro lubricità è tale da ridurre a ben poca cosa l'attrito che su essi si sviluppa per lo scorrimento relativo di due parti del massiccio.

I terreni poi provenienti dalla decomposizione chimica delle rocce primitive sotto influenze diverse, quale il calore, una pressione considerevole, od un'atmosfera contenente dei principii capaci di agire chimicamente su qualche elemento delle rocce feldspatiche, conservano ordinariamente la struttura delle rocce da cui provengono.

S'incontrano pure strati di argilla schistosa coi piani di giunto paralleli al letto di posa dello strato, ed alcune volte, ma raramente, più o meno inclinati su questo; e strati d'argilla spugnosa e talora di così poca compattezza da esser permeabili e costituire dei veri banchi di stillamento.

*Assorbimento dell'acqua.* — La proprietà di assorbir l'acqua più o meno prontamente, che possiedono le terre, sembra dipendere principalmente dal loro grado di porosità, ossia dal volume delle loro molecole. Così le sabbie formate di grossi grani assorbono prontamente l'acqua, mentre le argille formate di parti impalpabili non l'assorbono che assai lentamente.

Tutte le terre poi non assorbono d'acqua che una quantità determinata: la sabbia, allorchè è satura perde l'eccedente in virtù della permeabilità, l'argilla invece diventa impermeabile.

La quantità d'acqua poi che le terre possono contenere varia colla loro natura e stato d'aggregazione. L'ingegnere Leclerc pretende che il suolo allo stato di umidità ordinario ne contenga dal 15 al 23 per 100, ovverosia in volume 0,225 a 0,345 per metro cubo. Da questo si comprende quanto grande debba essere la quantità d'acqua contenuta nei terreni che ne son pregni.

*Coesione.* — La coesione si è detto variare colla quantità d'acqua che le terre contengono. In generale è assai debole quando esse sono prive, oppure contengono una troppo grande quantità d'acqua. Difficile sarebbe il determinare lo stato d'umidità a cui corrisponde un massimo di coesione per una data terra.

L'argilla è quella che la possiede al massimo grado, la sabbia in

generale è dotata di una resistenza di coesione quasi nulla, se si eccettuino le sabbie a grani finissimi che godono talora di una compattezza paragonabile a quella dell'argilla. In generale si può ritenere che la coesione stia in ragione diretta della quantità d'argilla che entra nella composizione delle terre.

*Attrito.* — La resistenza d'attrito dipende dalla natura delle terre e dal loro grado d'umidità. È assai grande per le sabbie, assai debole nelle terre argillose e fine, e diminuisce coll'aumentarsi dell'umidità.

*Permeabilità.* — Le acque a contatto delle terre sono soggette a due forze diverse: l'azione della gravità che tende ad avvicinarle al centro della terra, e l'azione della capillarità delle terre stesse. La prima di queste forze è costante, od almeno nei casi pratici la si può riguardare come tale; la seconda è variabile colla natura delle terre e col loro grado di compattezza. Le sabbie in generale formate da grossi grani sono permeabili, mentre le argille, per le quali la forza capillare vince l'azione della gravità, non lo sono.

### **Principii fondamentali del consolidamento.**

*I massi di terra* sono sottoposti all'azione di due forze, il peso e la coesione, oppure peso ed attrito. Resistenza di coesione e resistenza d'attrito non sono contemporanee; l'attrito entra in azione solo quando cessa di agire la coesione, e la massa rotto l'equilibrio, in virtù del peso, si mette in movimento. Il peso agisce costantemente ed è direttamente proporzionale alla massa, la coesione e la resistenza d'attrito variano colla natura delle terre, non che collo stato di umidità di essa. Il peso tende a far discendere in basso le molecole, mentre che, sia la coesione per il corpo in riposo, che l'attrito per il corpo in movimento, si oppongono alla discesa. Vi sarà equilibrio stabile allorchè la componente del peso parallela al piano secondo cui tende ad effettuarsi la rottura, è minore sia della resistenza di

coesione secondo lo stesso piano per il corpo in riposo, sia della resistenza d'attrito che si svilupperebbe, allorchando, cessata l'azione della coesione, il corpo tende a mettersi in moto.

