



# **ANALISI DEL COMPORTAMENTO DI ARGINI FLUVIALI**

**Sede Protezione Civile - Ponte San Nicolò**



## **GEOSOLUTION S.r.l. – INGEGNERIA e CONSULENZA AMBIENTALE**

Offre ai propri Committenti, pubblici e privati, un valido ausilio per il trattamento e la risoluzione delle problematiche che, a vario titolo, interessano l'ambiente ed il territorio, dall'ambito progettuale a quello operativo di cantiere.

### **Principali settori di intervento:**

Sistemi di Gestione Qualità, Ambiente, Sicurezza ed Energia

Progettazione impianti trattamento acque meteoriche

Studi idrologici e di compatibilità idraulica

Bonifica siti contaminati

Screening e Valutazioni di Impatto Ambientale

Modellazione geologica - Geotecnica - Geotermia

[www.geosolution.it](http://www.geosolution.it)



La sinergia di professionalità specializzate in ambiti distinti garantisce un approccio metodologico completo, in grado di fornire esaustività e flessibilità di intervento, sia nel campo pubblico che in quello privato

Le prestazioni di GEOSOLUTION sono mirate ad assicurare al Committente il miglior risultato nel minor tempo, cercando di soddisfare anche le richieste più esigenti con un servizio “tutto compreso”

**I servizi di Geosolution ricoprono i seguenti macro-settori:**

Ingegneria ambientale



Consulenza ambientale



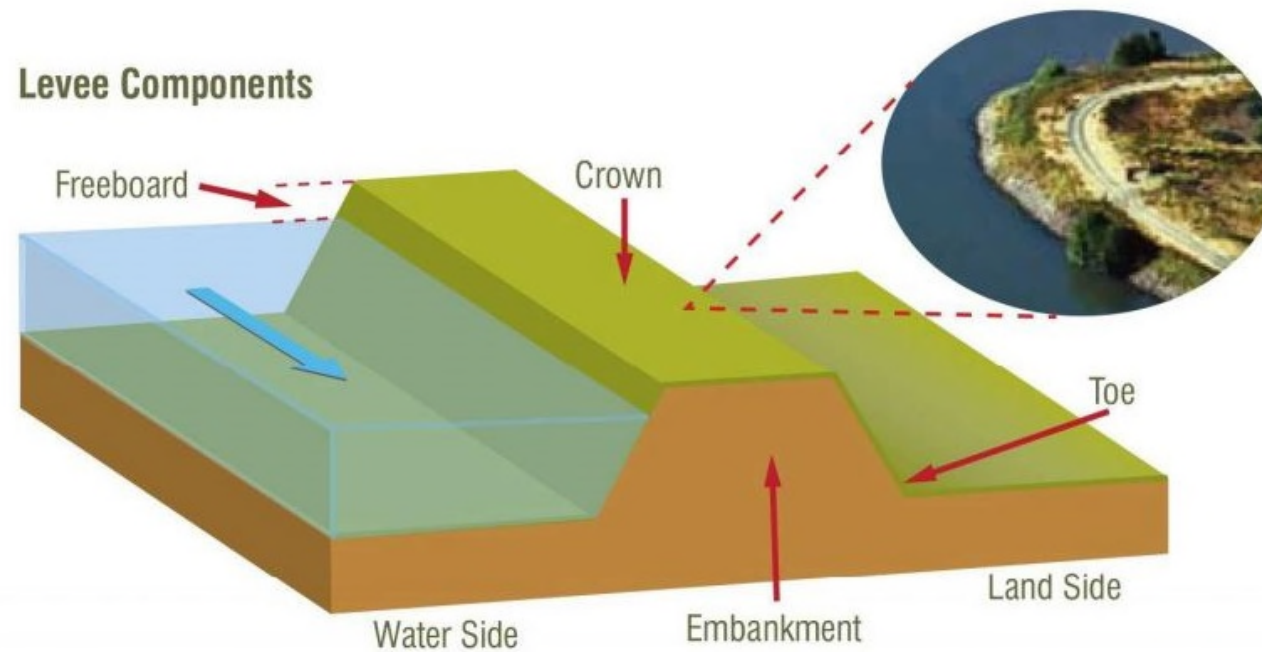
Geologia applicata



Consulenza aziendale

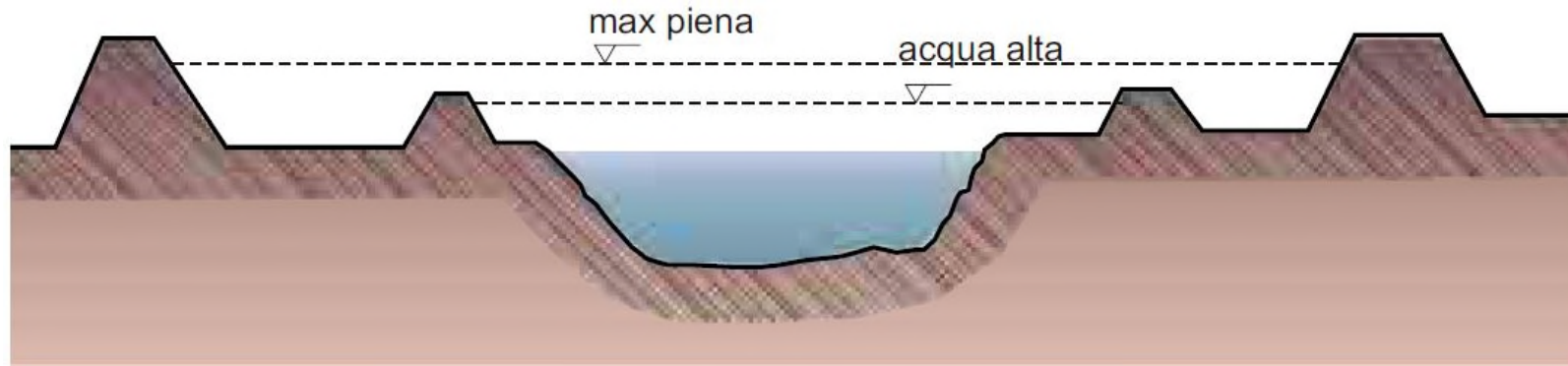


## Generalità



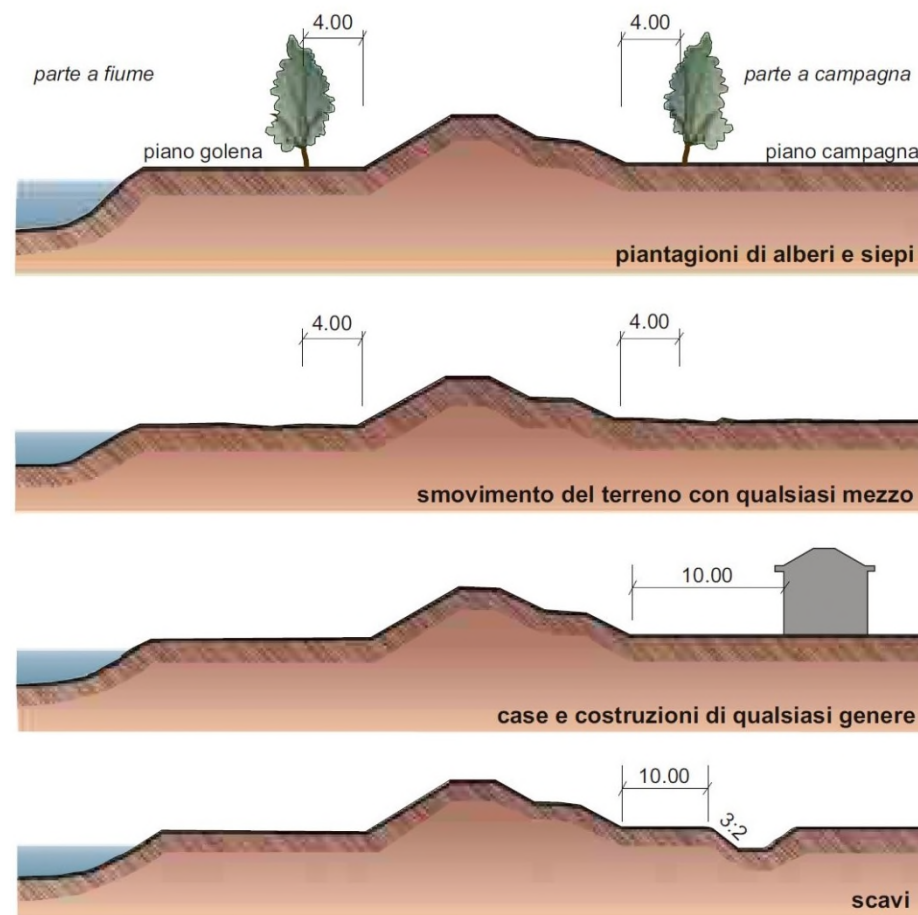
Gli argini sono costituiti da rilevati artificiali in terra con funzione di tenuta d'acqua, di altezza generalmente inferiore ai 10/12 m, che si realizzano specialmente nel bacino inferiore di corsi d'acqua, allo scopo di contenere le acque di piena, e preservare da inondazioni le aree poste lateralmente.

