OPEN DAY ON DAMS



Impianti e Modelli per la Gestione delle Risorse Idriche

BARI , 30 maggio 2025

Problematiche di geologia applicate nella gestione delle dighe

Prof. Ing. Vincenzo Simeone
Ordinario di Geologia Applicata nel Politecnico di Bari –
Membro del Consiglio Superiore LLPP -

vincenzo.simeone@poliba.it

ITCOLD – II Concorso Fotografico

Problematiche di geologia applicate nella gestione delle dighe

Fase progettuale

1) Scelta della stretta morfologica
2) Impermeabilità dell'invaso e della sezione di sbarramento
3) Stabilità della sezione di sbarramento e delle sponde del lago
4) Scelta della struttura in relazione ai materiali di imposta
5) Disponibilità dei materiali per la realizzazione del corpo diga

Fase di gestione

a) Interrimento dell'invaso
b) Stabilità del sponde in relazione alla gestione
c) Durabilità delle opere



Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) D.M. 26.06.2014

A.3. - Criteri di progetto

Gli **studi** idrologico, **geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismotettonico** devono essere svolti fin dalle fasi iniziali della progettazione per accertare la **fattibilità dell'opera**,

con particolare riferimento …….. , alla **pericolosità sismica dell'area, alla tenuta idraulica del serbatoio e alla stabilità delle imposte e dei versanti**.

In questa fase la **scelta del tipo di sbarramento**.

Nelle successive fasi della progettazione devono anche essere svolte indagini specificamente riferite alla qualificazione dei materiali, nonché alle verifiche geotecniche e strutturali.

Particolare attenzione deve essere rivolta alla valutazione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle rocce in fondazione e nelle spalle della diga.



Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) D.M. 26.06.2014

C.3. – Studio Geologico

Quadro conoscitivo dell'ambiente fisico che accoglie le opere sotto i profili litologico, strutturale, sismotettonico, geomorfologico, idrogeologico e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.



Basato su: - raccolta e studio di documenti esistenti; lo studio di immagini da foto aeree e rilevamenti satellitari; - rilevamenti sul terreno; - indagini dirette ed indirette nel sottosuolo (geofisiche, con sondaggi, con scavi accessibili).

Mo modello geologico da prendere a riferimento per la progettazione delle opere e degli interventi.
Il modello geologico deve essere corredato di informazioni sulla distribuzione spaziale dei terreni, sugli elementi strutturali, sulla storia geologica del sito, sulla genesi e sulle caratteristiche fisiche.

Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) D.M. 26.06.2014

C.4. -Scelta del tipo di diga e criteri di esclusione

La scelta del tipo di diga e la determinazione del volume di invaso devono essere basati su studi geologici, idrologici, idraulici, geotecnici e sull'accertamento della disponibilità dei materiali da costruzione.

E' esclusa la fattibilità di nuove dighe di calcestruzzo qualora siano presenti nella stretta di sbarramento strutture sismogenetiche in grado di produrre una accertata fagliazione di superficie. E' esclusa la fattibilità di dighe di materiali sciolti se nel volume significativo sono presenti terreni liquefacibili o solubili, argille di elevata sensitività, cavità, che non possano essere efficacemente consolidati. La presenza di terreni altamente compressibili richiede la valutazione degli effetti, anche in caso di sisma, sulla struttura.



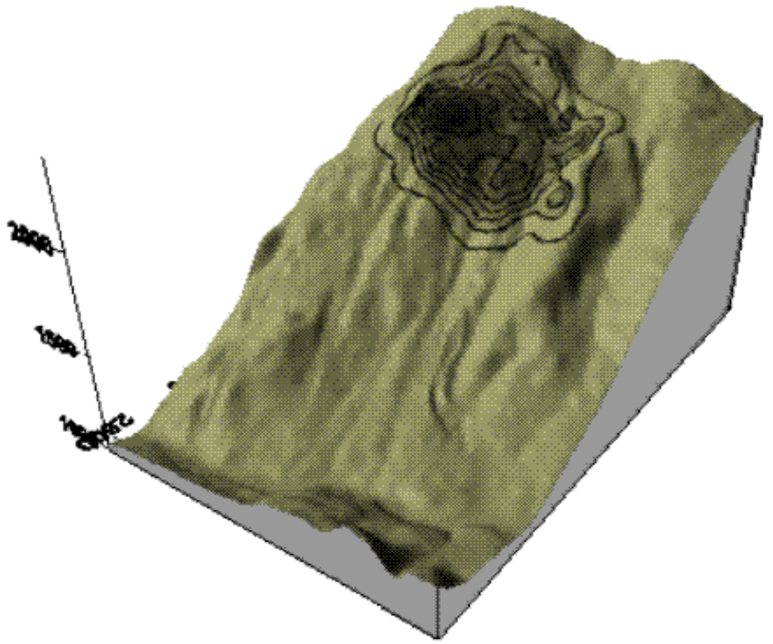
Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) D.M. 26.06.2014

C.4. - …… Criteri di esclusione

E’ esclusa la fattibilità di dighe di qualsiasi tipo se sulle spalle dell’opera di sbarramento, anche a quote superiori al coronamento della diga, esistono condizioni di prevedibile pericolo di frane tali da costituire pregiudizio per la sicurezza del serbatoio.