Da ciò si vede che l'arte del consolidare deve partire dai principii seguenti:

1° Opporsi alle cause che tendono a diminuire o distruggere la coesione e l'attrito;

2° Opporsi alle cause che tendono ad aumentare il peso delle masse;

3° Opporre, qualora non si possano prevenire le cause, alla risultante delle forze, la quale determina il movimento, una forza eguale e contraria.

### **Cause di scoscendimento.**

Le cause di scoscendimento delle scarpe sono le seguenti:

1° Influenze atmosferiche;

2° Acque interne;

3° Diversa natura della terra e loro struttura;

4° Inclinazione della scarpa;

5° Piano di scorrimento.

*Influenze atmosferiche.* — Sotto l'azione delle vicende atmosferiche le terre perdono in generale della loro coesione. Le sabbie la perdono per il fatto dell'evaporarsi dell'acqua, le argille risentono delle forti contrazioni, essicandosi si restringono, ossia diminuiscono di volume, cagionando nella massa numerose screpolature; poscia pel sopravvenire delle piogge s'imbevono d'acqua per le screpolature operate dall'essicamento e soventi diventano quasi liquide. Inoltre le acque fanno considerevolmente aumentare il peso delle terre; ma come attore principale nel disgregamento entra l'azione del gelo.

È noto come il volume di due pesi eguali di ghiaccio ed acqua stieno approssimativamente fra loro come 11 sta a 10. Al sopravvenire dei geli le terre contengono ordinariamente una quantità con-

siderevole d'acqua proveniente dalle piogge autunnali. Quest'acqua congelandosi aumenterà il suo volume di 1/10, esercitando ciascun volumetto d'acqua compreso fra due particelle terrose un lavoro tendente all'allontanamento di esse. Durante il gelo ordinariamente le terre godono di una maggiore compattezza, ma questa non è duratura, cessando col sopravvenir del disgelo, perchè le particelle allontanate per opera del gelo non potranno a tale distanza esercitare la loro azione di reciproca attrazione.

*Acque interne.* — Abbiamo visto come i terreni di sedimentazione siano formati da strati. Ordinariamente sopra uno strato argilloso esiste uno strato permeabile di spessore più o meno grande. Le acque provenienti dalla pioggia e dalla fondita delle nevi attraversano questo strato e vanno a formare una lama d'acqua sopra lo strato argilloso, lama che sarà più o meno considerevole secondo l'abbondanza delle acque, la stagione, la natura e lo stato del suolo superiore, l'estensione e la forma del bacino.

Questa lama d'acqua, che ordinariamente ha estensione considerevole ed andamento in generale parallelo alla superficie del suolo, va ad immettersi nel corso d'acqua che costituisce il fondo della vallata. La sua azione non è continua, ma solo si esercita per qualche tempo dopo la pioggia e la fondita delle nevi. Talora gli strati si presentano alternativamente permeabili ed impermeabili, ed allora le acque penetrando negli strati permeabili per le loro teste, colle quali questi vengono a sfiorare il suolo, vi sono condotte al fondo della vallata fra due strati impermeabili come in un sifone. Queste acque cagionano degli scoscendimenti nelle trincee, sia col rammollire i banchi argillosi sui quali si muovono, ed in conseguenza diminuendo la coesione delle terre; sia diminuendo la coesione su una delle scarpe della trincea, sulla quale vengono a scorrere, essendo stato interrotto il loro corso naturale verso il fondo della vallata per l'aprimiento della trincea stessa. Per farsi un'idea della quantità d'acqua che può talora scorrere su questi banchi argillosi, specialmente quando abbiano una grande estensione, basta osservare che in un anno cade un'altezza d'acqua sul suolo di circa 60 centimetri, e che da accurate esperienze

fatte in Inghilterra si può ritenere che in media il 41 per 100 di quest'acqua viene assorbito dal suolo.

Delle grandi quantità d'acqua possono talora trovarsi nei banchi permeabili alla primavera prima del disgelo per un accumulazione, essendo gli sbocchi delle lame chiusi per opera del gelo.

