

1973 – 74 Ferrovia Paola-Cosenza Galleria Santomarco - Impresa RODIO

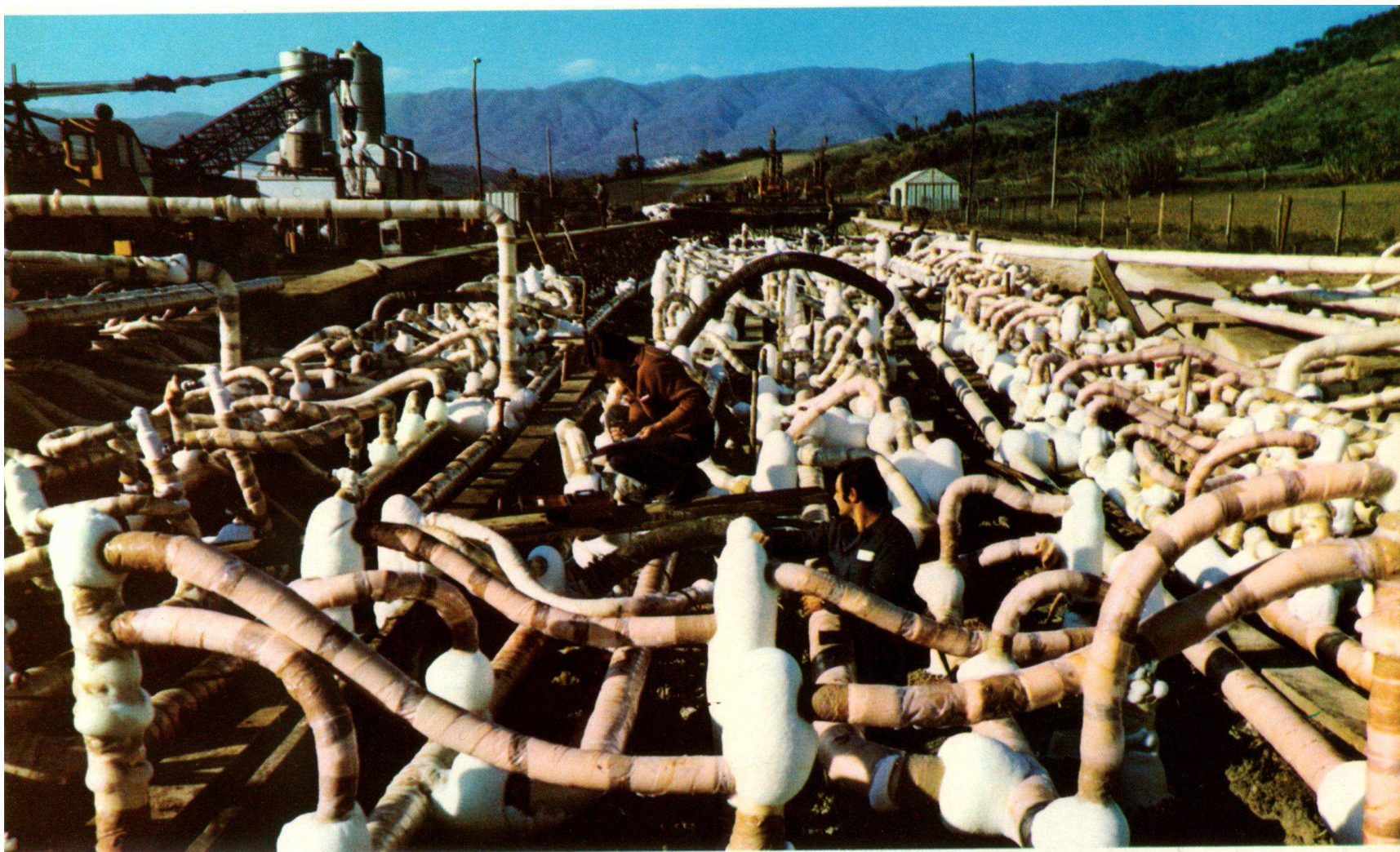