## Generalità



Gli argini longitudinali si dicono in **froldo**, se sono costruiti in diretta continuazione delle sponde del corso d'acqua. Generalmente però, nei corsi d'acqua importanti e soggetti a notevoli piene, gli argini longitudinali sorgono a distanza dalle sponde, in modo da lasciare alle acque di piena un certo letto di espansione; il terreno compreso fra gli argini e le sponde prende il nome di **golena**.

## Distanze minime dalle arginature fluviali – R.D. 25/07/1904 n.523



La normativa locale (PRG, PAT, ecc..) per poter prevalere sul punto disposto dal R.D. 523/1904, deve avere carattere specifico, che tenga esplicitamente conto della regola generale espressa dalla normativa statale e delle peculiari condizioni delle acque e degli argini che la norma locale prende in considerazione al fine di stabilirvi l'eventuale deroga.

## Caratteristiche costruttive

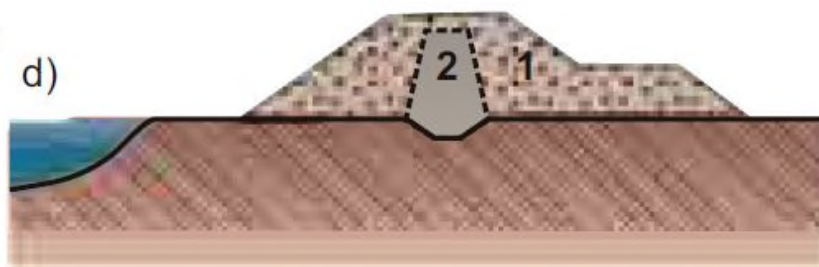
Gli argini vengono realizzati con terreno compattato aventi caratteristiche fisiche e meccaniche adeguate a renderlo stabile e a trattenere e contenere l'acqua.

Si utilizzano generalmente materiali a bassa permeabilità di natura argillosa e limosa, in grado di assicurare la stabilità del complesso argine-terreno di fondazione e nel contempo da adattarsi ai cedimenti del terreno di fondazione.

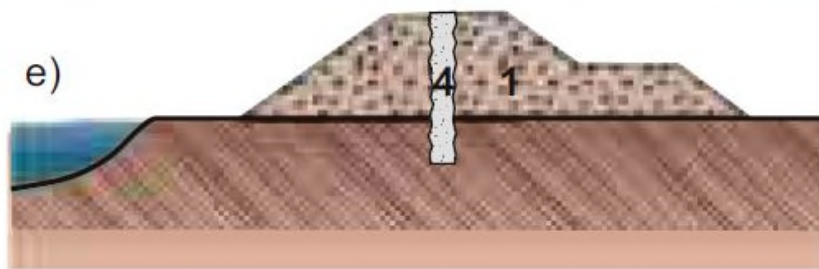
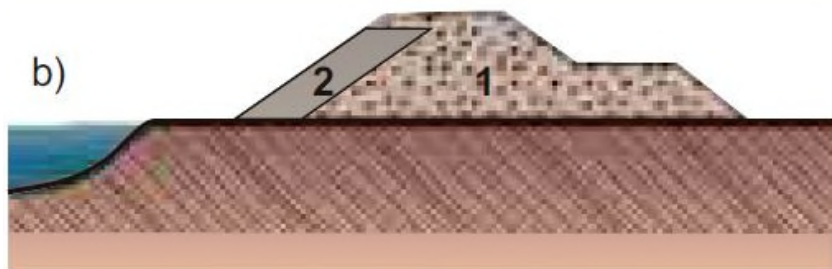
È importante che nella costruzione dell'argine si eviti la creazione di superfici di discontinuità tra il nuovo manufatto ed il terreno di fondazione o un argine già esistente; a tal fine si prevedono scotichi, solcature, gradonature.

Gli argini sono generalmente realizzati con un rilevato in terra omogenea. Il materiale è di solito terra a granulometria fine classificata A6 o A4 nel sistema di classificazione CNRUNI 10006. La permeabilità che si attende nella costruzione dell'argine con le terre dianzi indicate è non superiore a  $10^{-6} \div 10^{-8}$  m/s per contenere i fenomeni di filtrazione ed un elevato peso di volume per assicurare la stabilità al franamento.

## Caratteristiche costruttive



- 1) materiale molto permeabile
- 2) materiale impermeabile
- 3) materiale permeabile
- 4) setto impermeabile



**Sezioni arginali a zone con permeabilità diversa, atte a garantire funzioni di drenaggio e di impermeabilizzazione.**





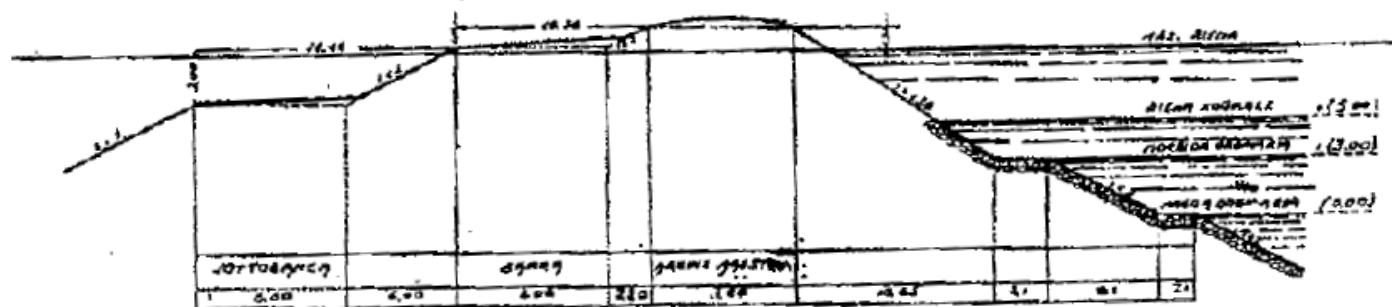
## Caratteristiche costruttive

Generalmente però per ragioni economiche la costruzione degli argini si usano i terreni presenti in golenia od in alveo. Il terreno normalmente viene posto in opera a strati dello spessore dell'ordine di 30-35 cm e successivamente compattato.

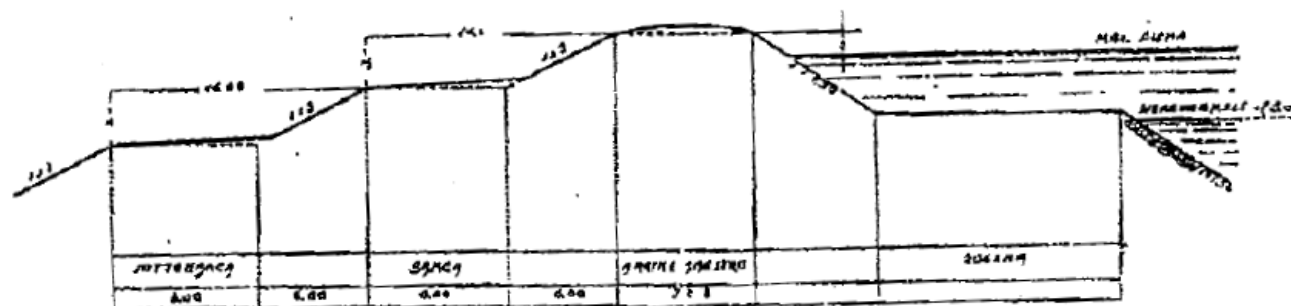
Si adottano, nella pratica sezioni, formate con materiali omogenei con filtri e drenaggi verso campagna o sezioni formate da sole due zone, mettendo in opera il materiale meno permeabile e meno erodibile verso fiume e quello più permeabile e più stabile verso campagna.