*Diversa natura delle terre e loro struttura.* — Le terre che più ordinariamente abbisognano di opere di consolidamento sono le terre argillose, le terre sabbiose, le terre risultanti dalla mescolanza di argilla e sabbia e finalmente le marne argillose. Delle proprietà delle argille si è già parlato. Per la contrazione che esse subiscono, danno luogo a scoscendamenti sia superficiali, sia di grandi masse. Le terre sabbiose, se non riposano su banchi impermeabili, ordinariamente non danno che scoscendamenti superficiali; ma allorchè riposano su banchi di argilla, e le acque filtranti sono in gran quantità, esse diventano mobili e possono per grandi estensioni venir trasportate dall'acqua. Le mescolanze di argilla e sabbia godono di proprietà intermedie a quelle dei due componenti. Le marne argillose si disgregano per le vicende atmosferiche e danno scoscendimenti superficiali; ma se esistono dei banchi di stillamento, per l'azione dell'acqua vanno anch'esse soggette agli scoscendimenti in massa.

La struttura delle terre di molto influisce come causa di scoscendimento. Essa talora presenta, come si è visto, per il modo di formarsi delle masse dei piani o superficie di divisione parallele. Su queste è nulla o pressochè nulla la coesione, ed inoltre vi ha facile passaggio l'acqua, che è uno dei primi agenti di distruzione.

*Inclinazione delle scarpe.* — Dando alle scarpe una pendenza troppo forte, si aumenta di troppo la componente del peso che tende a produrre lo scoscendimento; con scarpe troppo dolci, si va incontro ad enormi spese. L'esperienza insegna doversi per esse ritenere la pendenza fra 1 di base per 1 di altezza e 3 di base per 2 di altezza.

*Piano di scorrimento.* — Son piani di scorrimento le superficie di separazione fra gli strati permeabili ed impermeabili sulle quali

è pochissima la coesione. Talora esistono dei piani di scorrimento nelle masse argillose per l'esistenza di un sottile strato di argilla di struttura più fina. Questi piani si distinguono dai primi per la poca acqua di stillamento. Basta a formare un piano di scorrimento un sottile strato d'argilla fra due strati permeabili; e ciò perchè l'argilla si rammollisce sotto l'azione dell'acqua e si divide in due parti che rimangono aderenti ai due strati fra cui è compresa. Si riconoscono ordinariamente questi piani per il diverso colore che hanno gli strati da essi separati.

Pare che l'ingegnere Chaperon volesse alludere a questi piani di scorrimento preesistenti, allorchè in una sua memoria confutava il sig. Sazilly, circa il suo modo di considerare gli scoscendimenti, come unicamente prodotti dall'azione combinata delle vicende atmosferiche ed acque interne. Il signor Chaperon opina che il suolo delle colline argillose non siasi costituito che dietro una serie di secolari movimenti degli strati, e la massa non presenti che un equilibrio instabile frequentemente alterato dai disgeli e dalle lunghe piogge. Questo equilibrio instabile si manterrebbe, secondo il citato autore, solo alla condizione che le parti superiori trovino il loro appoggio sulle parti inferiori del terreno; cosicchè verrebbe distrutto per le più piccole modificazioni apportate nel rilievo del suolo.

La rottura d'equilibrio delle masse argillose è, secondo Chaperon, la causa preponderante degli sdruciolamenti a grande distanza, che sono così frequentemente la conseguenza dell'aprimiento delle trincee nei colli, in dolce pendio formati da terreni argillosi.

### **Modo di prodursi degli scoscendimenti.**

Non parleremo qui degli scoscendimenti superficiali che si osservano ordinariamente sulle scarpe delle trincee, e prodotti dalle vicende atmosferiche e specialmente dall'azione dell'acqua delle piogge e del gelo, che facilmente possono impedirsi con semplici impallicciature. In ogni caso non sono da temersi gravi danni per questa specie di scoscendimenti a meno che le terre sieno sabbiose.



Negli scoscendimenti di qualche importanza devonsi considerare due modi speciali di formazione.

1° Essi sono costituiti da una serie di parziali scoscendimenti.

2° Una gran massa di terra si mette in movimento, ed una volta che ha preso un equilibrio stabile non si hanno più a temere altri scoscendimenti.

Gli scoscendimenti successivi sono ordinariamente cagionati dalle lame d'acqua che scorrono su banchi d'argilla. Difatti supponiamo che si abbia uno strato permeabile posto sopra uno impermeabile. L'acqua che scorre su questo sbocchi sulla scarpa di una trincea; quest'acqua incomincerà ad esportare un piccolo prisma di terra disaggregato per l'esposizione all'aria, costituendosi come una specie di foce, la quale s'ingrandirà man mano scalzando completamente per un'altezza abbastanza considerevole lo strato superiore, finchè questo, in virtù del proprio peso, scoscende. Ma collo scoscendimento non essendo cessata la causa, se ne potranno produrre altri successivamente.