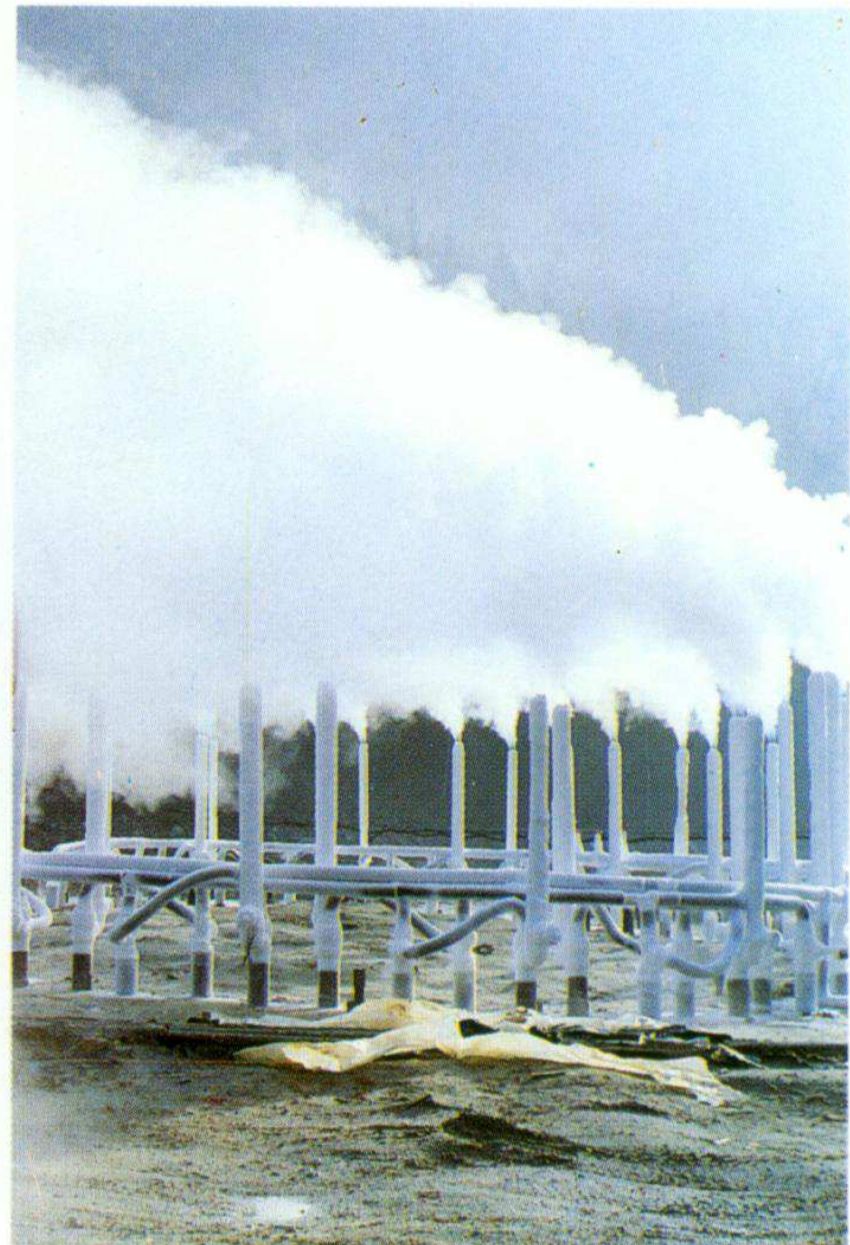
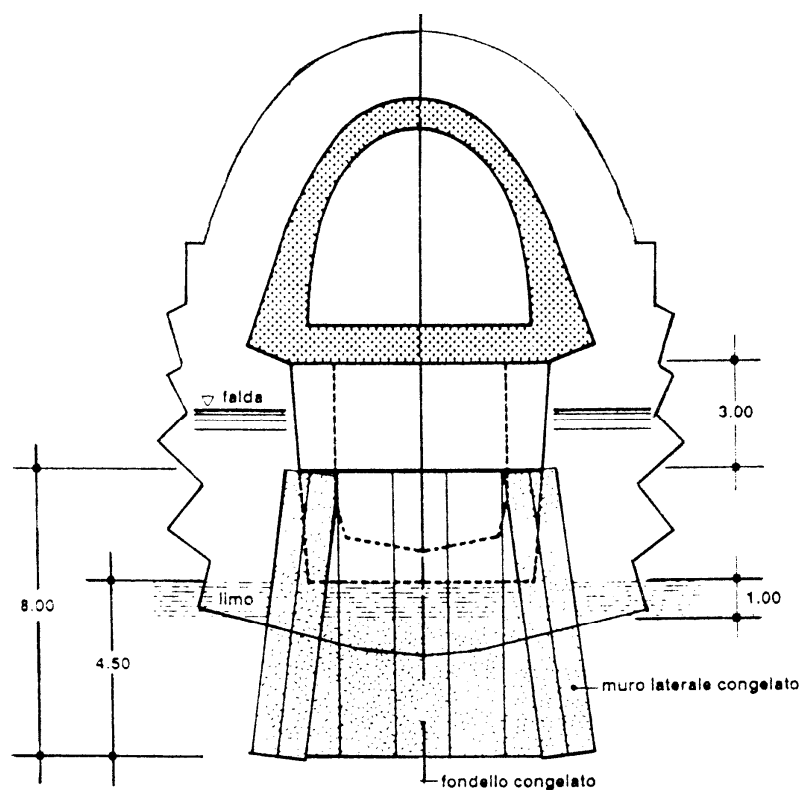