## Caratteristiche costruttive

ARGINE IN FROLDO



ARGINE IN GOLENA



La forma della sezione trasversale dell'argine con la pendenza più dolce verso campagna è dettata dalla necessità di mantenere la linea di filtrazione ma anche di contenere il pericolo di sifonamento oltre a garantire la stabilità dell'opera rispetto alla possibilità di franamento verso campagna.

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto del 8 febbraio 1873, nelle linee guida per la realizzazione delle arginature indicava pendenza di 1:2 per le scarpate verso campagna e 1:1,5 – 1:2 per quelle verso fiume. Verso campagna venivano indicare contro-banche di 6-10 m di larghezza a partire da 3 m dalla quota massima dell'argine o l'una dall'altra.

## Caratteristiche costruttive

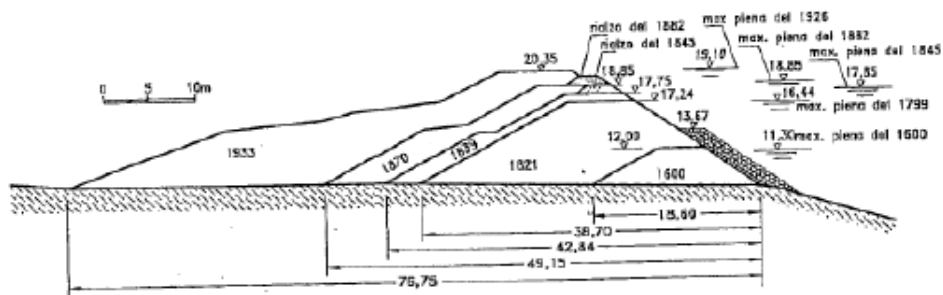
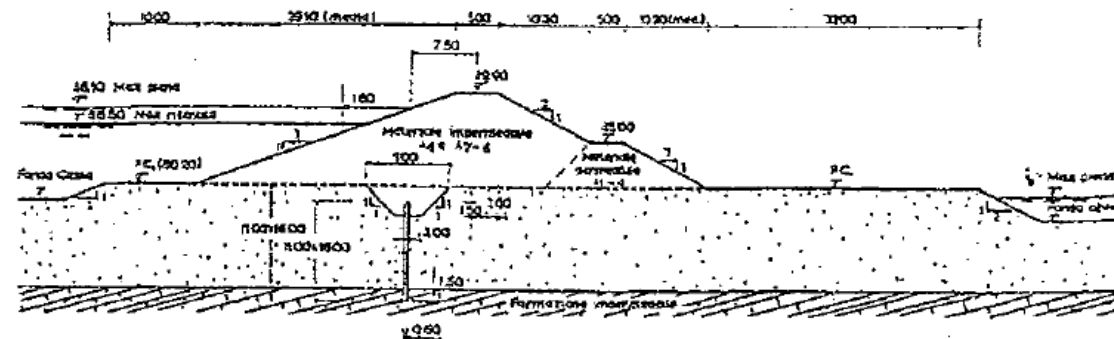
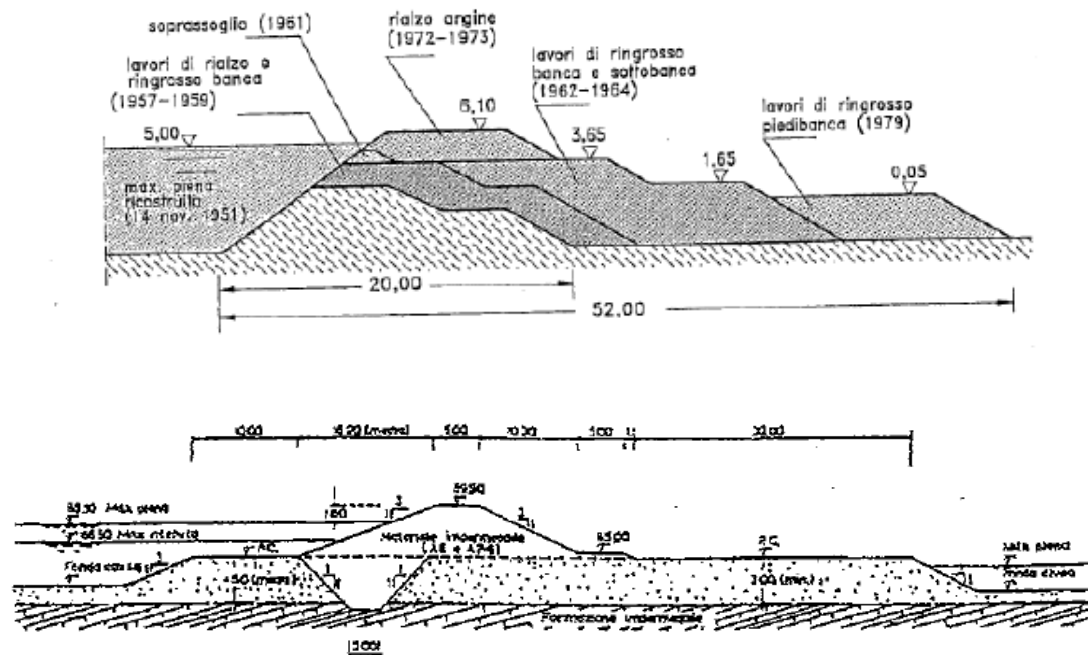


Fig. 8.3: rialzi e ringrossi dell'argine sinistro dell'Adige a Masi dal 1600 al 1933.

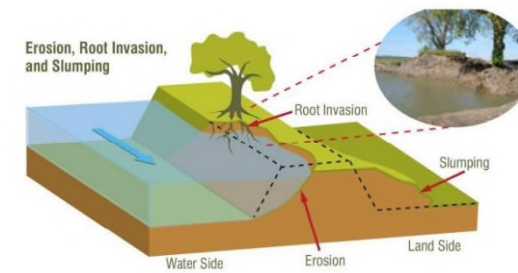
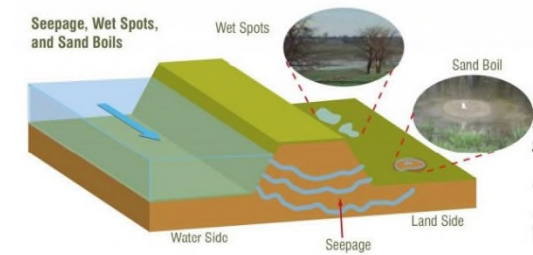
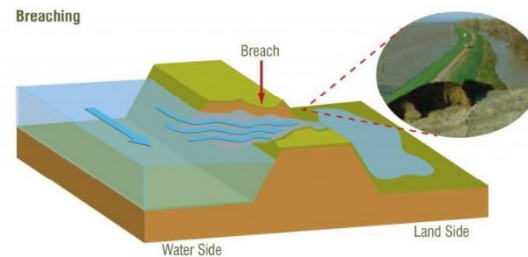
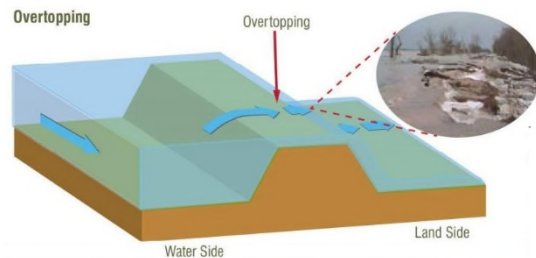
Spesso la terra per realizzare gli argini non è sufficiente o non ha le caratteristiche necessarie a realizzare un'opera omogenea. In questi casi occorre ricorrere alla formazione di nuclei di materiale poco permeabile.