Un altro modo di prodursi degli scoscendimenti nelle stesse circostanze ora citate, si è per un disaggregamento della parte superficiale dello strato argilloso prodotto dalle vicende atmosferiche. Le terre disaggregate saranno ben presto attraversate in tutti i sensi, distruggendosi in basso, od almeno diminuendosi considerevolmente la coesione, per cui succederà uno scoscendimento per tutta la profondità della trincea e talora anche fino al dissotto della platea di questa. Anche in questo caso gli scoscendimenti potranno ripetersi.

Se la inclinazione della scarpa si è tenuta ripida più di quel che convenga per il naturale declivio delle terre, non essendovi altra causa, lo scoscendimento si farà ordinariamente in una sol volta, se si eccettuino gli scoscendimenti superficiali, che ordinariamente dopo succederanno finchè la scarpa abbia preso l'inclinazione conveniente per le terre.

Esistendo un banco di scorrimento, gli scoscendimenti si faranno in masse, e potranno avvenire nei due modi citati, cioè per masse parziali, od in una sol volta, secondo la natura e la disposizione degli strati, la natura e la disposizione dei banchi di scorrimento.

### **Genni sui sistemi di consolidamento più in uso.**

Si è detto come l'equilibrio risulti dall'azione contemporanea del peso con una delle resistenze di coesione o d'attrito. Se i costruttori che ci lasciarono dei metodi di consolidamento, sono d'accordo nello ammettere gli scoscendimenti come conseguenza dello squilibrio fra l'azione di queste forze, non tutti però sono d'accordo nell'attribuire alle cause da noi più sopra citate, e tendenti a produrre lo squilibrio, egual importanza; d'altronde il più delle volte non tutte queste cause esistono contemporaneamente.

Quindi ne nacquero i metodi a cui brevemente acceneremo, metodi adoperati in particolari circostanze, i quali in generale fecero buona prova. Su questi quindi dovrà in ogni caso far cadere la sua scelta il costruttore, combinando all'occorrenza anche due sistemi diversi.

*Pietraie pel consolidamento di scarpe di trincee aperte in terreni a strati alternativamente permeabili ed impermeabili.* — Quando siasi riconosciuto che la causa determinante gli scoscendimenti è l'esistenza di un piano di scorrimento, può soddisfare il seguente espediente. Parallelamente alla direzione della trincea, ed in a monte, si apre una fossa a pareti verticali o leggermente inclinate, approfondandola fin sotto il livello della platea della trincea, ed inclinandola verso l'estremità, in modo che le acque vi possano avere un libero sfogo. Le pareti di questa fossa si sostengono durante la costruzione, mediante appositi puntellamenti. La fossa poi si riempie con pietre spaccate o ghiaia fin sopra il pelo delle acque, e poi con terra fortemente compressa. Le acque che vengono dal disopra, restano raccolte dalla pietraia e si hanno così asciutti i piani di sdruciolamento pel masso di terra che si trova compreso fra la pietraia stessa e la trincea ottenendosi un contrafforte naturale in terra. I puntellamenti in legno, che servono a sostenere le pareti durante la costruzione, ordinariamente si lasciano a sito, e così serviranno anch'essi ad opporsi al movimento, rendendo solidario lo strato che tende a scorrere con quello su cui si muove.

Quando sotto il terreno argilloso trovisi uno strato di terreno cavernoso può talora bastare l'apertura di alcuni fori colla trivella a guisa di pozzi assorbenti attraverso lo strato argilloso.

*Metodo dell'ingegnere Sazilly.* — L'ingegnere Sazilly, negando la preesistenza dei piani di scorrimento, ed ammettendo che la sola causa producente gli scoscendamenti sia l'azione combinata delle acque interne e delle vicende atmosferiche che indeboliscono a tal punto le teste degli strati argillosi, presentantisi sulla scarpa della trincea da cagionare gli scoscendimenti, crede conveniente di praticar pietraie disposte sulla scarpa stessa, aventi l'andamento dei banchi di stillamento ed in ogni caso una sufficiente pendenza per il pronto scolo delle acque. Da queste pietraie che si possono chiamare longitudinali, le acque vanno a raccogliersi nei fossi della trincea mediante pietraie trasversali. A riparare e scarpa e pietraie dal gelo, il signor Sazilly fa uso d'incamiciate in terra e talora in pietrame, o muratura a secco.

