



ARGINI E DIGHE IN TERRA

Gli argini in terra sono opere costituite da rilevati strutturali che in genere presentano altezze considerevoli rispetto al piano medio di campagna, con la funzione di «tenuta» dell'acqua.

La realizzazione degli argini pone molteplici problemi che devono essere affrontati in sede di progettazione. I problemi di carattere generale sono legati alla altezza delle opere, quindi al loro peso alle dimensioni trasversali con relativi vincoli geometrici, alla reperibilità di materiale per la costruzione dell'opera stessa., agli aspetti idraulici.

Geotecnica del sottosuolo

Geotecnica dell'opera in terra

Geotecnica dell'interazione tra opera in terra e sottosuolo

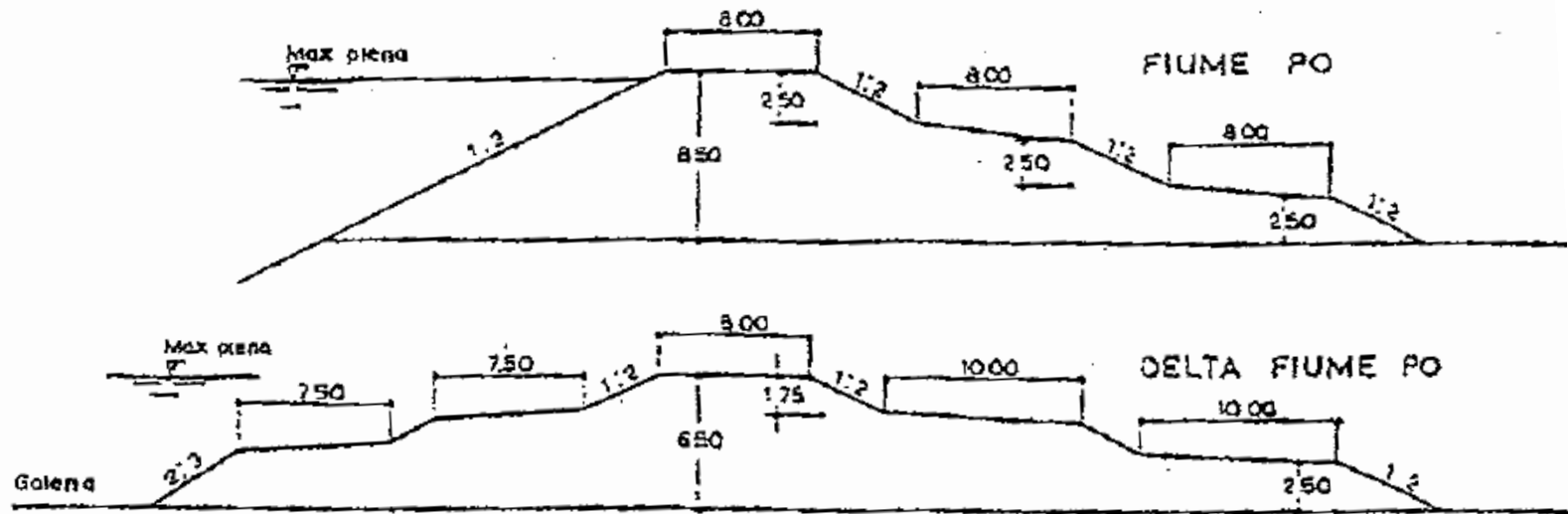
Idraulica.



ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

I problemi idraulici e strutturali dei corpi d'argine hanno comportato, nel tempo e per i diversi corsi d'acqua con le relative caratteristiche, forme ampie con sviluppi trasversali molto importanti:

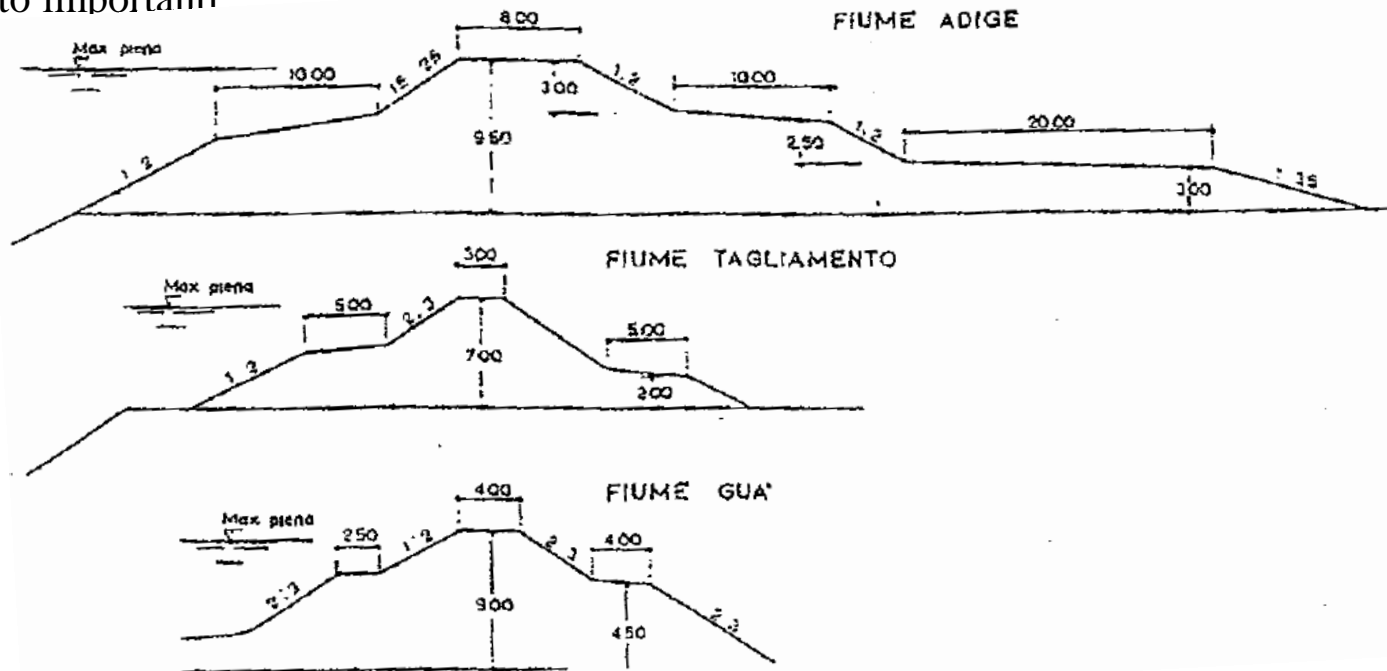




ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

I problemi idraulici e strutturali dei corpi d'argine hanno comportato, nel tempo e per i diversi corsi d'acqua con le relative caratteristiche, forme ampie con sviluppi trasversali molto importanti:





ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

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 indicate contro-banche di 6-10m di larghezza a partire da 3m dalla quota massima dell'argine o l'una dall'altra..

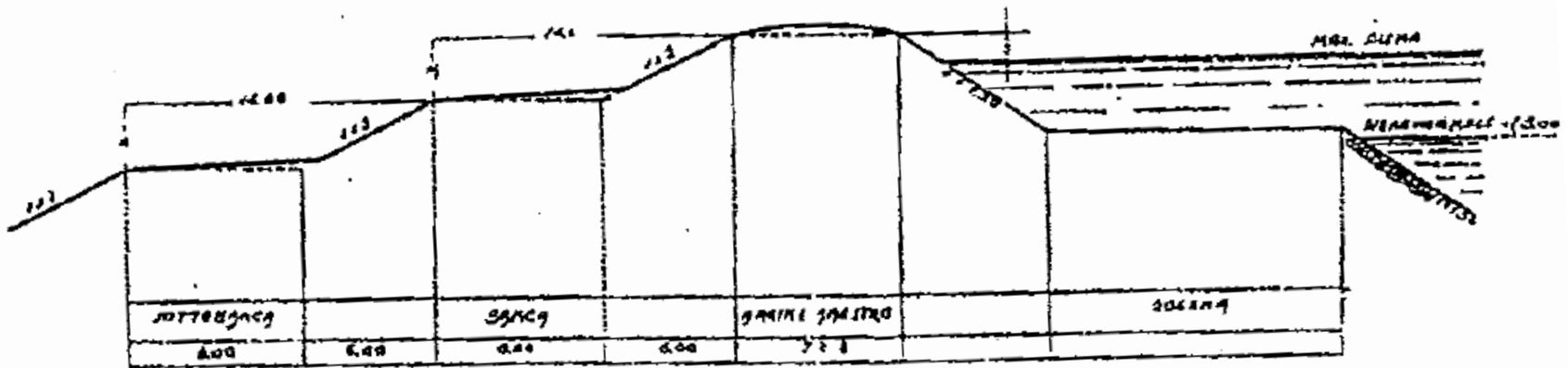
Altre linee guida e disposizioni si sono susseguite nel tempo ed in particolare in relazione ad eventi di collasso di arginature di Fiumi con in l grande fiume Po. Le «Linee guida per l'esecuzione degli interventi di adeguamento delle arginature del Fiume Po in fase di progettazione e costruzione» del Magistrato del Po del 22 sett 1999 dopo la piena del 1994 fanno riferimento a pendenze fino a 1:2 e la eventuale formazione di banche in golenia e suggeriscono criteri che prevedono l'innalzamento della sommità dell'argine, utilizzando le esperienze maturate proprio nel corso delle rotture degli argini...



ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

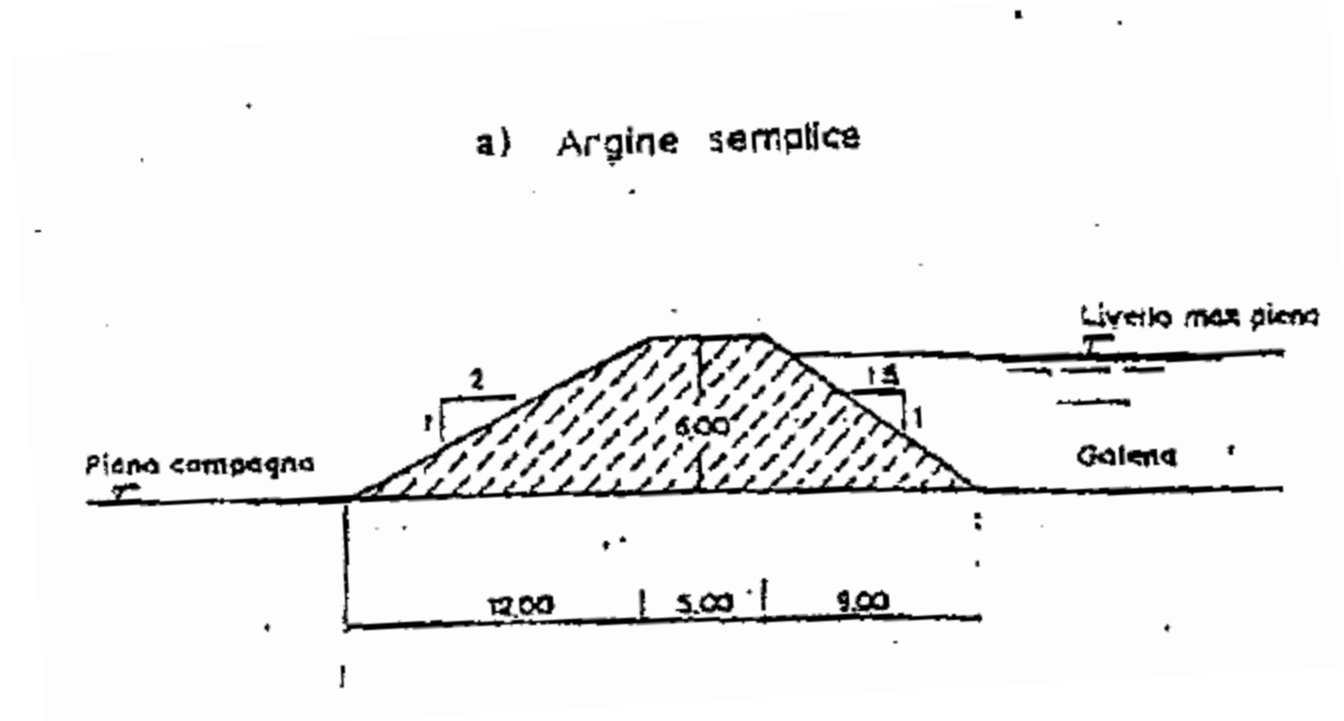
ARGINE IN GOLENA





ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

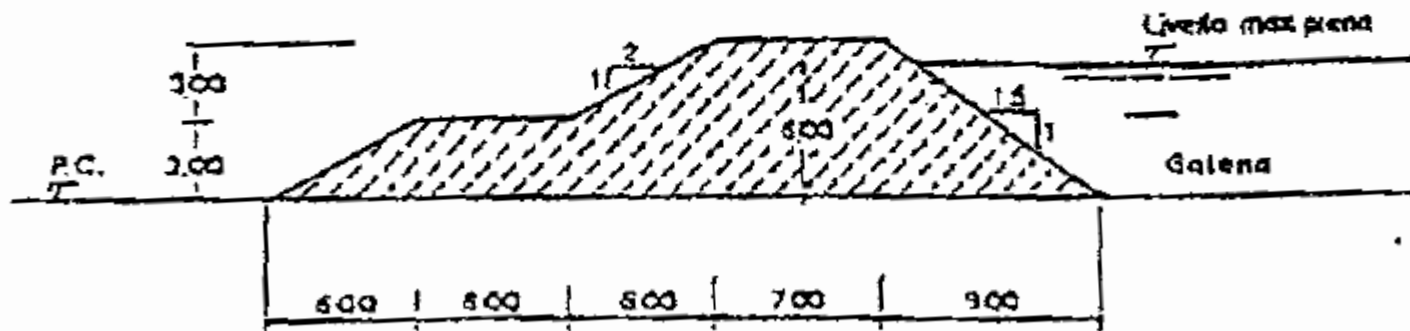




ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

b) Argine con semplice banca

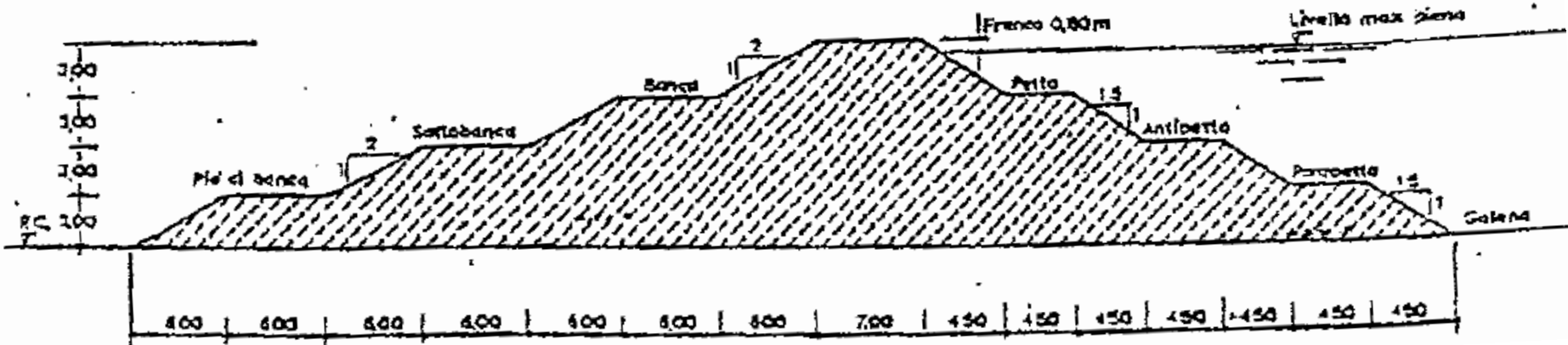




ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

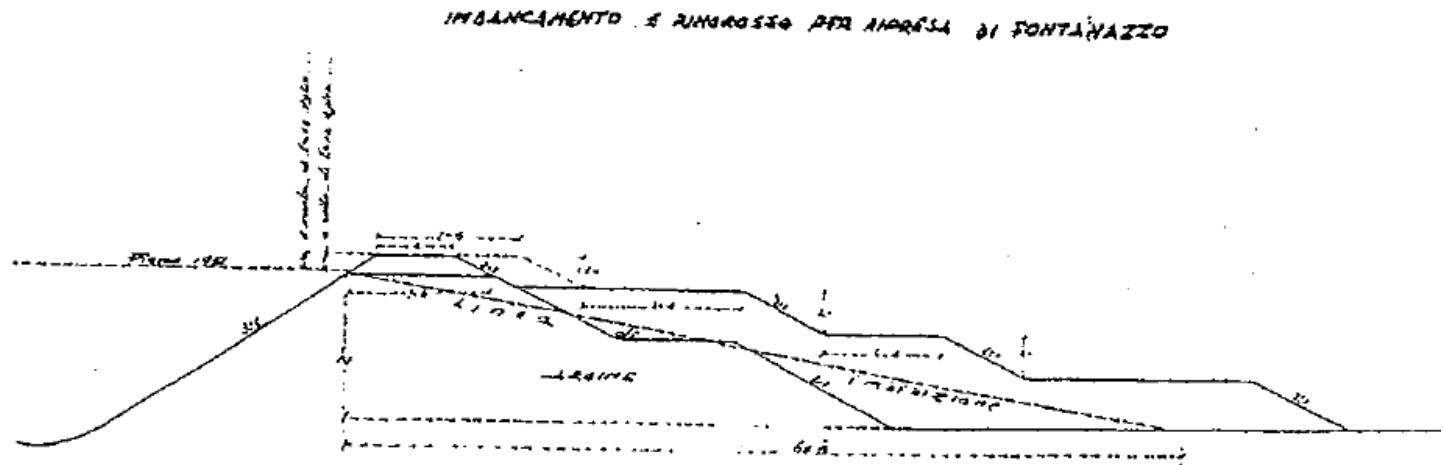
c) Argine con banca, sottobanca, pia di banca e petta, antipetta e parapetto





ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

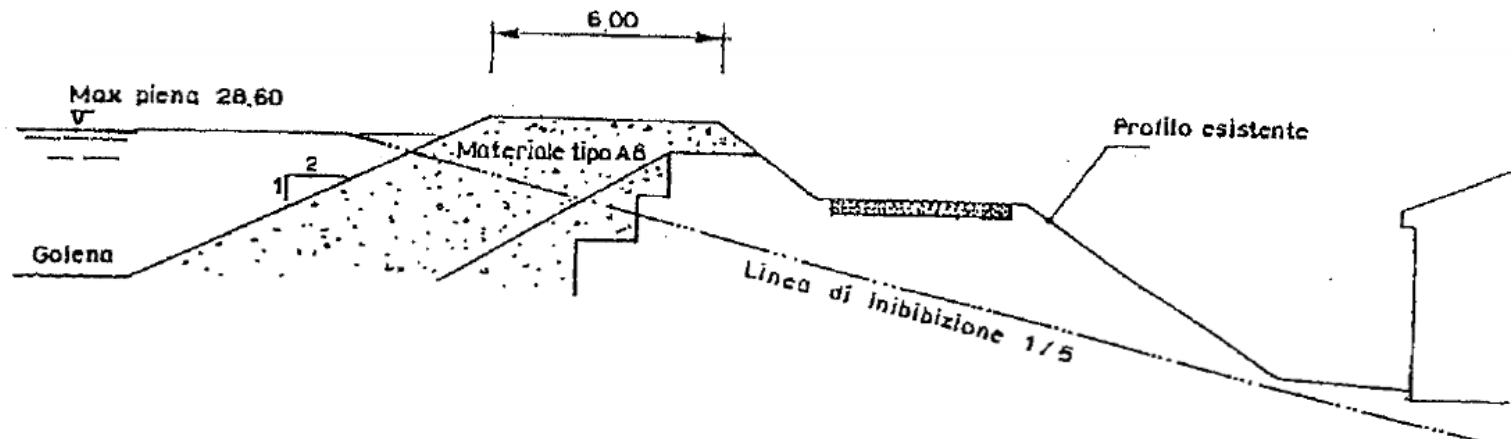


IL TIPO NEL CASO SI DEBBE CONSERVARE SULLA SOMMITÀ ARGINALE, UNA STRADA BITUMATA DI GRANDE TRAFFICO O QUANDO PRESSO L'UNGHIA A CASSAUNA ESISTA UN ABITATO (DA ADOTTARSI DOVE NON VI È FRODO)



ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

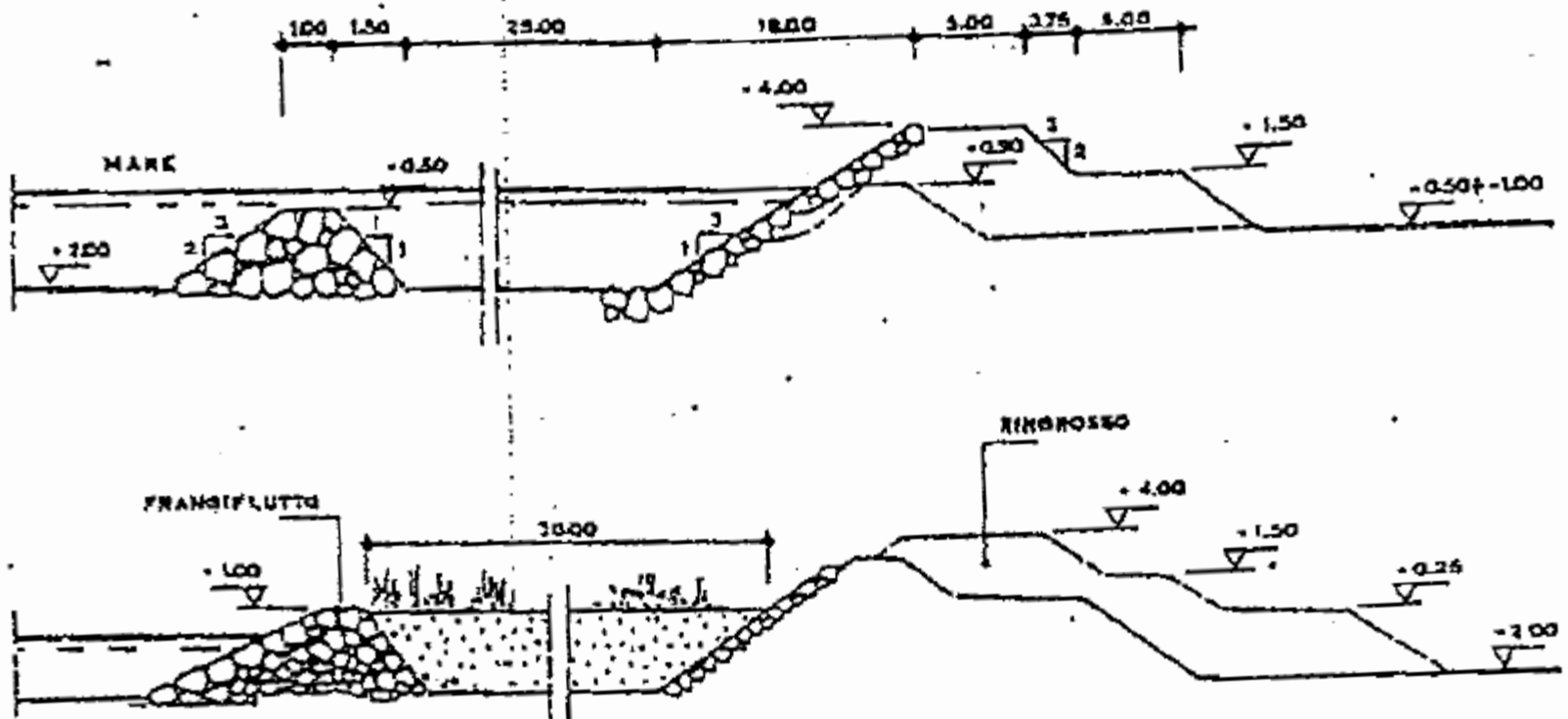




ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

Arginature di difesa costiera

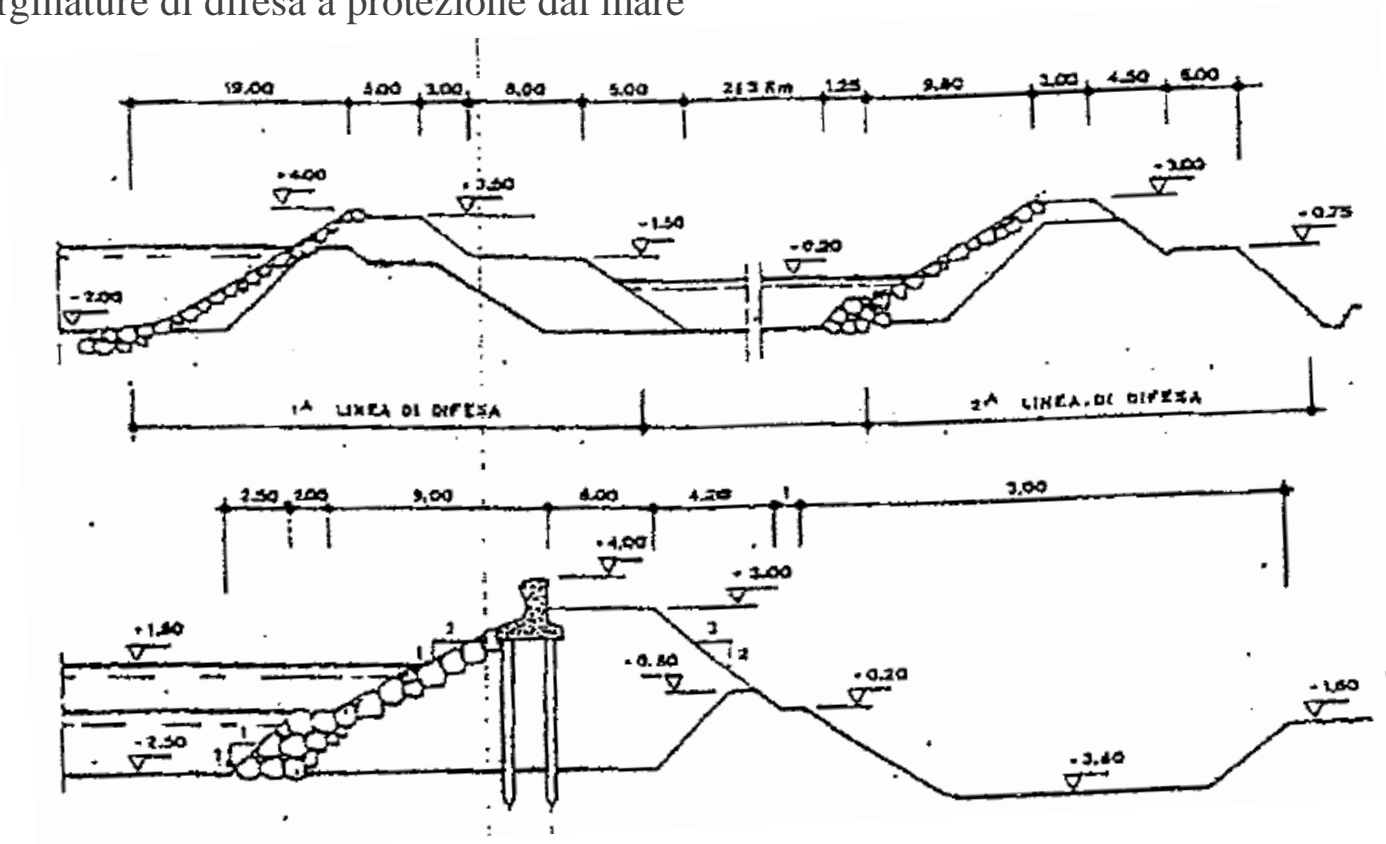




ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

Arginature di difesa a protezione dal mare

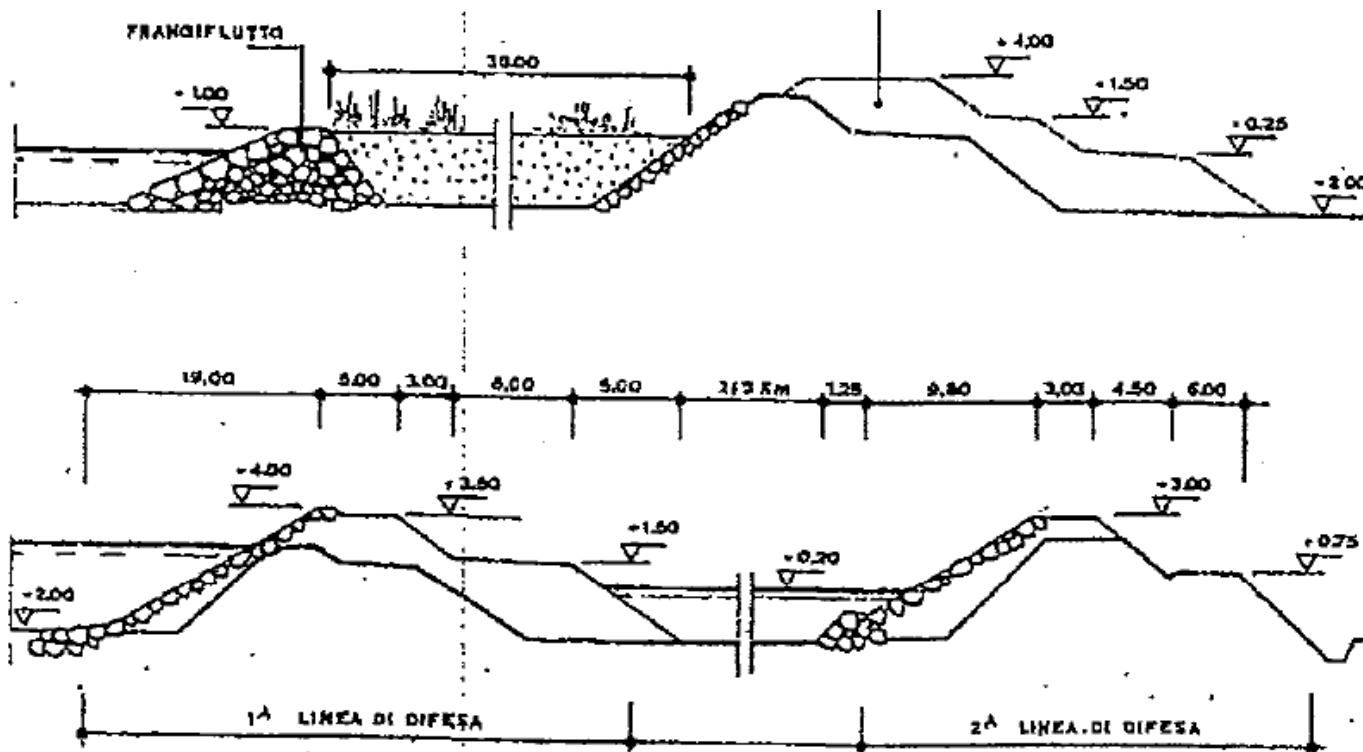




ARGINI E DIGHE IN TERRA

Tipologie di arginature

Arginature di difesa a protezione dal mare





ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

Norme NTC 2008 cap. 6,7

Circ.617/09

EC7



ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

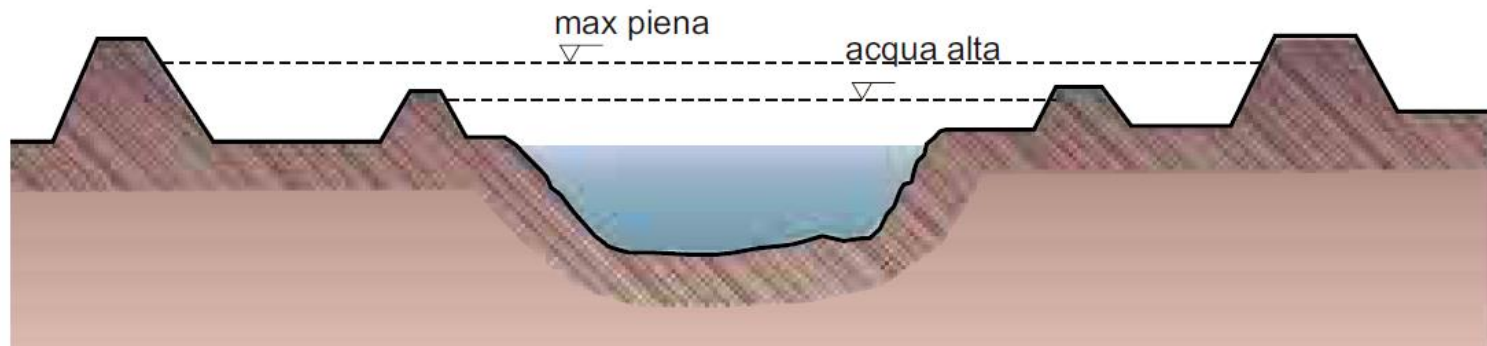


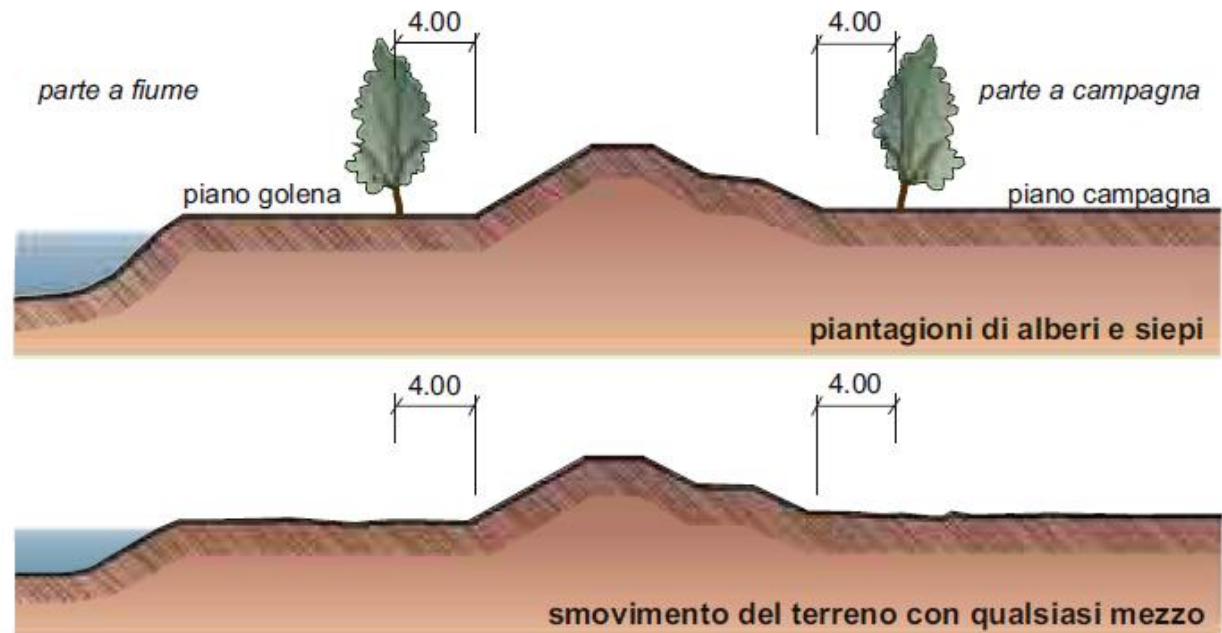
Figura 2.4: La figura rappresenta la sezione trasversale di un corso d'acqua con argini longitudinali maestri, ed argini di golena; con questo assetto il fiume viene ad avere un letto di magra, un letto fra gli argini di golena per le acque alte, ed uno molto più ampio fra gli argini maestri, corrispondenti alla sezione occorrente per il deflusso alle massime piene.



ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

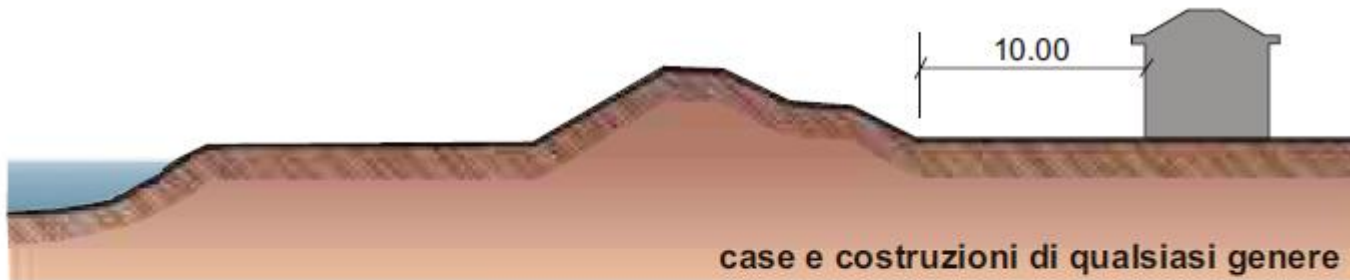
Figura 2.1.1: Distanze minime dalle arginature fluviali. D.M. 25/27/1924 n.523.





ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

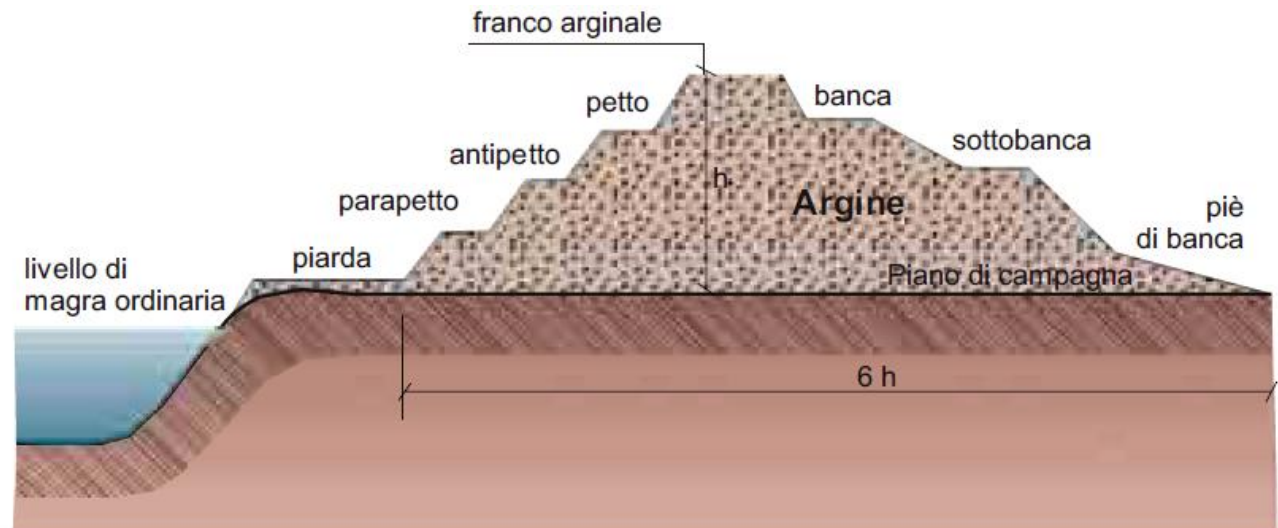




ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

Figura 2.1.2: Gli argini maestri di grandi corsi d'acqua sovente presentano una sezione più complessa di quella trapezia ordinaria, così come illustrato in figura. Inoltre talora l'argine funziona anche da strada, ed allora è sistemato in sommità secondo il profilo ordinario di strada carrabile in rilevato.

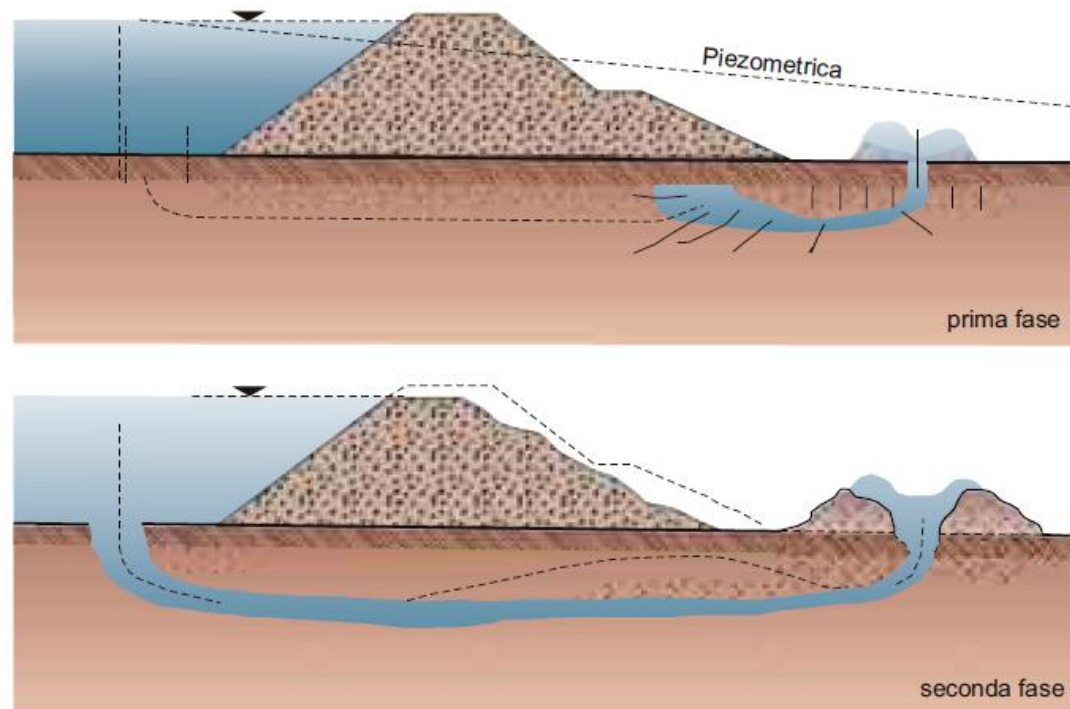




ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

Figura 2.1.5: Fenomeno del sifonamento oltre il piede di un argine. L'acqua che filtra dal fiume verso l'esterno, solleva ed erode il terreno oltre il piede dell'argine, dove viene a mancare il peso stabilizzante del terreno del rilevato. Nella prima fase il terreno oltre l'argine si fluidifica e l'acqua affiora abbondantemente, erodendo il terreno. Nella seconda fase, l'erosione è arretrata ormai verso il fiume creando un vero e proprio canale e provocando il collasso dell'argine a causa dell'asportazione di terreno al di sotto di esso.



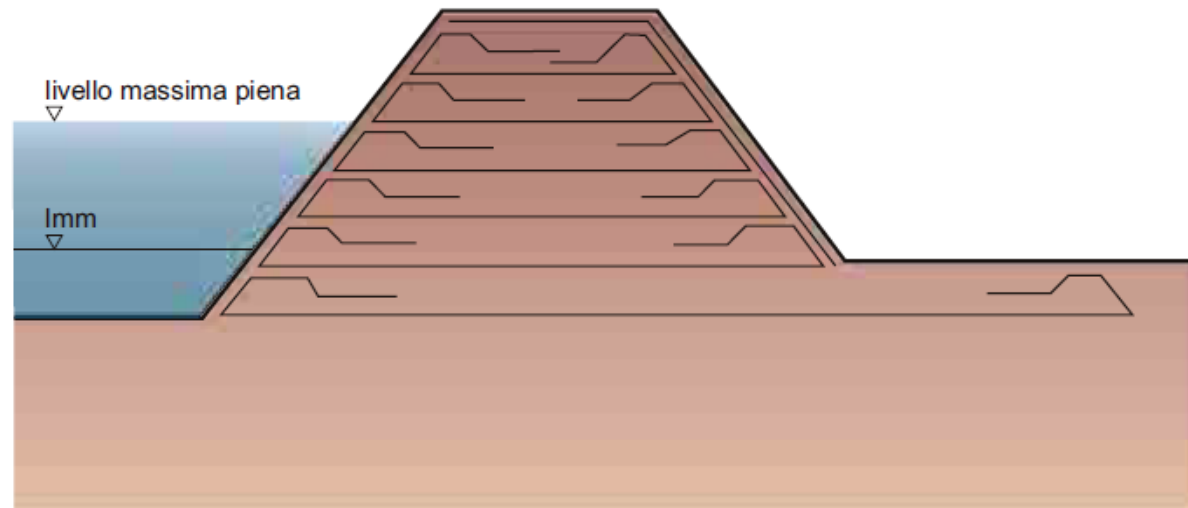


ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

Figura 2.1.9: La diminuzione di ingombro degli argini si può conseguire anche aumentando la pendenza delle scarpate per mezzo della tecnica del rinforzo dei terreni: l'aggiunta di rinforzi plastici o metallici opportunamente dimensionati può consentire di realizzare inclinazioni di 60-70°.

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.





ARGINI E DIGHE IN TERRA

MATERIALE DA COSTRUZIONE

Si utilizzano in genere terre fini, argille e limi argillosi, con i quali si possono ottenere condizioni di bassa permeabilità con modesta deformabilità ed apprezzabile resistenza meccanica a breve e lungo termine. Il materiale da utilizzare deve essere dotato di struttura abbastanza stabile nei confronti dei problemi di imbibizione e fessurazione per rigonfiamento e ritiro per essiccamento o variazione di umidità.

Nei Capitolati per la progettazione e costruzione di rialzi e rinforzi degli argini del Po sono indicati i materiali da utilizzare: si tratta di terre limose ed argillose comprese tra il tipo A6 della classificazione CNR-UNI10006 con contenuto minimo in sabbia del 15% ed il tipo A4 con contenuto massimo in sabbia del 50%.