## Meccanismi di rottura

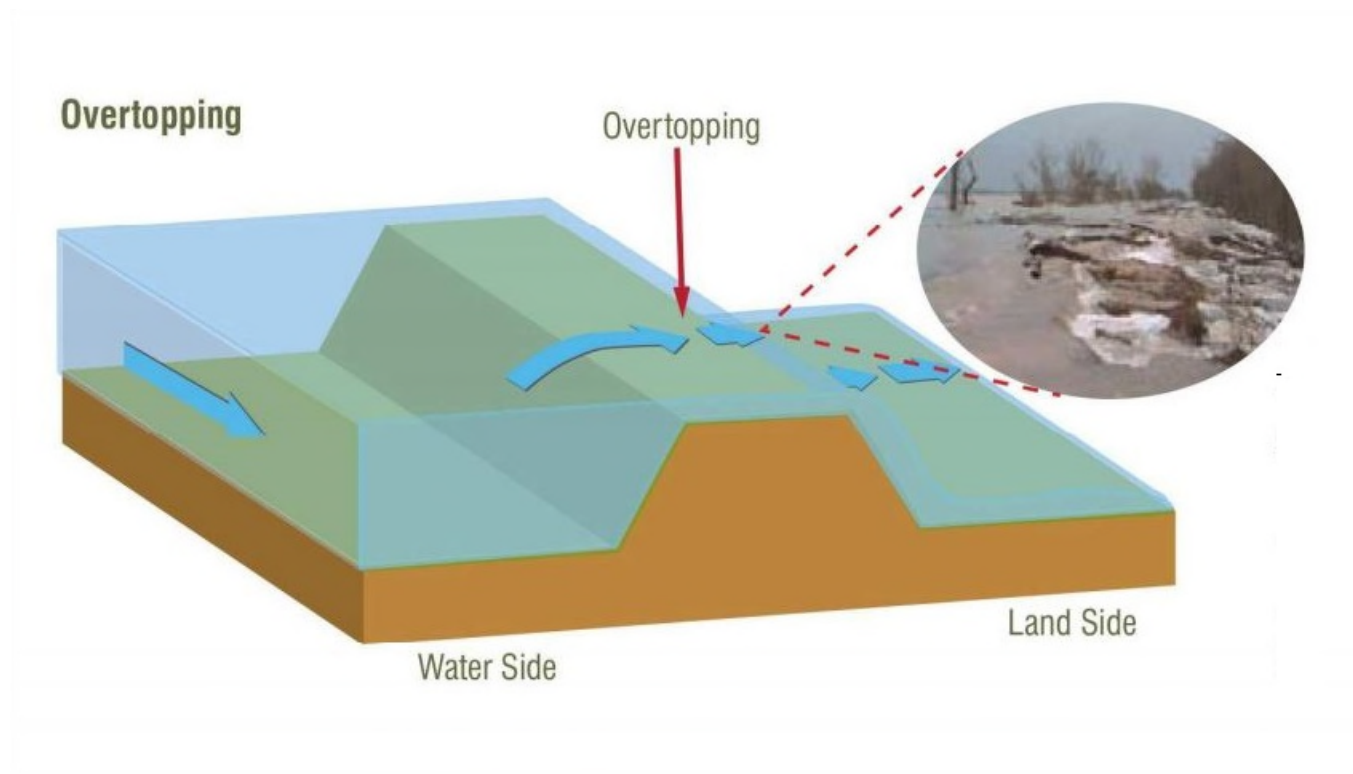
I meccanismi di rottura principali sono:

1. Sormonto
2. Erosione esterna
3. Rottura
4. Erosione interna e sifonamento



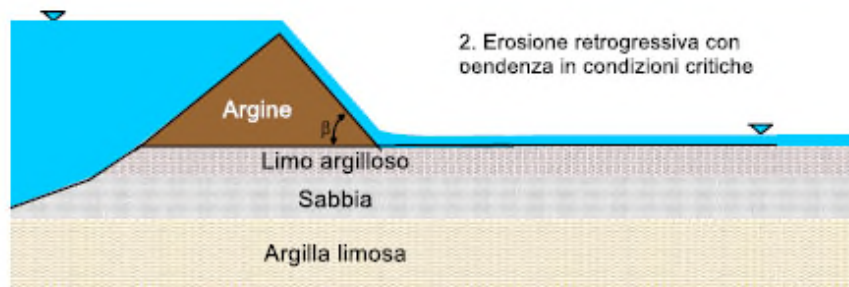
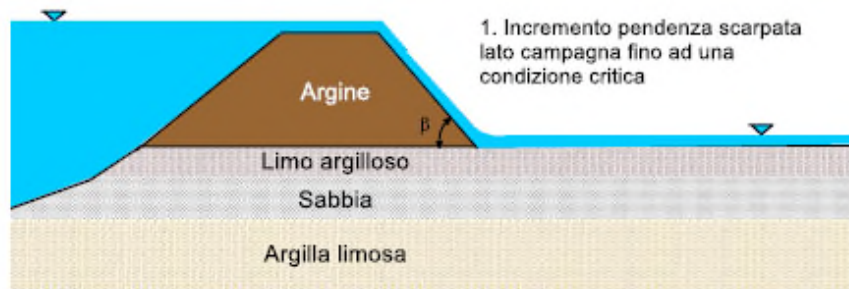
## Meccanismi di rottura