E’ parimenti esclusa la fattibilità, se le sponde del serbatoio siano interessate da frane non stabilizzate o preventivamente stabilizzabili, i cui effetti possano causare il raggiungimento di uno degli stati limite indicati …. .;

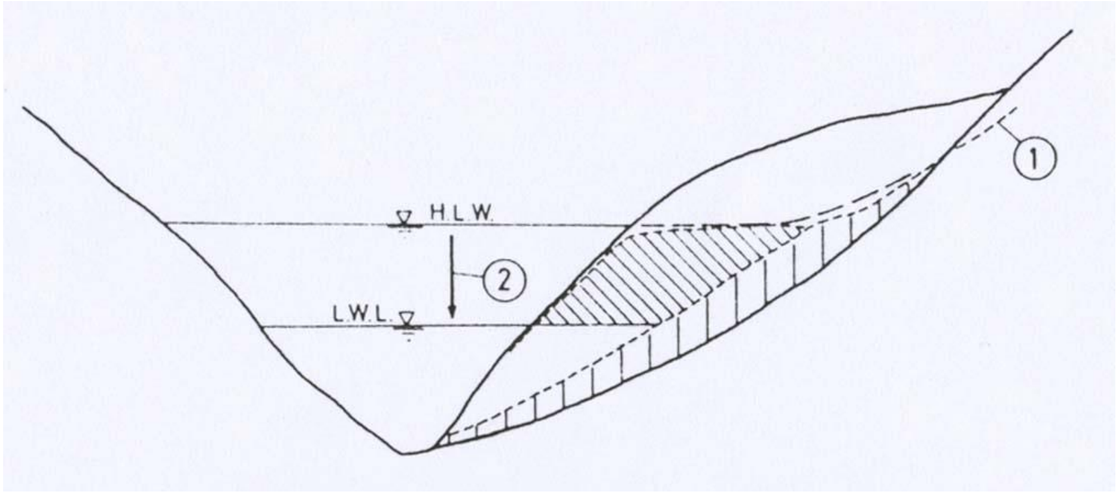
la stabilizzazione geotecnica e la sistemazione idraulica delle spalle e delle sponde, anche a quota superiore al coronamento della diga, devono essere previste in progetto.



EFFETTI DELLA CREAZIONE DEL LAGO ARTIFICIALE SULLE SPONDE

a) Il lago rappresenta una ostruzione al libero deflusso della falda
b) Cambiano i livelli piezometrici nella sponda
c) I livelli piezometrici subiscono continue variazioni
d) Zone che prima non erano sature lo diventano
e) Zone prima non sature subiscono continue oscillazioni del contenuto d'acqua

In ogni caso ha luogo un cambiamento delle condizioni ambientali al contorno che comportano una risposta che dipende da permeabilità, proprietà meccaniche, suscettibilità all'acqua ed assetto strutturale dei litotipi costituenti le sponde





PROBLEMATICHE INDOTTE DA FENOMENI DI INSTABILITÀ DELLE SPONDE DI UNA LAGO ARTIFICIALE

a) Sollecitazioni non previste sul corpo della diga se il fenomeno di instabilità interessa la stretta;
b) Onde all'interno del lago artificiale con pericolo del sormonto [una frana che si muova nel bacino con velocità di circa 10 m/s l'onda eguaglia la profondità del bacino];
c) Danni alle strutture circostanti
d) Interrimento rapido dell'invaso
e) Difficoltà di gestione dell'invaso se si ostruiscono le opere di presa





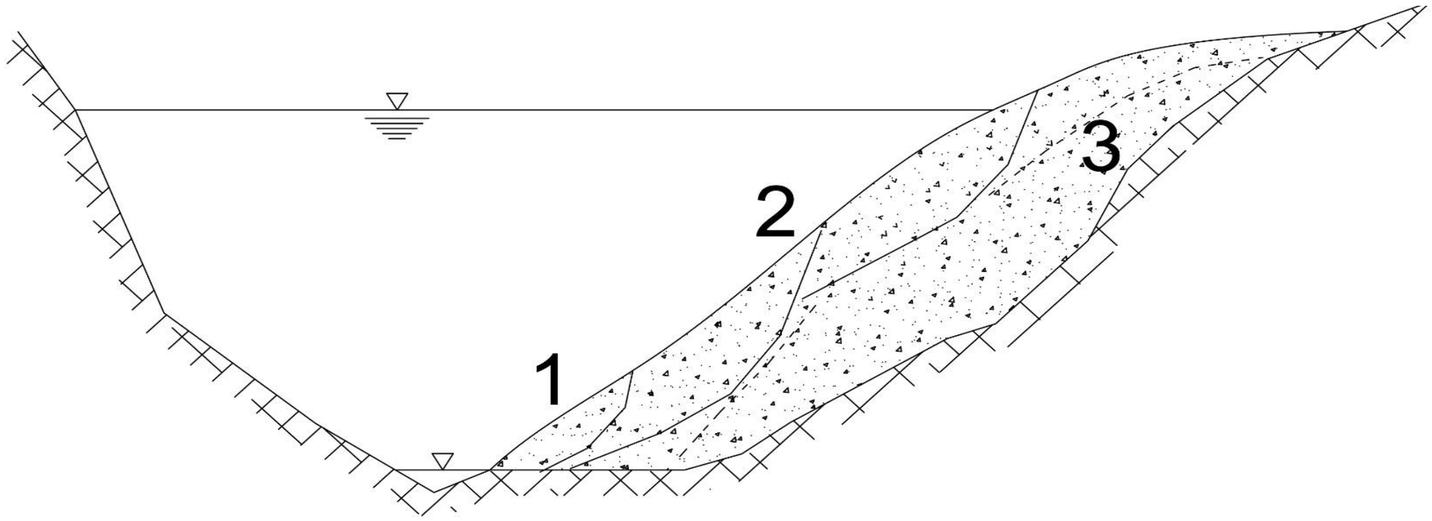
PROBLEMI DURANTE LE FASI DI ESERCIZIO DEL LAGO ARTIFICIALE