La mancanza di materiale adatto a formare argini omogenei impone spesso la necessità di intervenire con nuclei formati con materiali più impermeabili o con altre tecniche.

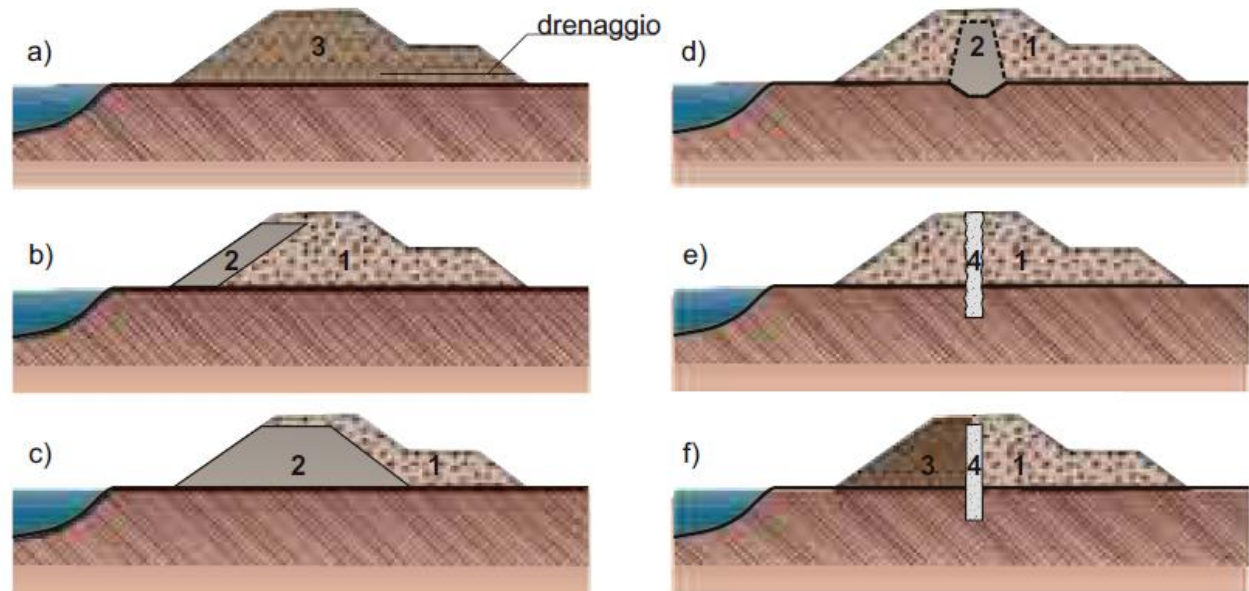


ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

Figura 2.1-3: Sezioni arginali a zone con permeabilità diversa, atte a garantire funzioni di drenaggio e di impermeabilizzazione. Questa tecnica consente di minimizzare la quantità di materiali con determinate caratteristiche idrauliche, il cui reperimento in certi casi può costituire un costo elevato. (Colleselli, 1998, rid.)

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

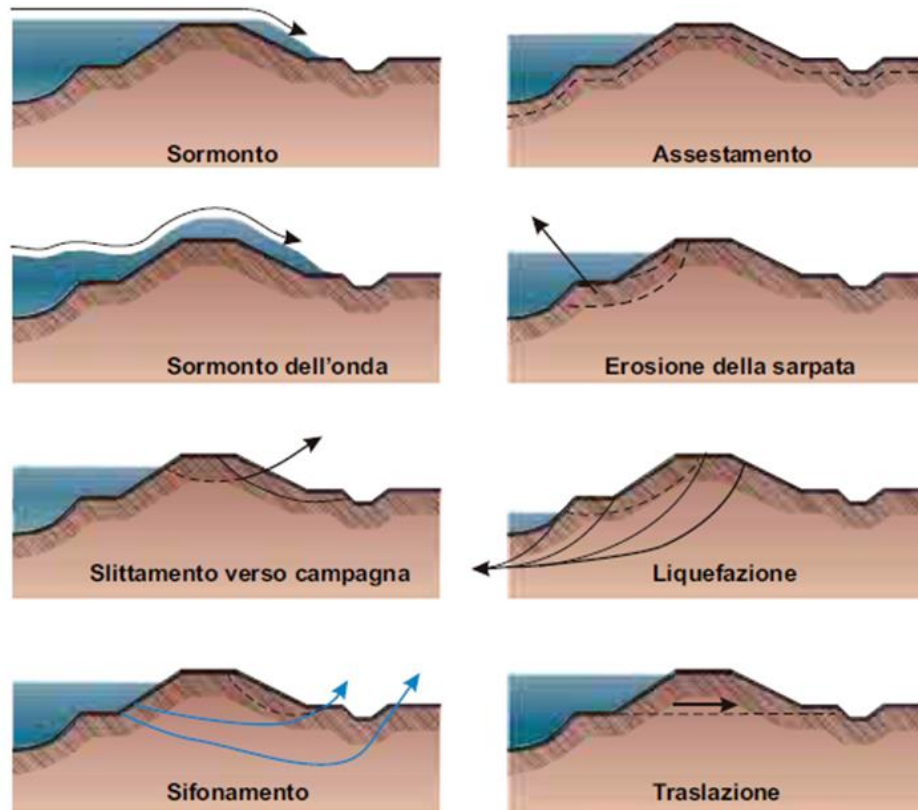




ARGINI E DIGHE IN TERRA

FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA'

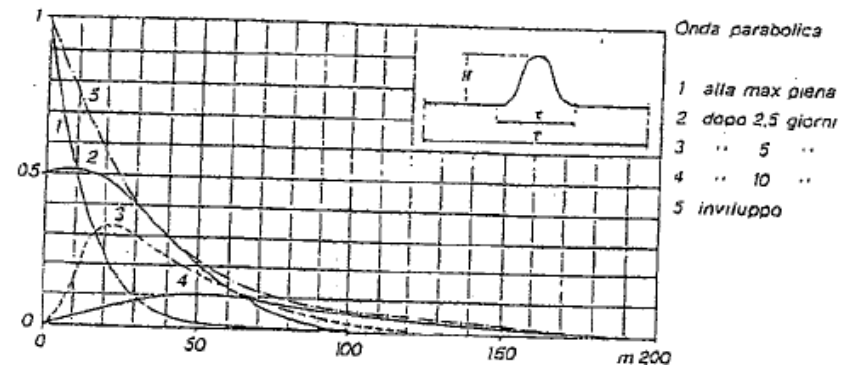
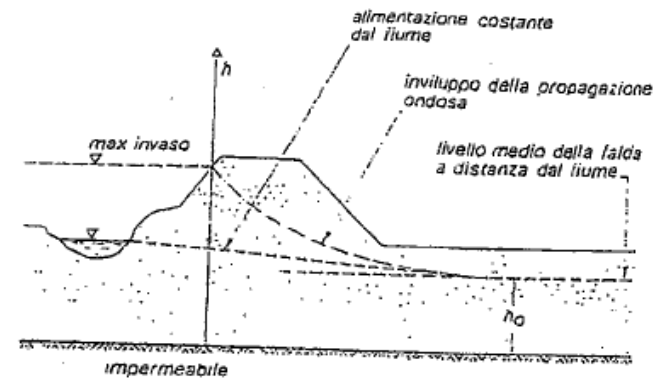
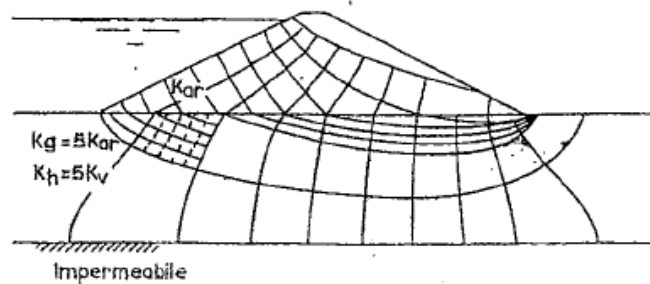
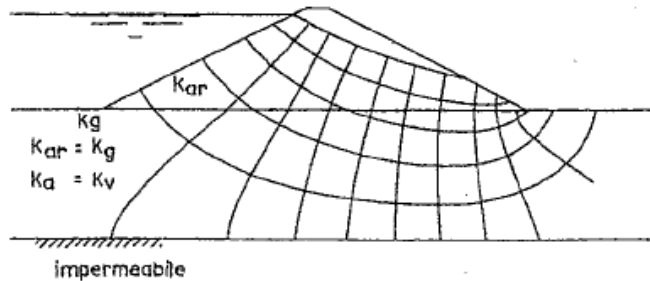
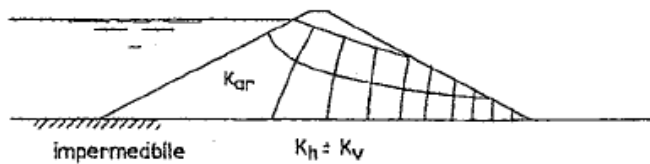
Figura 2.1.10: Meccanismi di rottura degli argini.