Sormonto



## Meccanismi di rottura

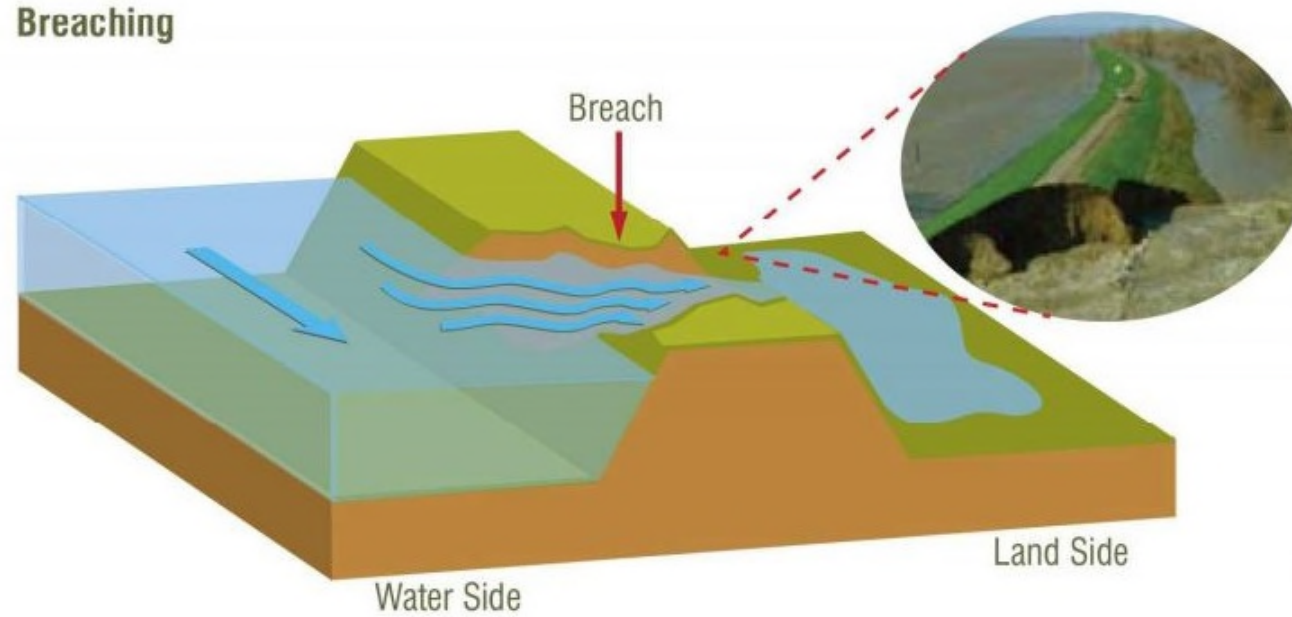
### Sormonto



## Meccanismi di rottura

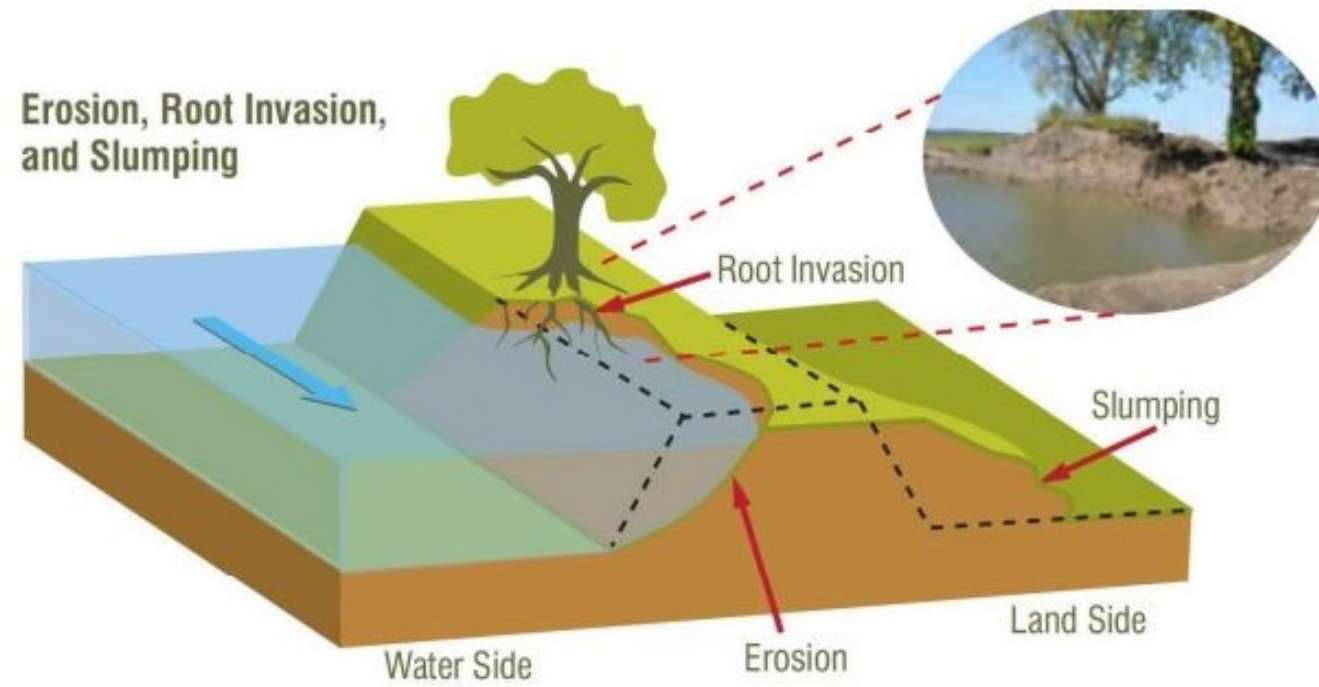
Rottura

Breaching



## Meccanismi di rottura

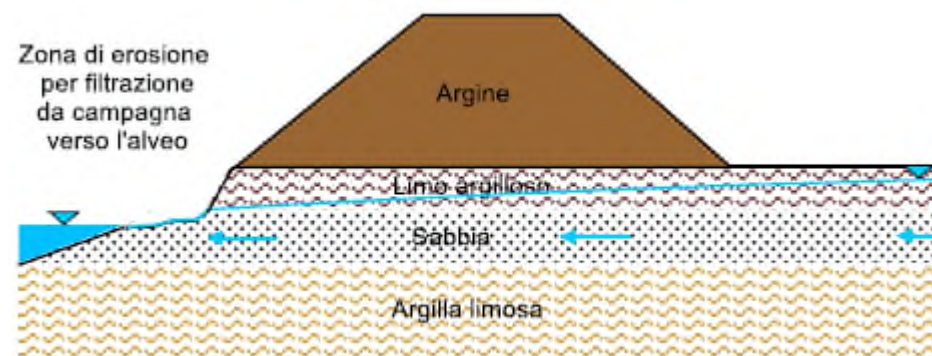
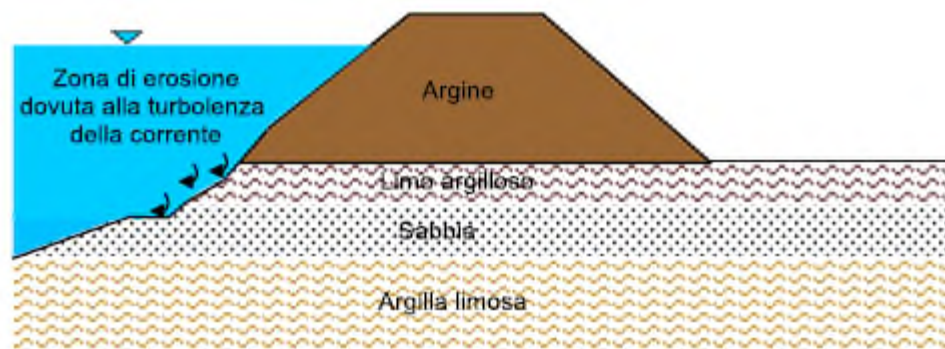
### Erosione esterna