FASI DI INVASO

Durante il primo invaso si verifica la maggior parte dei dissesti delle coltri di copertura

Principali tipi di movimenti di massa:

- Scivolamenti di materiale di alterazione morenico o alluvionale
- Scoscendimenti superficiali che possono innescare o favorire l'innesco di movimenti franosi più vasti
- Scivolamenti di formazioni lapidee compatte disposte a franapoggio con interstrati argillosi



FASI DI SVASO - Frane profonde e vaste

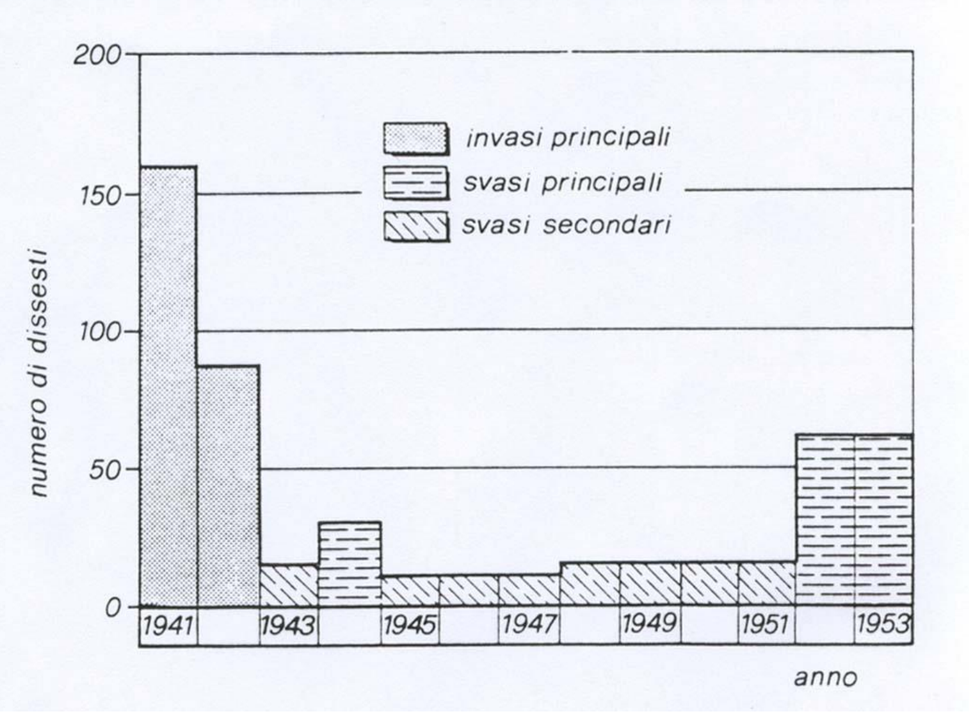
- Nel versante le pressioni interstiziali restano elevate
- Possibili fenomeni di piping
- Lisciviazione del contenuto salino dei litotipi di origine marina



PROBLEMI DURANTE LE FASI DI ESERCIZIO DEL LAGO ARTIFICIALE

FASI DI INVASO

Durante il primo invaso si verifica la maggior parte dei dissesti delle coltri di copertura specialmente se dotati di media permeabilità