Se per la sottigliezza degli strati alternativamente permeabili ed impermeabili le acque si presentano su tutta la superficie della scarpa, si sostituisce alle pietraie un filtro generale facente l'ufficio di queste, e talora anche il filtro rinforzato con pietraie longitudinali là dove esistono abbondanti acque di stillamento.

*Metodo Chaperon.* — Ammesso che nel maggior numero dei casi lo scoscendimento avvenga per un movimento che si estende per un gran tratto nella massa, il signor Chaperon crede non esservi altro miglior spediente che di sorreggere la massa stessa con ritegni artificiali, quali sarebbero muri a secco di rivestimento con contraforti ed archi in discarico. Questi muri lascerebbero passare attraverso di loro le acque delle lame, e colla loro spinta a monte sostituendo quella delle terre tolte, ristabilirebbero l'equilibrio distrutto per l'escavazione della trincea.

*Metodo Ledru.* — L'ingegnere Ledru ammettendo che le cause di scoscendimento sian quelle suggerite dal signor Sazilly, immaginò di

impiegare per il pronto prosciugamento senza aver a temere l'azione dei geli un apposito sistema di drenaggio.

Esso consiste in tante fogne elementari alla profondità di 1 metro ad 1,20 sotto la superficie delle scarpe, distanti fra loro di 3 a 6 metri, e disposte secondo linee parallele alle linee di maggior pendio della scarpa. Queste fogne elementari immettono le loro acque in due collettori longitudinali, collocati al disotto di piccole banchine che si trovano al piede delle scarpe. Da questi poi mediante collettori trasversali le acque si versano in un collettore centrale posto nel mezzo dello scavo che le esporta dalla trincea.

*Metodo Alemanno.* — Col metodo Alemanno come col metodo delle pietraie in a monte si cerca di ottenere un masso di terra stabile, collocando un tubo di drenaggio entro apposita fossa praticata a qualche distanza dalla sommità della scarpa e col suo fondo a qualche centimetro sotto il livello della lama, causa degli scoscendimenti. Da questo tubo l'acqua viene portata mediante collettori trasversali in collettori longitudinali che si trovano sotto fossetti praticati al piede della scarpa.

*Consolidamento delle scarpe di trincee aperte in terreni sabbiosi e per una considerevole altezza attraversati da abbondanti acque che le rendono mobili.* — Si è detto come gli scoscendimenti superficiali possono acquistare grandi proporzioni solo quando le terre siano sabbiose ed attraversate da abbondanti acque. In questo caso se si stabilisce un filtro generale, esso verrebbe ben presto otturato dalle sabbie. Si previene tale inconveniente sostituendo al filtro un rivestimento formato di fascine riempite di ghiaia, per la fabbricazione delle quali si prestano favorevolmente gli arbusti di ginestro e quelli di sambuco. Allo scopo poi di procedere all'effettuazione di siffatto rivestimento senza soffrire incomodo dalle acque sgorganti, dopo che siasi tagliato il terreno a scalinata cogli spigoli situati in un piano parallelo alla superficie definitiva della scarpa, si incomincia a stabilire un primo filare di fascine sullo scalino supremo, quindi un secondo sullo scalino successivo, e badando di alternare fra loro i giunti dei filari per

ragion di solidità, in quel modo vuolsi proseguire fino a raggiungere il fondo della scarpa, ove scavato un fosso, questo si riempirà di pietrami solo quando l'acqua filtri monda d'arena, e più non abbiassi a temere il pericolo d'otturazione del fosso stesso. Il fascinato si vorrà in seguito ricuoprire con uno strato di 0<sup>m</sup>, 40 di grossa sabbia, sulla quale fissando un ultimo rivestimento in piote, si raggiungerà il piano definitivo della scarpa.

*Ricostruzione delle scarpe scoscese di trincea.* — Allorquando in er reni suscettibili di scoscendersi non si applicano i lavori di consolidamento oppure si applicano male, parti più o meno grandi delle scarpe delle costrutte trincee franano.