## Meccanismi di rottura

### Erosione esterna

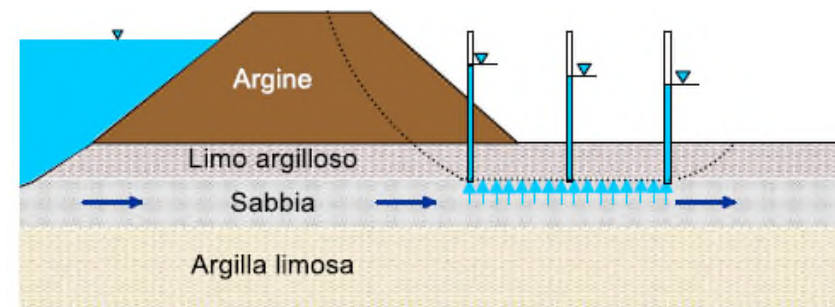


## Meccanismi di rottura

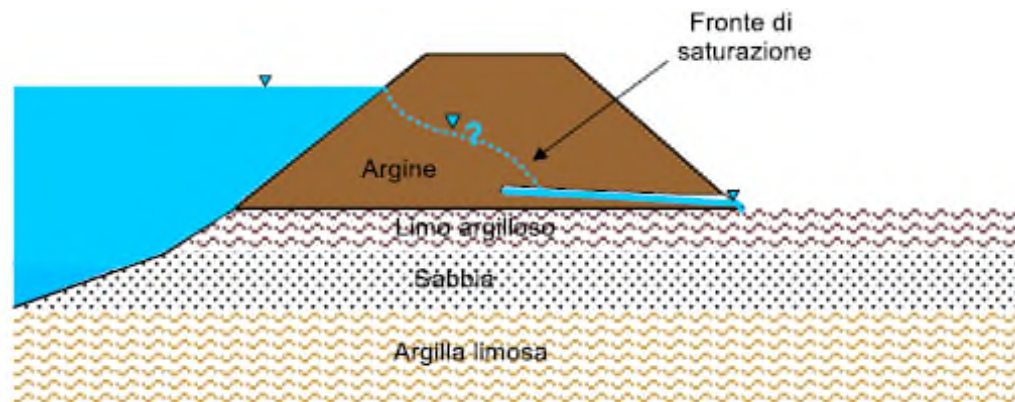
### Erosione esterna



Instabilità del paramento interno



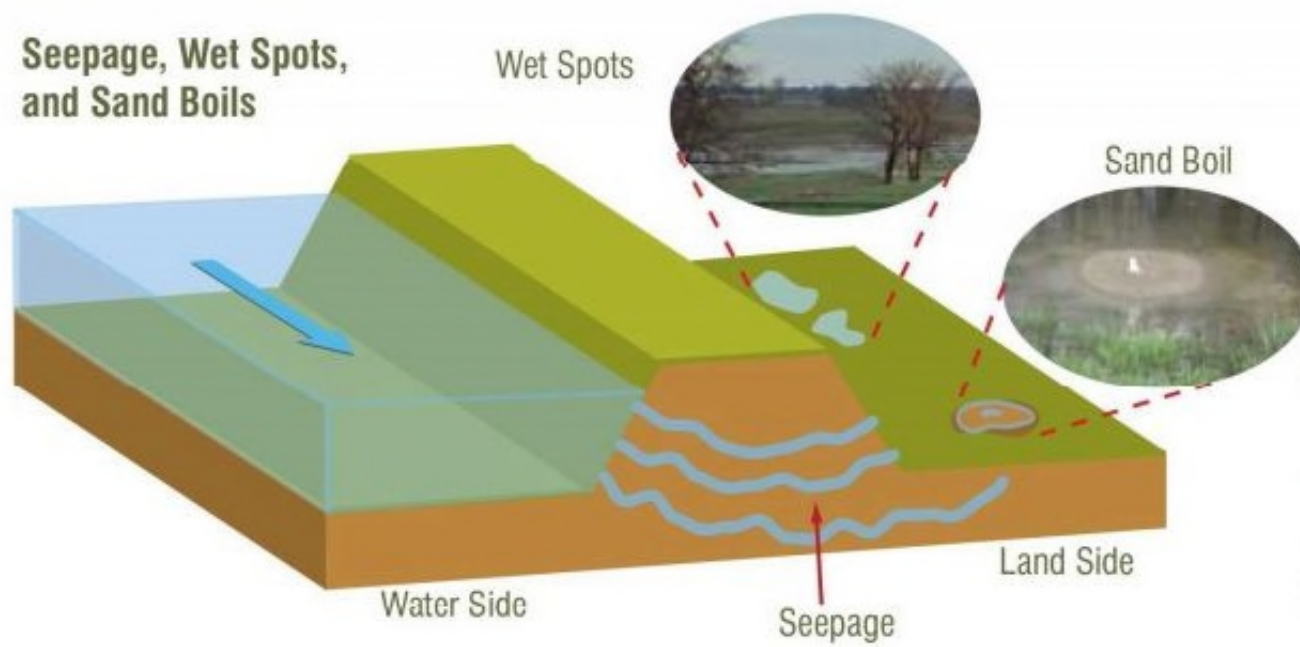
Instabilità del paramento esterno



Effetto delle tane di animali

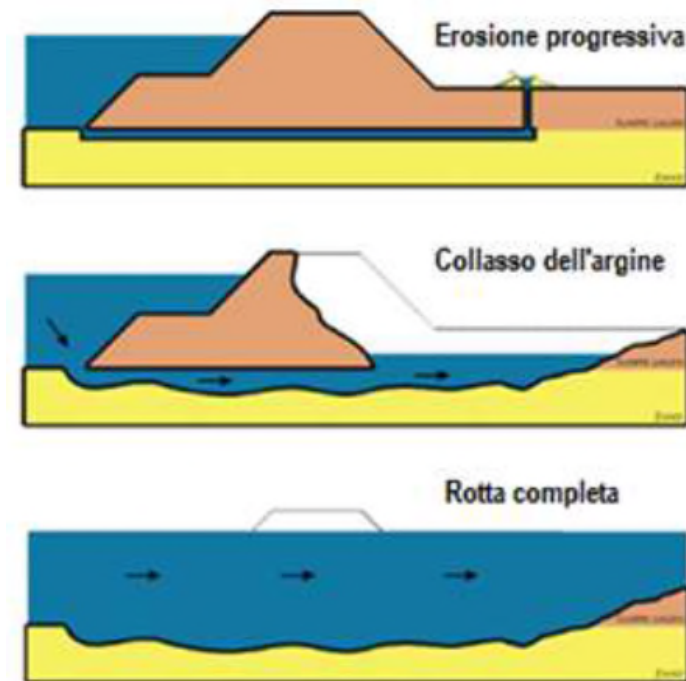
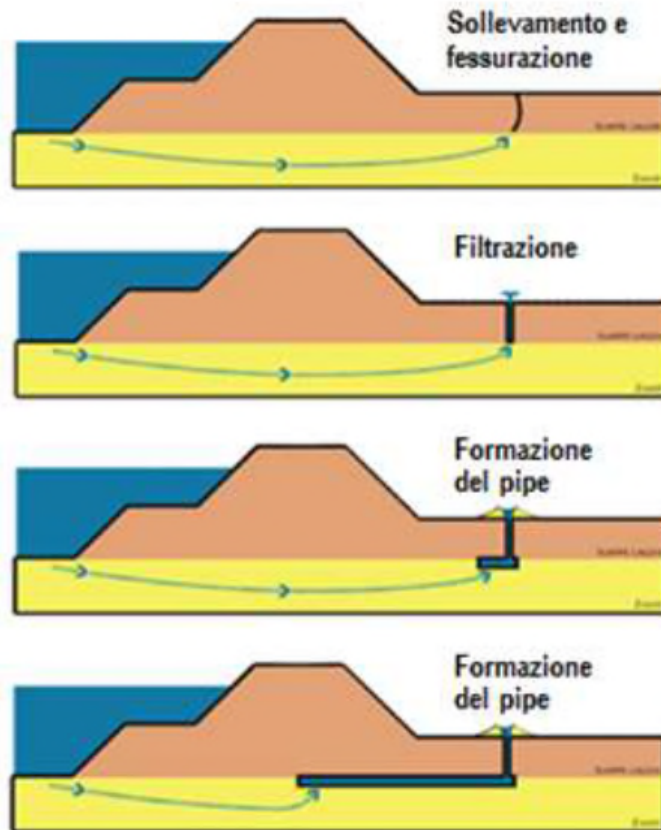
## Meccanismi di rottura

### Erosione interna e sifonamento



## Meccanismi di rottura

### Erosione interna e sifonamento



## Meccanismi di rottura



## Meccanismi di rottura



## Meccanismi di rottura



## Meccanismi di rottura





## Meccanismi di rottura



## Meccanismi di rottura



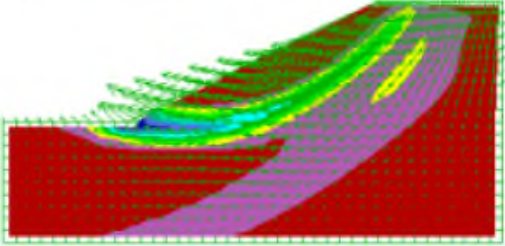
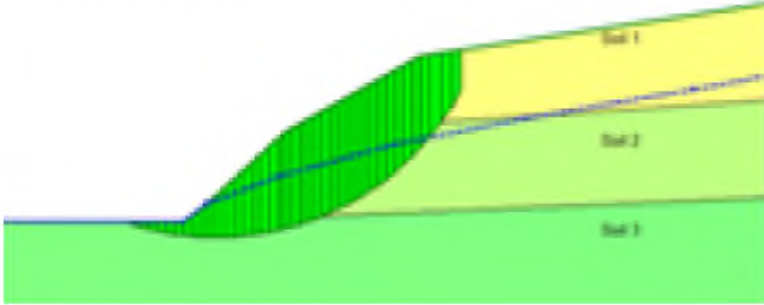
## Meccanismi di rottura