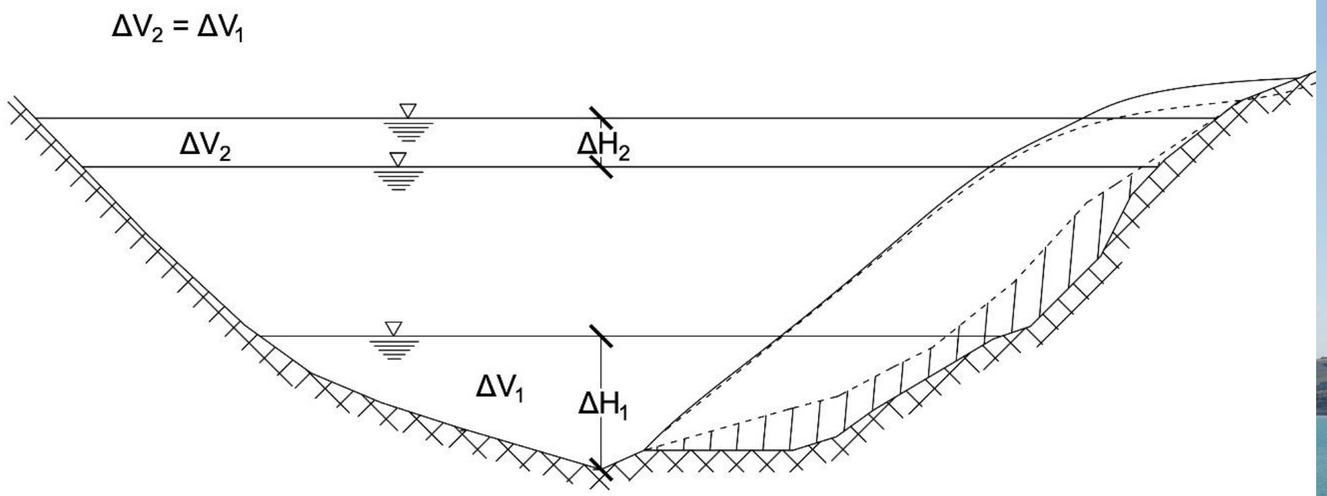




Frane avvenute nel serbatoio del Gran Coulée lungo il fiume Columbia

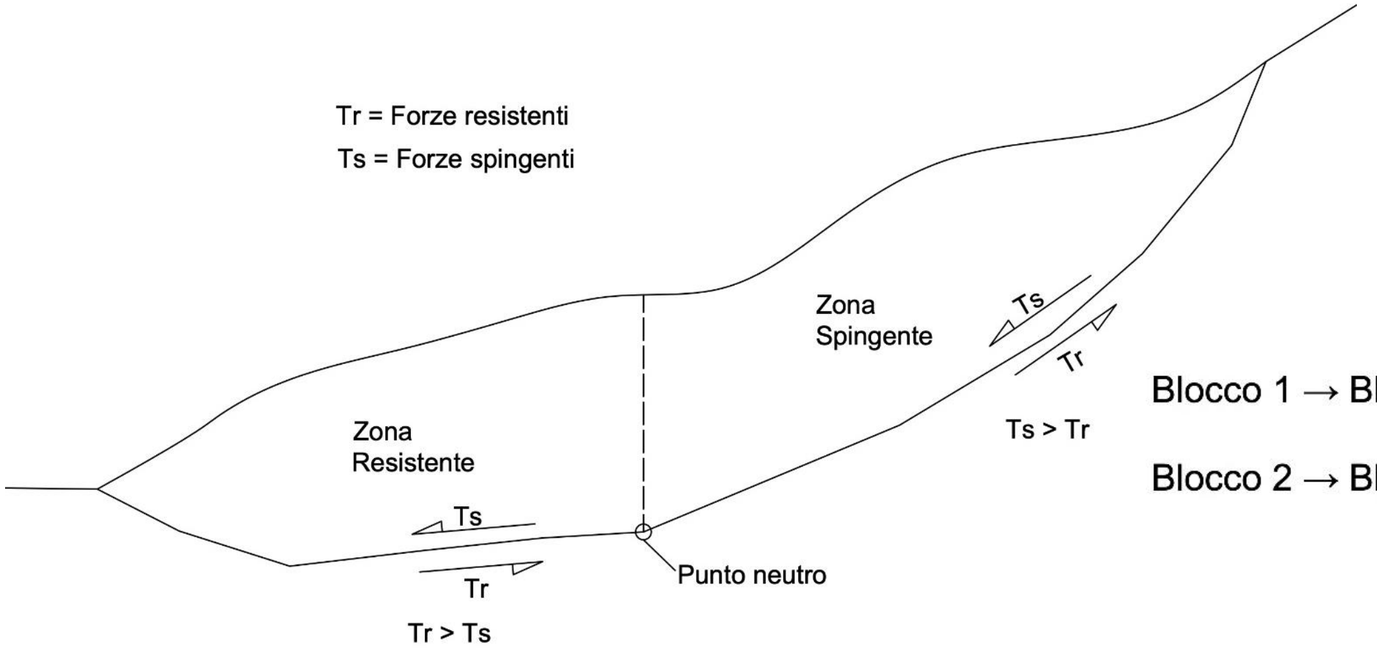
FASI DI ESERCIZIO ORDINARIO

- Se l'invaso ha piccola superficie e notevole tirante piccole variazioni del volume invasato possono comportare forti escursioni del tirante
- Onde create da barche o altre attività possono innescare fenomeni erosivi