È difficile il dare norme precise circa i ripieghi d'adoperarsi in questi casi per la svariatezza dei modi di prodursi delle rotture; solo in generale si può dire che devesi:

1° incominciare dal rendere stabili i terreni che cessarono di scoscendere;

2° Regularizzare e rattenere le terre scoscese in modo che per qualsiasi evenienza non possano apportar guasti alla trincea;

3° Trasportare le terre scoscese, qualora le opere di regularizzazione o di ritegno sieno per risultare d'esito incerto od obblighino a spese maggiori di quelle che esige il trasporto.

### **Studio delle terre.**

Abbiamo visto come varie sieno le cause che, nelle scarpe delle trincee, determinino le terre a scoscendere, e come gl'ingegneri, fondandosi più su alcune di esse che sulle altre, abbiano proposto e messo in pratica metodi diversi di consolidamento.

Egli è perciò che il costruttore, tanto prima come durante l'apertura della trincea, dovrà fare un accurato studio del terreno a fine di riconoscerne la natura, e di rinvenire, quando dalle fatte investigazioni le terre risultino franabili, quali delle sovraccennate cause sieno

le preponderanti, e quindi quale sistema di consolidamento abbiasi ad adattare, siccome il più confacentesi all'uopo.

Una considerazione che varrà in ogni caso a porre il costruttore sulla vera via dello scuoprimento della causa delle frane, si è, che se queste possono avvenire pel fatto dello scorrimento di una parte del massiccio sopra un piano preesistente, o per l'equilibrio instabile della massa, la causa esistendo prima dell'apertura della trincea, avrà in precedenza dovuto in qualche modo manifestare i suoi effetti mediante screpolature, laddove esistono naturali irregolarità del terreno.

Mediante la trivella, aprendo fori su tutta la vallata od almeno per una grande striscia di terreno, dove dovrà passare la trincea, si avrà campo di studiare accuratamente la natura dei vari banchi, nonchè il loro generale andamento.

Aperto la trincea poi sarà importante di conoscere tutti i banchi di stillamento, specialmente quando vogliasi far uso del metodo Sazilly. Perciò basta fare dei segnali all'aprimiento delle cunette, perchè allora l'acqua interna di filtrazione è più abbondante, ed è quindi facile il notare tutti i siti dove si vede l'acqua comparire. Nell'ingrandimento della trincea non si perda d'occhio l'andamento degli strati nei quali si sono manifestati gli stillamenti. Questi strati determinano le posizioni, in cui saranno per manifestarsi le lame liquide provenienti da filtrazioni e da abbondanti piogge cadute sulla superficie del suolo ed assorbite dal terreno; e quando si è riconosciuto uno strato di terreno da cui l'acqua scaturisce, si ha quasi la certezza che danno passaggio alle acque gli altri strati della medesima natura, del medesimo colore ed egualmente disposti.

Se durante l'aprimiento della cunetta non si son fatte le osservazioni necessarie per la determinazione dei banchi di stillamento, si osservino le scarpe di buon mattino al levar del sole in seguito all'aria fredda e calma della notte che evapora poc'acqua; i banchi di stillamento sono allora indicati da striscie umide ben marcate. Nascendo dei dubbi sulla vera posizione di essi banchi, può facilitare la ricerca un leggero strato di sabbia o cenere sulla scarpa, ed il colore più oscuro che prendono le ceneri o sabbie per l'umidità, ne determina la posizione.

Nelle trincee aperte da qualche tempo le vicende atmosferiche cagionano sulle scarpe delle fessure, per le quali discendendo le acque si mostrano più in basso della posizione dei banchi di stillamento da cui provengono. In questo caso prima di procedere alle osservazioni converrà togliere lo strato di terre che ha sofferto dalle vicende atmosferiche.

Qualora l'acqua di stillamento sgorgi in grande abbondanza, le osservazioni dovranno farsi nelle giornate più calde e nelle ore in cui la scarpa è esposta ai raggi solari. La scarpa si presenterà secca e solo si osserveranno striscie di umidore dove esistono banchi di stillamento.

ENRICO GASTALDI DI S. GAUDENZIO.





# TESI LIBERE

---

## MECCANICA APPLICATA ED IDRAULICA PRATICA

Del giunto universale.

---

## COSTRUZIONI CIVILI, IDRAULICHE E STRADALI

Travate rettilinee. — Relazione fra i momenti inflettenti su tre appoggi successivi.

---

## MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

Moto dell'aria calda nei tubi verticali.

---

## GEOMETRIA PRATICA

Riduzione degli angoli al centro di stazione.

---