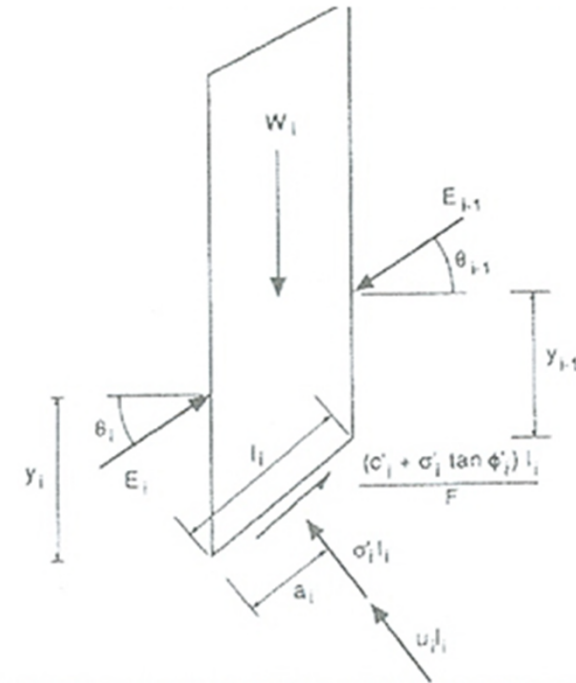
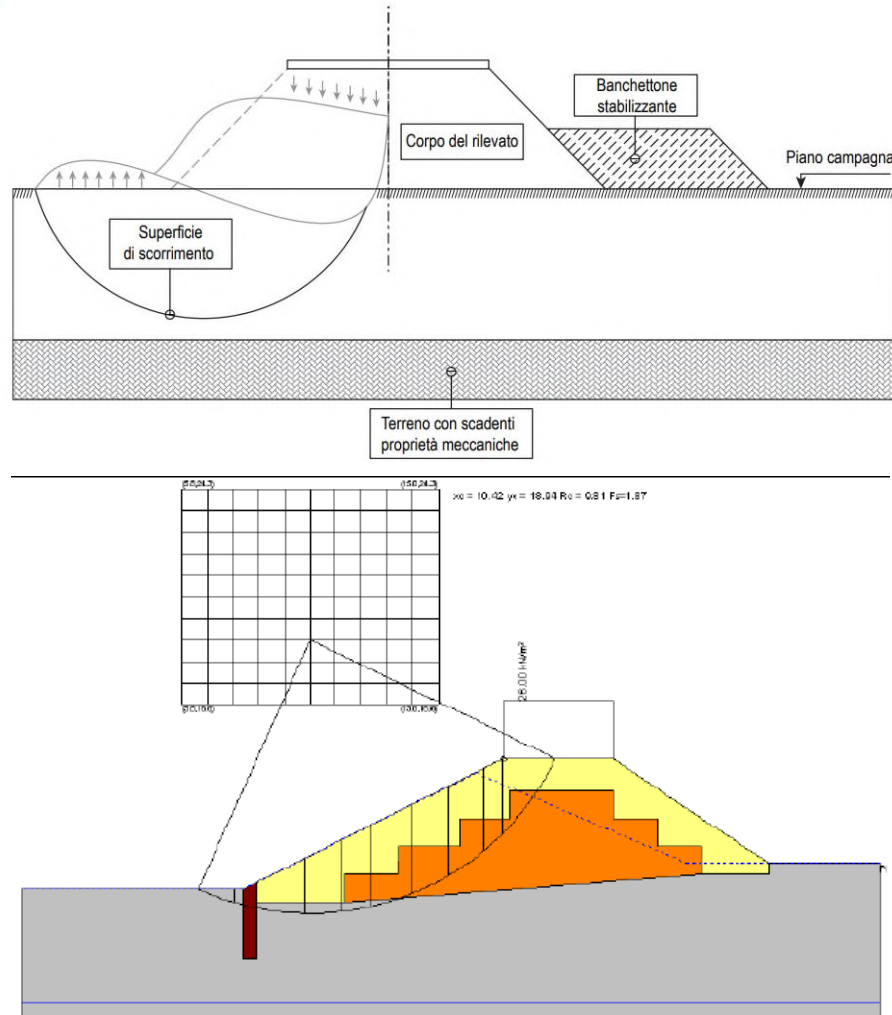
## Meccanismi di rottura



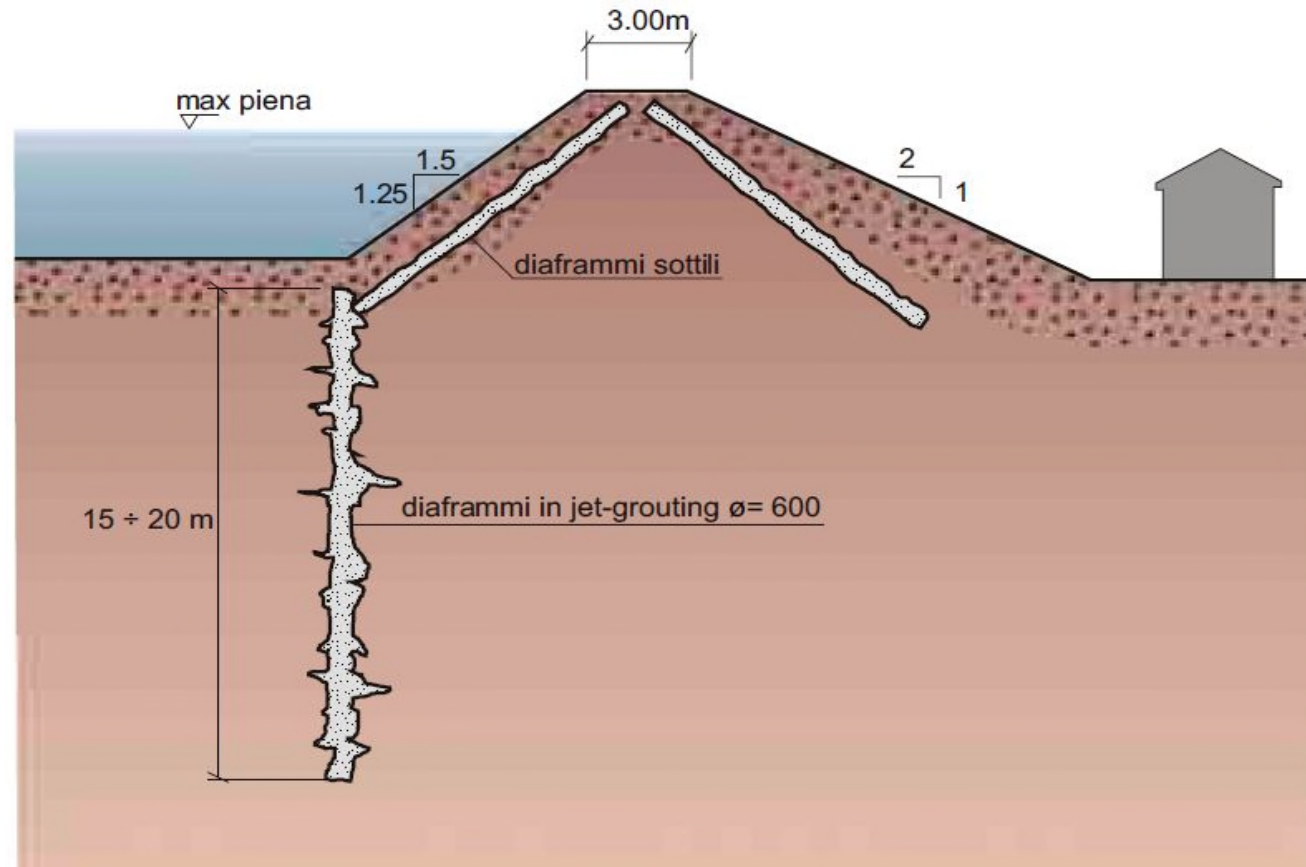
## Meccanismi di rottura

MODELLO TEORICO COMPLETO	MODELLO NUMERICO SEMPLIFICATO
<p><u>Principali caratteristiche del fenomeno</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Influenza della tridimensionalità fisica sul fenomeno di instabilità lungo una sezione</li> <li>2) Disomogeneità delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni e variabilità spaziale della successione stratigrafica</li> <li>3) Legami sforzi -deformazioni non lineari</li> </ol> <p>Solutori numerici agli elementi finiti e alle differenze finite (modellazione al continuo) consentono una stima aderente alle realtà fisica del fenomeno, permettendo di ottenere una stima accurata di: stato tensionale efficace iniziale, effetti della storia di carico del terreno, variazione puntuale del regime delle pressioni interstiziali, caratteristiche di rigidità e resistenza dei terreni in condizioni statiche, dinamiche e cicliche</p> 	<p><u>Principali effetti delle ipotesi semplificative sul calcolo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) la rottura si manifesta lungo una superficie netta di separazione tra la massa instabile e il terreno stabile</li> <li>2) la massa instabile è un blocco indeformato in moto di rototraslazione rigida</li> <li>3) la resistenza mobilitata lungo la superficie di scorrimento in condizioni di equilibrio limite è costante nel tempo, indipendente dalle deformazioni e pari alla resistenza al taglio</li> </ol> <p><b>TUTTAVIA</b> l'affidabilità dei risultati dipende quasi esclusivamente dalla corretta schematizzazione del fenomeno e dalla scelta dei parametri di progetto che, proprio a causa della scarsa aderenza alla realtà fisica del modello costitutivo adottato</p> 