Fig. 10 - Galleria Ferroviaria Paola-Cosenza - Dettaglio dei circuiti in fase di congelamento nella zona del camino lato Cosenza. Due tecnici stanno rilevando la temperatura del terreno tramite la sonda termometrica calata in appositi fori riempiti con alcool. Notare l'ottima coibentazione dei collettori principali e di tutti i tubi di collegamento tra le teste delle varie sonde congelatrici (queste ultime non coibentate perché dotate di saracinesche per la regolazione del flusso di salamoia)



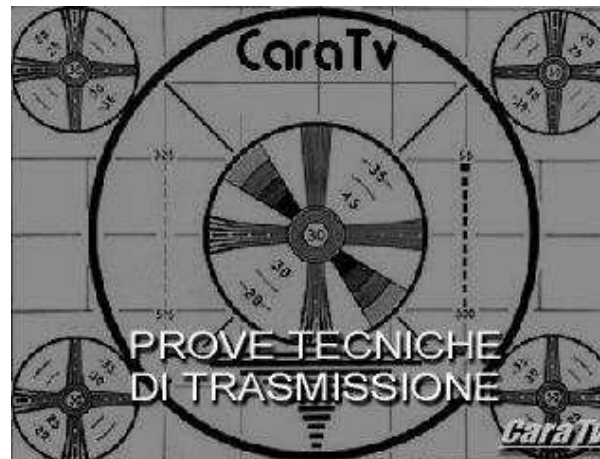


1987 – 88
Metropolitana Milanese Lotto 2B
Impresa RODIO

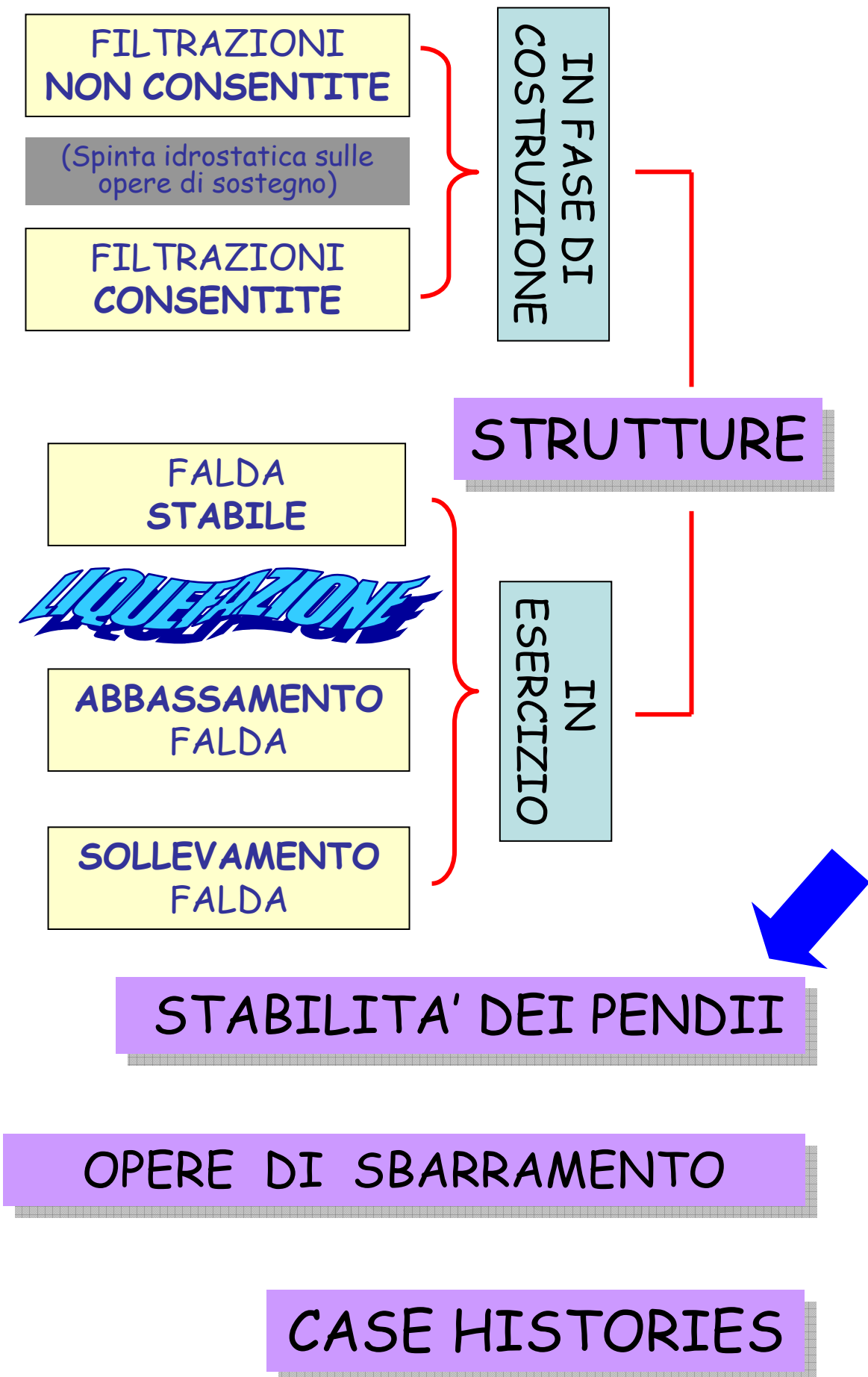
“azoto liquido”

- ☐ procedimento diretto
- ☐ ciclo aperto
- ☐ semplice scambio





PROBLEMI INGEGNERISTICI COLLEGATI ALLA PRESENZA DI FALDA



ALCUNE CRITICITA' NELLO STUDIO DELLE FRANE

- a. Geometria della frana
- b. Causa / cause più probabili
- c. Livello di conoscenza iniziale (geologico e geotecnico)
- d. Livello di conoscenza ottenibile a costi e tempi ragionevoli
- e. Conoscenza della “sensibilità” del modello matematico (codice di calcolo) che si intende utilizzare per l’analisi
- f. Studi parametrici
- g. Riserve di sicurezza, anche in relazione a possibili evoluzioni fisiche (escursione della falda, variazione delle condizioni al contorno, etc.)
- h. Efficacia delle tecnologie possibili
- i. Possibilità di efficaci monitoraggi (specie considerando chi li dovrà gestire nel tempo) e di successivi interventi integrativi