ARGINI E DIGHE IN TERRA

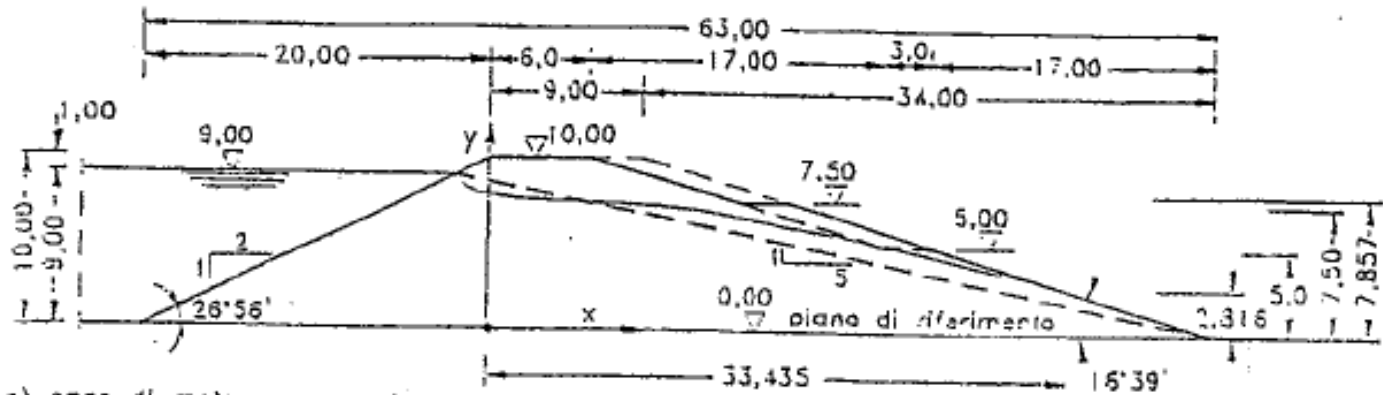
FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA': rete di flusso



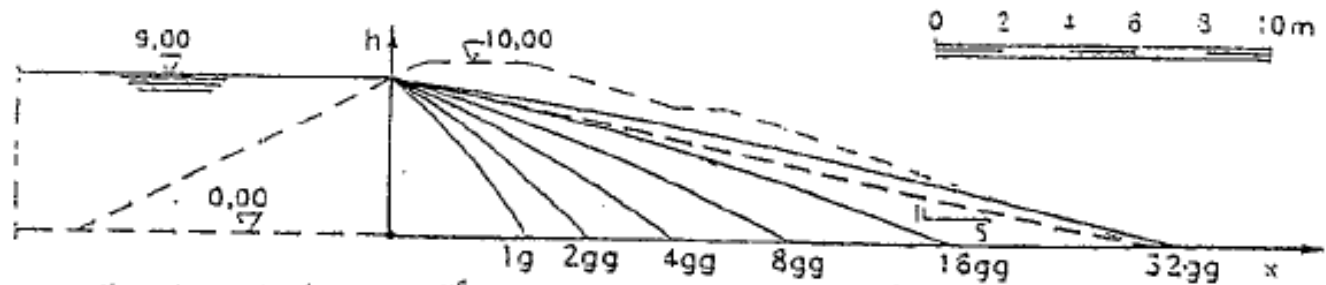


ARGINI E DIGHE IN TERRA

FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA': rete di flusso



c) caso di moto permanente

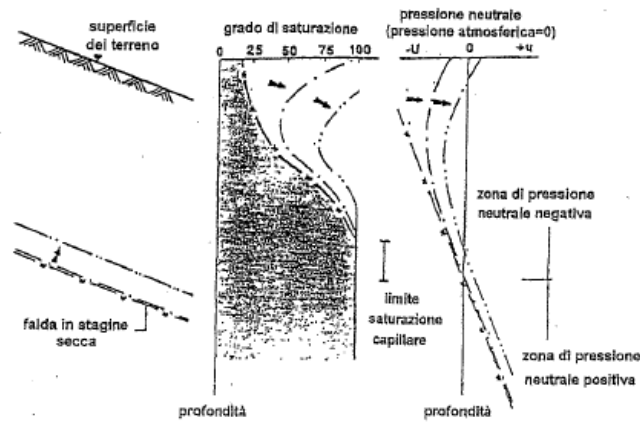


b) caso di moto varia (per $K=10^{-5}$ m/s e $n=0,3$)



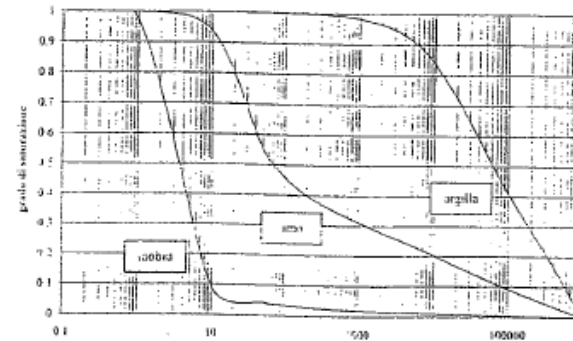
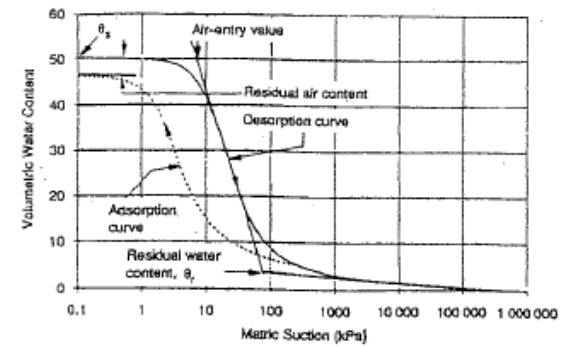
ARGINI E DIGHE IN TERRA

FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA': rete di flusso



Legenda

- Conditions al tempo t_0 (prima dell'inizio delle precipitazioni)
- Conditions al tempo t_1 (Immediatamente dopo l'inizio delle precipitazioni)
- Conditions al tempo t_2 (dopo un lungo periodo dall'inizio delle precipitazioni)
- Risalita capillare o crescita della saturazione e della pressione neutrale dovuta alle precipitazioni

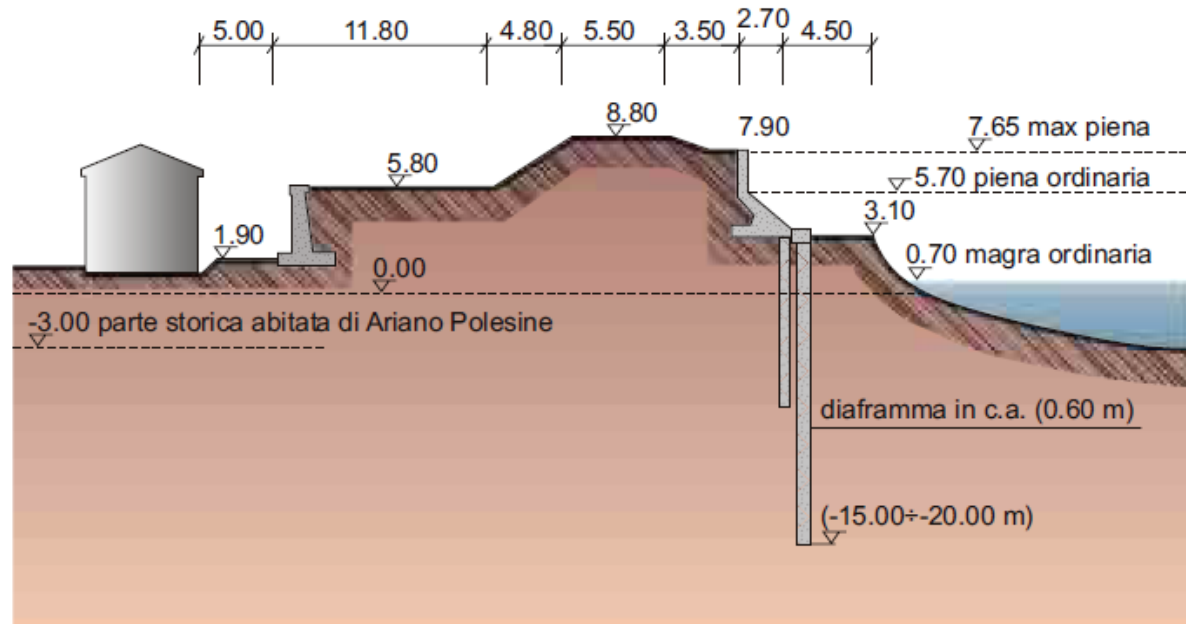




ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

Figura 2.1.8: La scarsità di spazio disponibile nei centri abitati può rendere necessario l'impiego di muri di sponda per diminuire l'ingombro degli argini. In tal caso però si possono innescare fenomeni di sifonamento degli argini. Per evitare che ciò accada si può ricorrere all'impiego di diaframmi che, se opportunamente dimensionati, costringono l'acqua che filtra sotto l'argine a percorrere distanze maggiori prima di riaffiorare oltre il piede del rilevato. La dissipazione di energia che ne consegue, impedisce l'innescare di fenomeni di sifonamento.