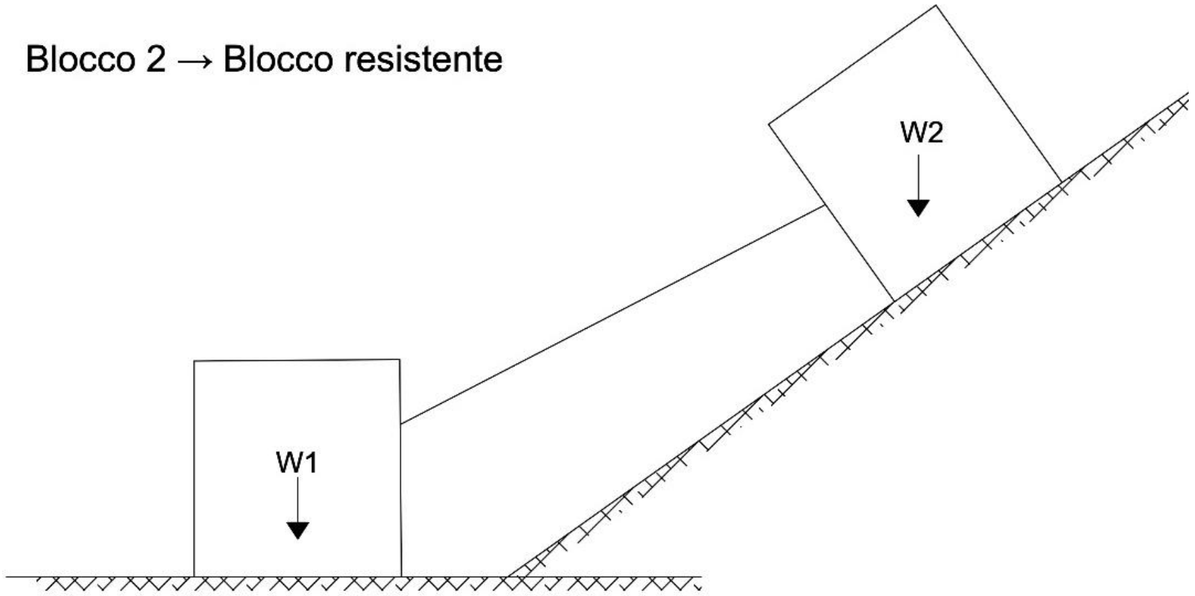


MODELLO STABILITA'