## Meccanismi di rottura

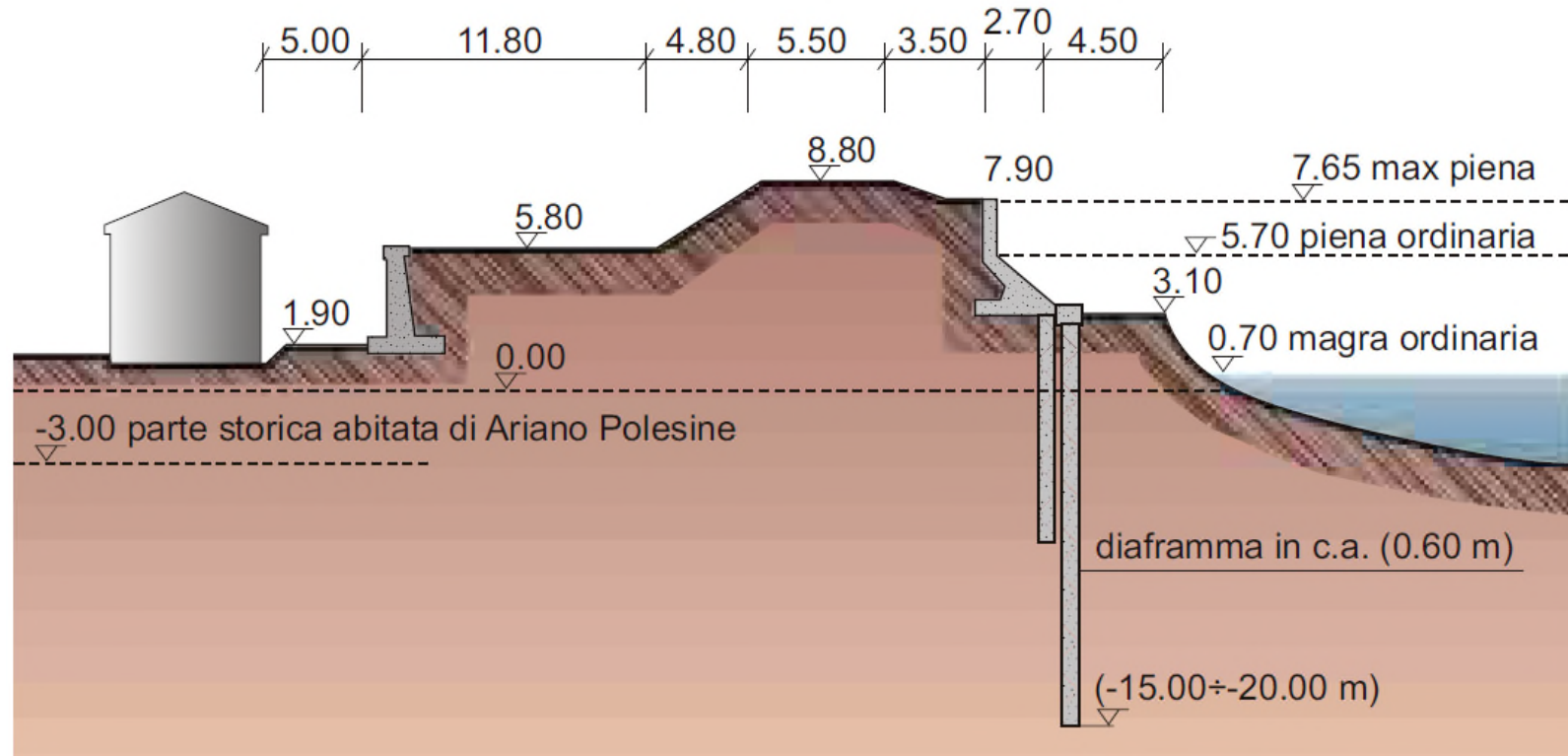


## Rafforzamento arginature



I diaframmi oltre che al piede degli argini possono essere utilizzati per impermeabilizzare il corpo stesso del rilevato e rafforzarlo

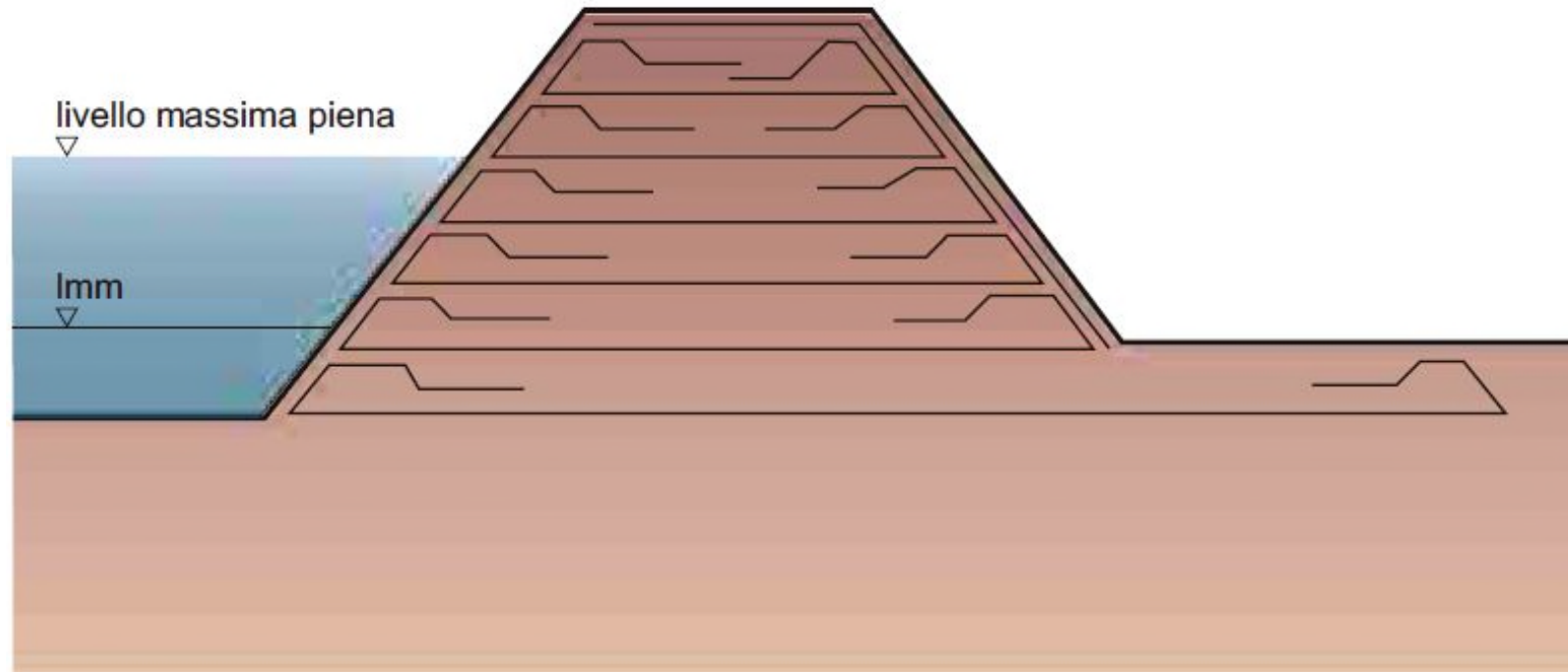
## Rafforzamento arginature



La scarsità di spazio disponibile nei centri abitati può rendere necessario l'impiego di muri di sponda per diminuire l'ingombro degli argini.



## Rafforzamento arginature



Rinforzo degli argini tramite utilizzo di terre armate. L'uso di questa tecnica richiede però l'impermeabilizzazione dell'argine per impedire fenomeni di filtrazione che verrebbero accentuati dalla presenza di discontinuità all'interno del terreno.

Per qualsiasi informazione su

## **ANALISI DEL COMPORTAMENTO DI ARGINI FLUVIALI**

contattateci:

[www.geosolution.it](http://www.geosolution.it)

[info@geosolution.it](mailto:info@geosolution.it)

Tel. 0498807531

**Grazie per l'attenzione**

[www.geosolution.it](http://www.geosolution.it)