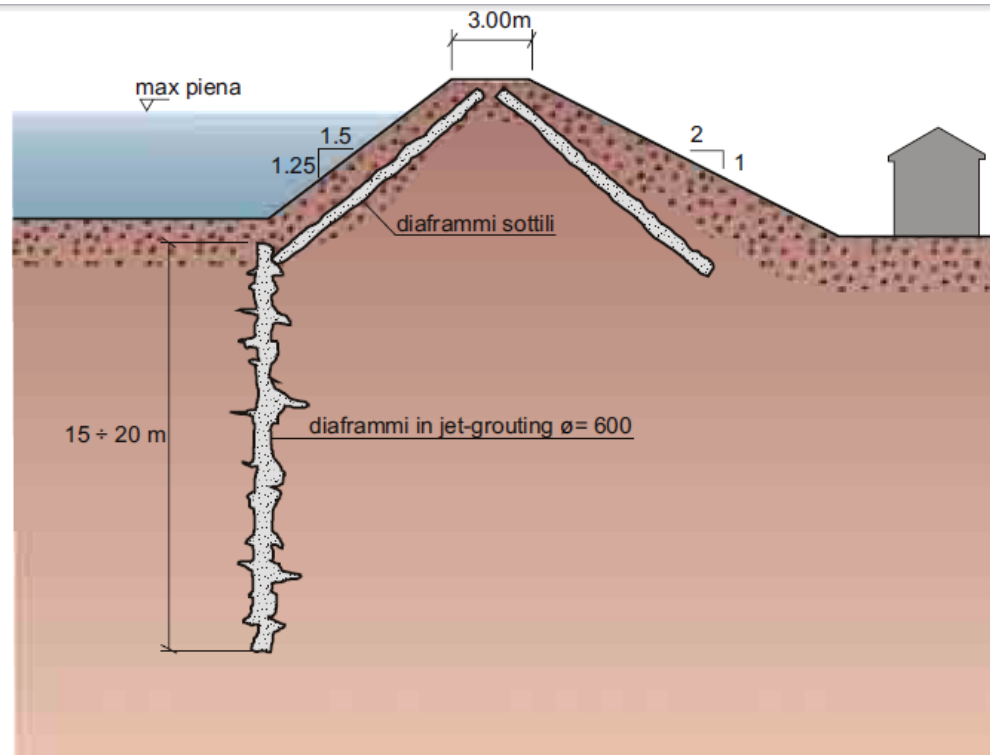




ARGINI E DIGHE IN TERRA

NORMATIVA E LINEE GUIDA

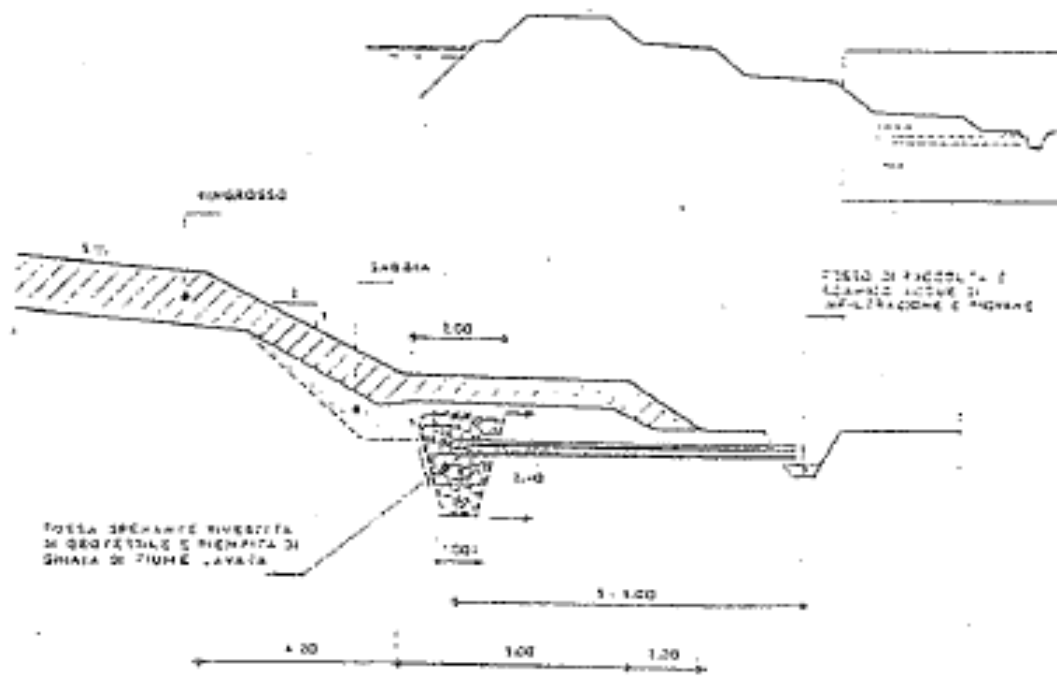
Figura 2.1.7: I diaframmi oltre che al piede degli argini possono essere utilizzati per impermeabilizzare il corpo stesso del rilevato e rafforzarlo; un esempio di questa applicazione è riportato nella figura che si riferisce ad un intervento lungo il Tagliamento, dove per la realizzazione è stata impiegata la tecnica del Jet-grouting





ARGINI E DIGHE IN TERRA

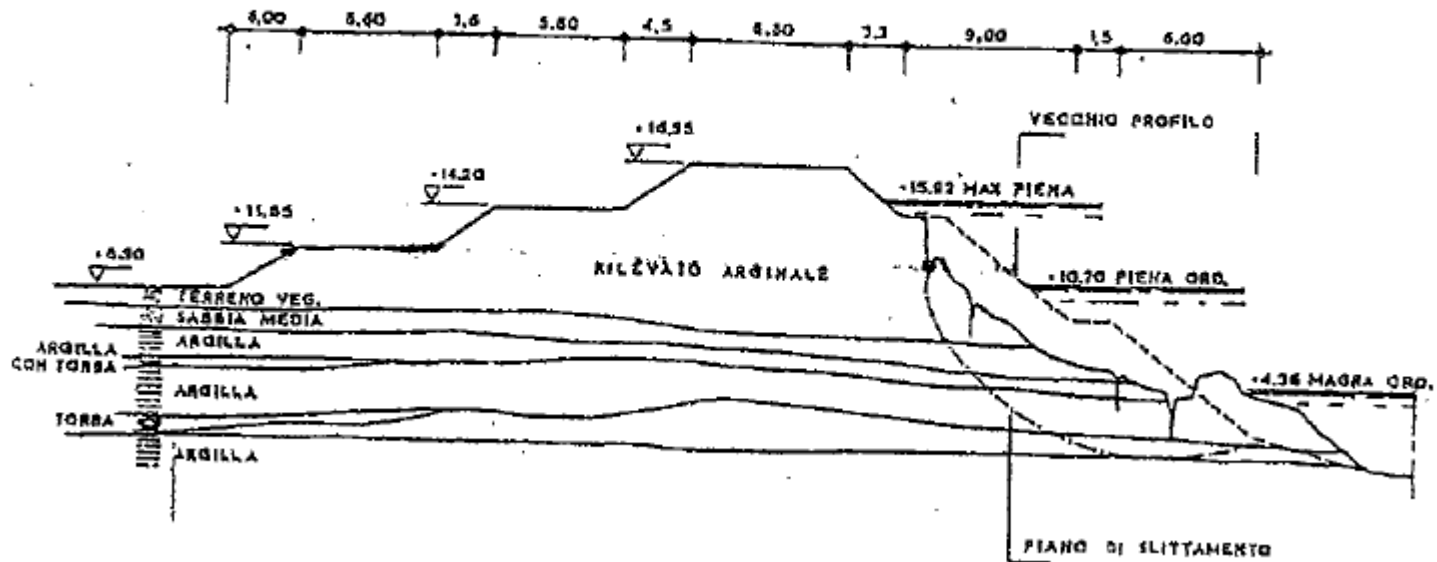
FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA': rete di flusso





ARGINI E DIGHE IN TERRA

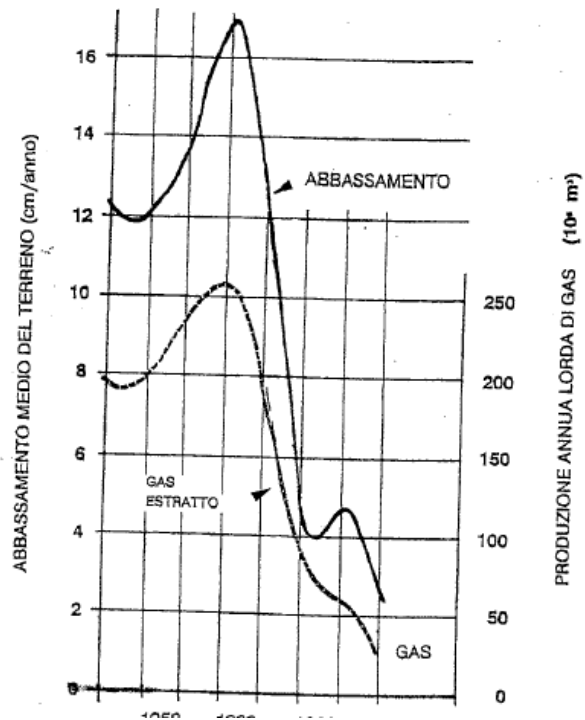
FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA': rete di flusso





ARGINI E DIGHE IN TERRA

FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA': rete di flusso





ARGINI E DIGHE IN TERRA

FILTRAZIONE – SIFONAMENTO- STABILITA': rete di flusso