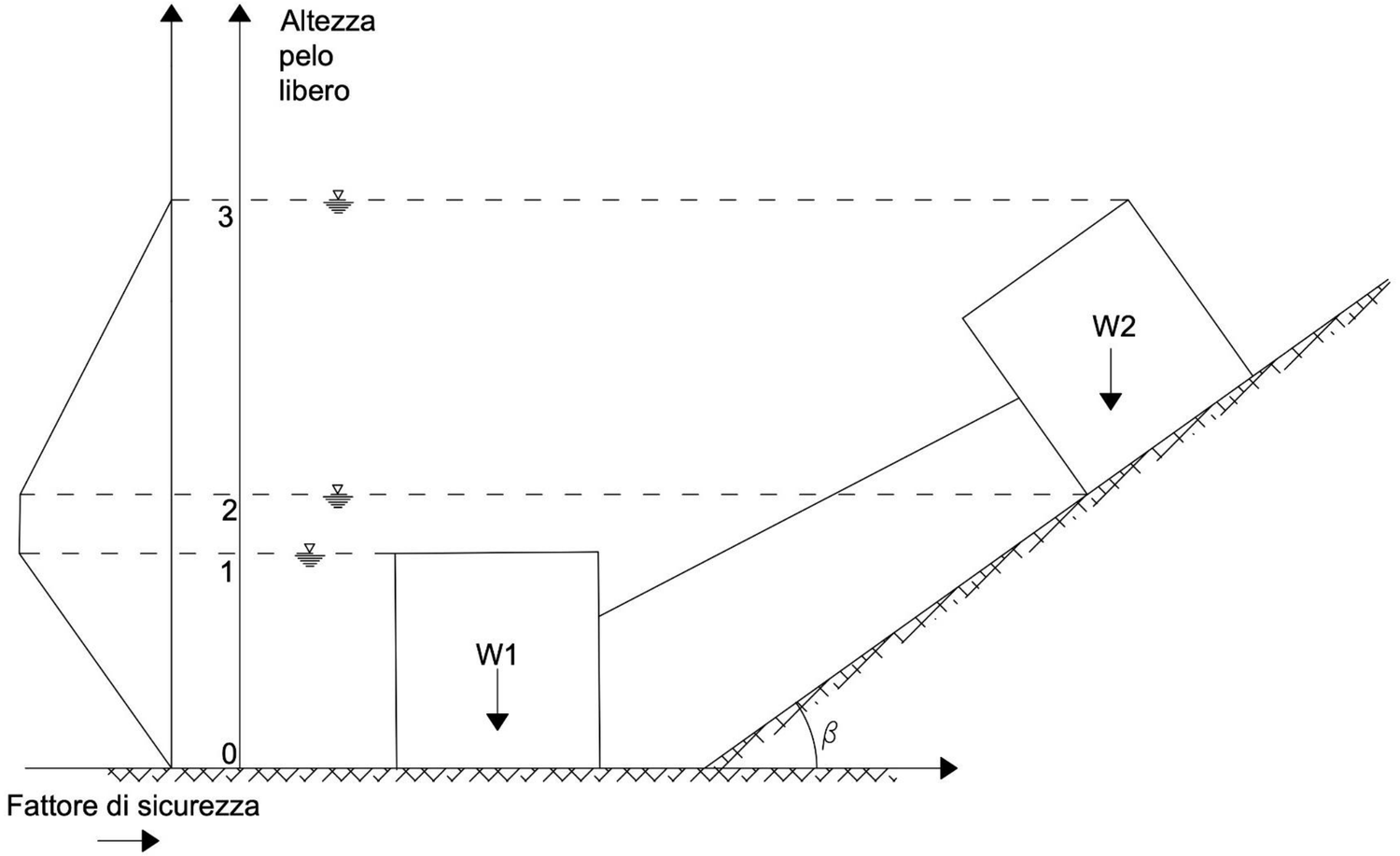


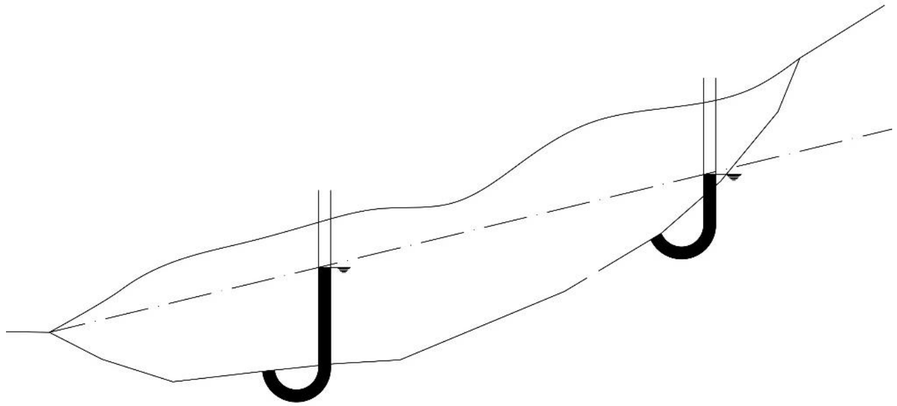
Blocco 1 → Blocco spingente

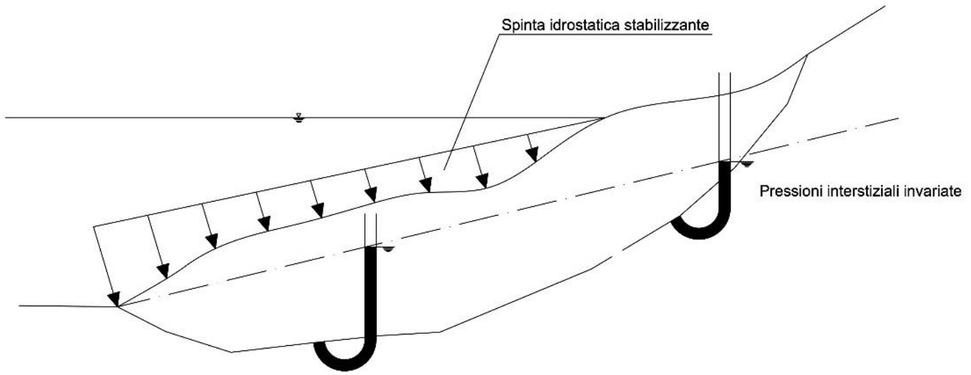
Blocco 2 → Blocco resistente

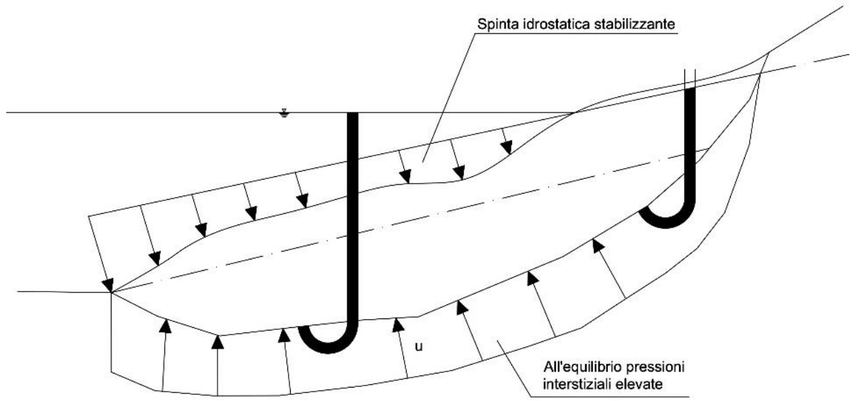


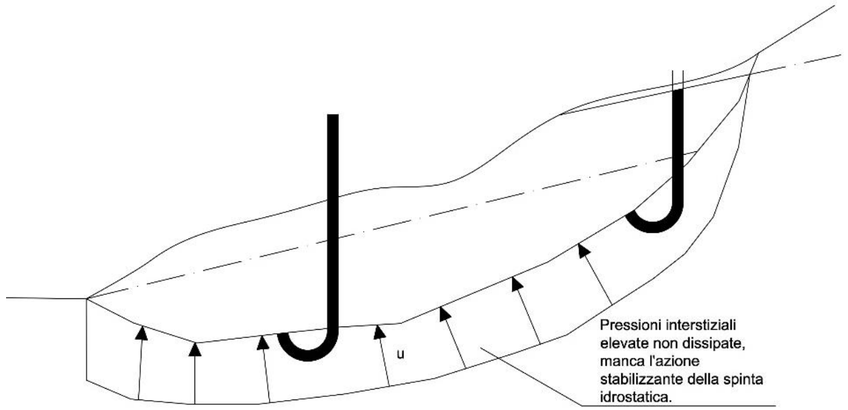
MODELLO SEMPLIFICATO STABILITA'





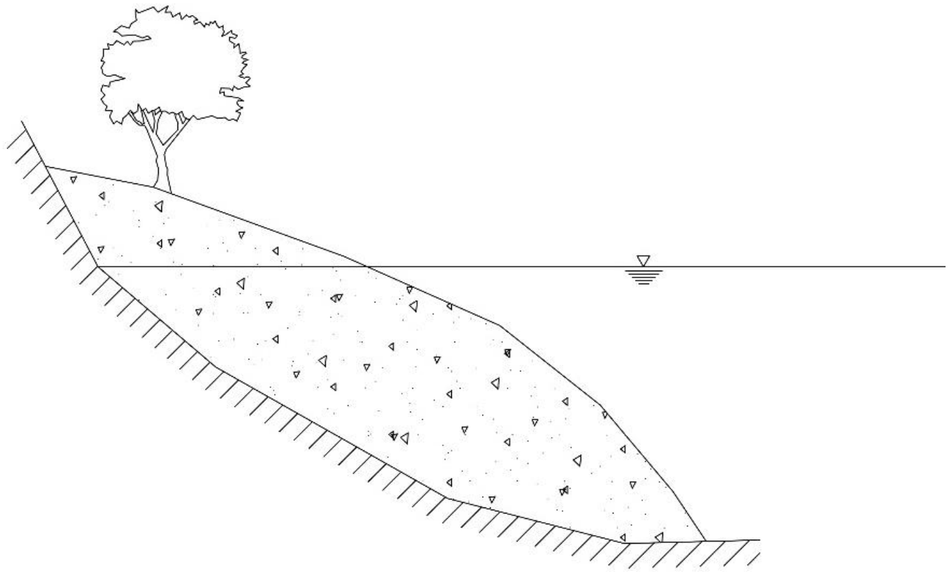

Spinta idrostatica stabilizzante
Pressioni interstiziali invariate

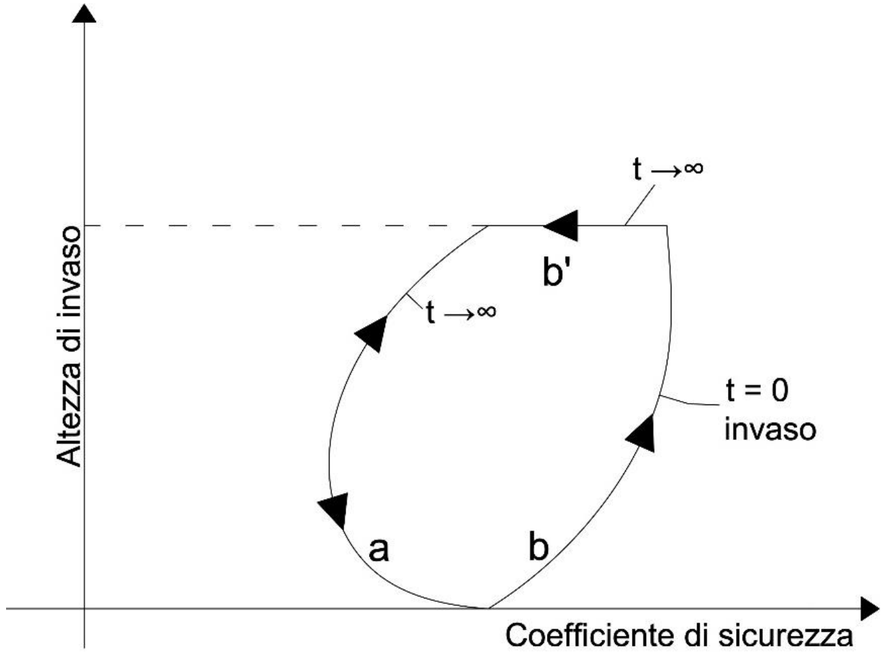

Spinta idrostatica stabilizzante
u
All'equilibrio pressioni interstiziali elevate


u
Pressioni interstiziali elevate non dissipate, manca l'azione stabilizzante della spinta idrostatica.

VARIAZIONI DEL FATTORE DI SICUREZZA IN FASE DI INVASO IN FUNZIONE DELLA PERMEABILITA'

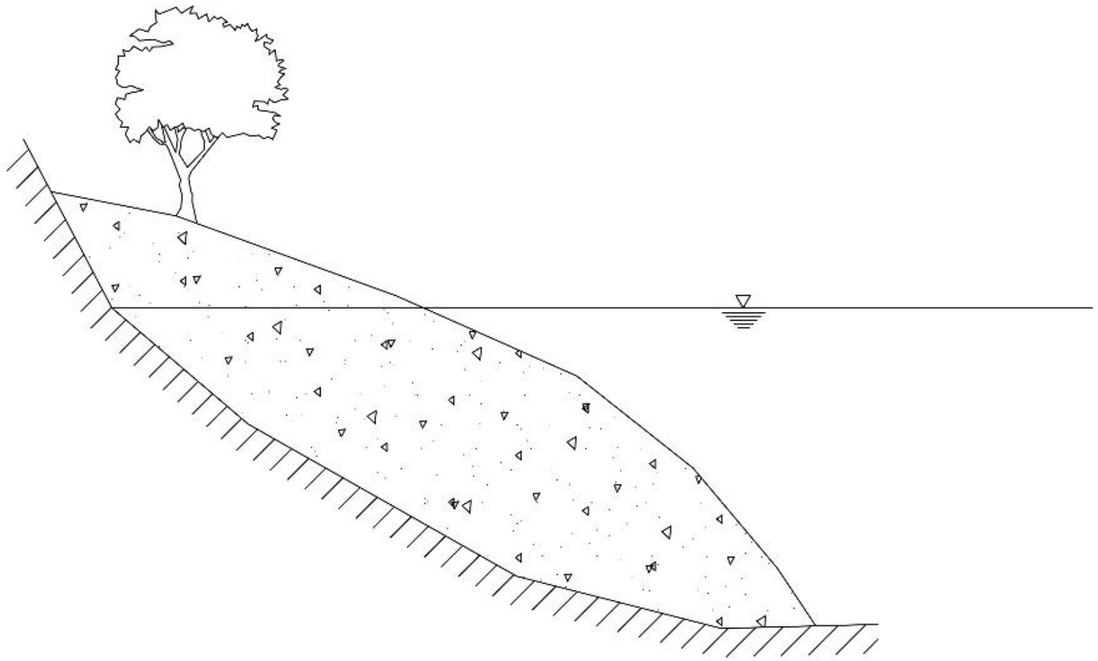
- Materiali molto impermeabili hanno in fase di invaso, almeno inizialmente un forte incremento del fattore di sicurezza
- Materiali permeabili hanno prima una decrescita e poi una crescita del fattore di sicurezza
- Di norma il livello più pericoloso si raggiunge in fase di crescita del livello

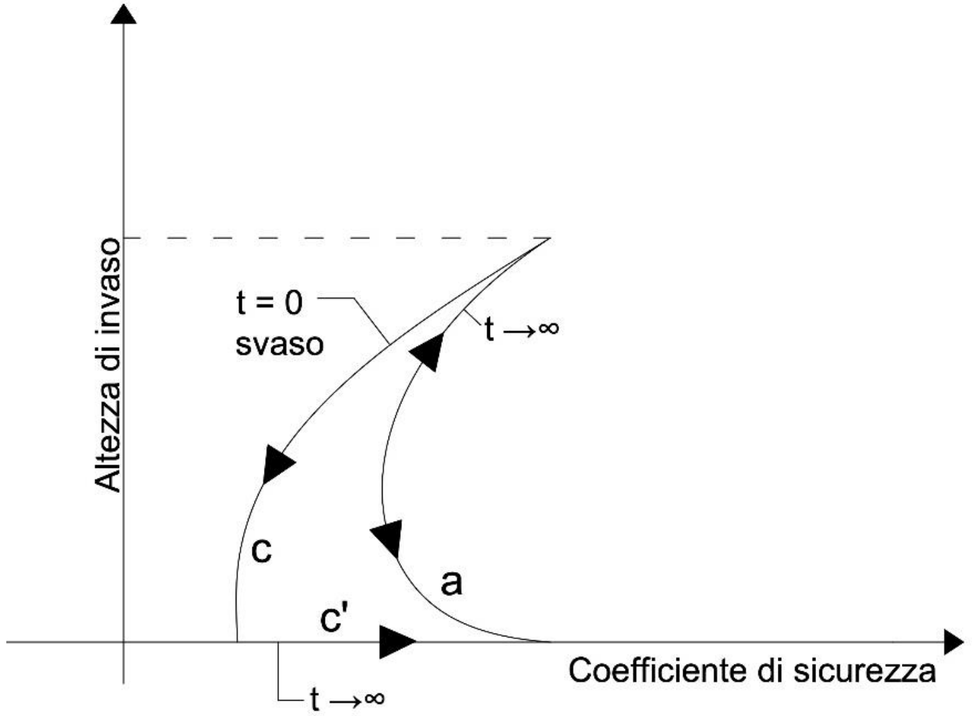




VARIAZIONI DEL FATTORE DI SICUREZZA IN FASE DI SVASO IN FUNZIONE DELLA PERMEABILITA'

- Le frane che si attivano in fase di svaso erano quelle inizialmente più stabili





Grazie per l'attenzione