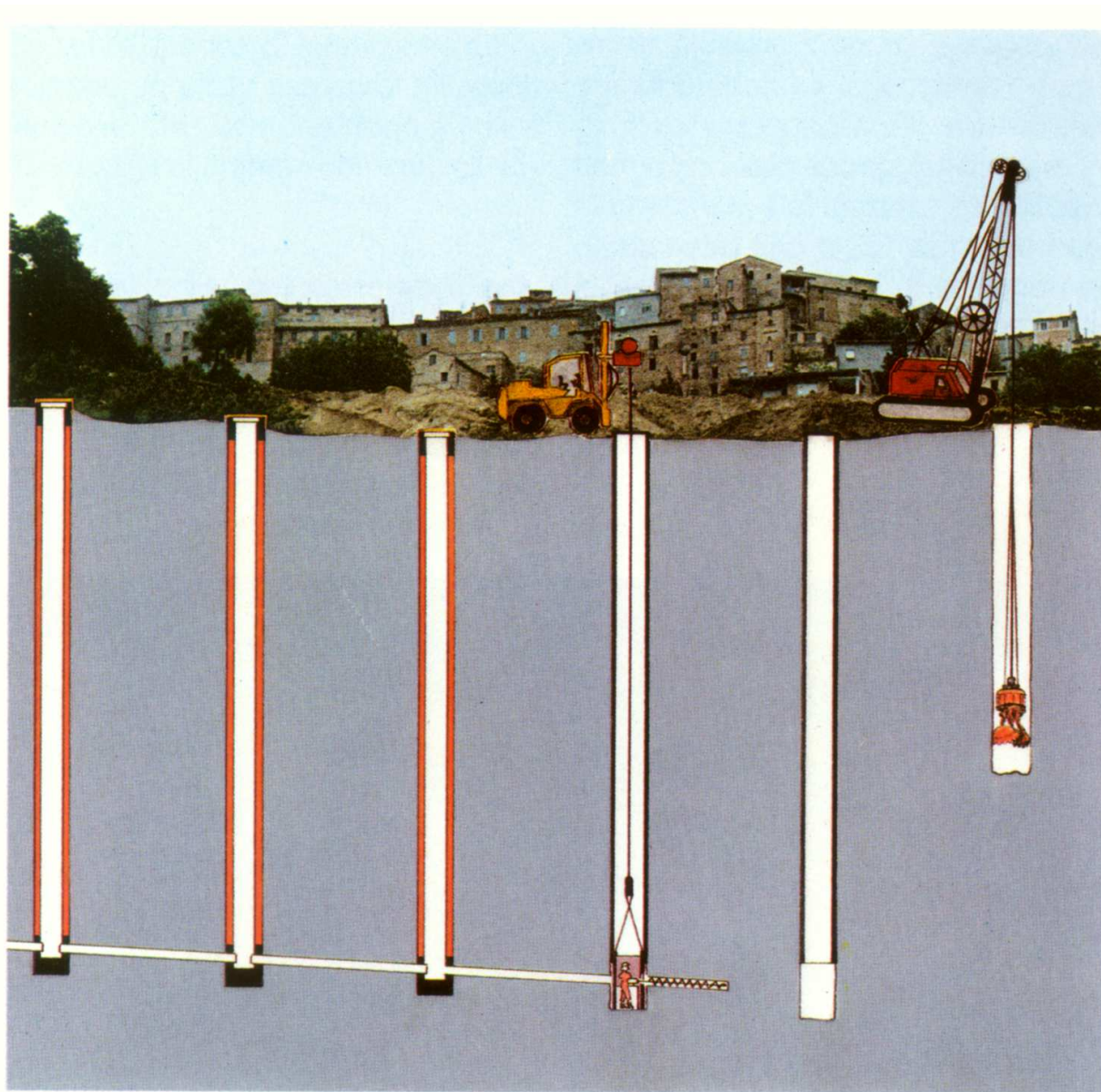
COMPRENSIONE DEL
FENOMENO FISICO

ATTENDIBILITA' DELLA
"MODELLAZIONE"
FISICO - MATEMATICA

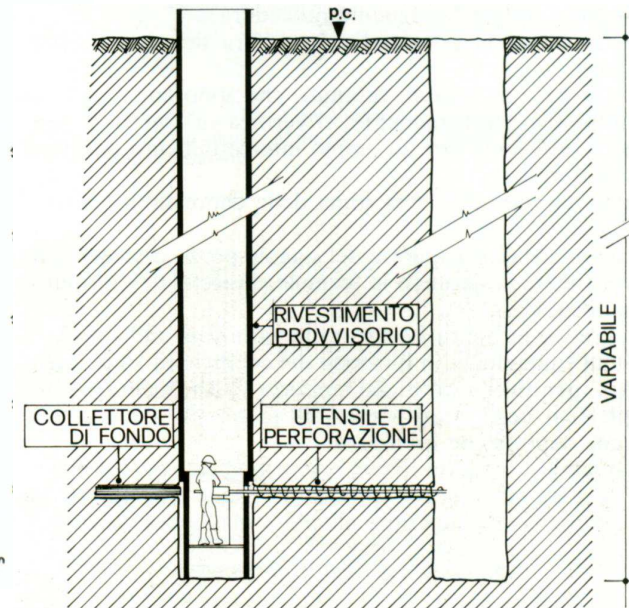
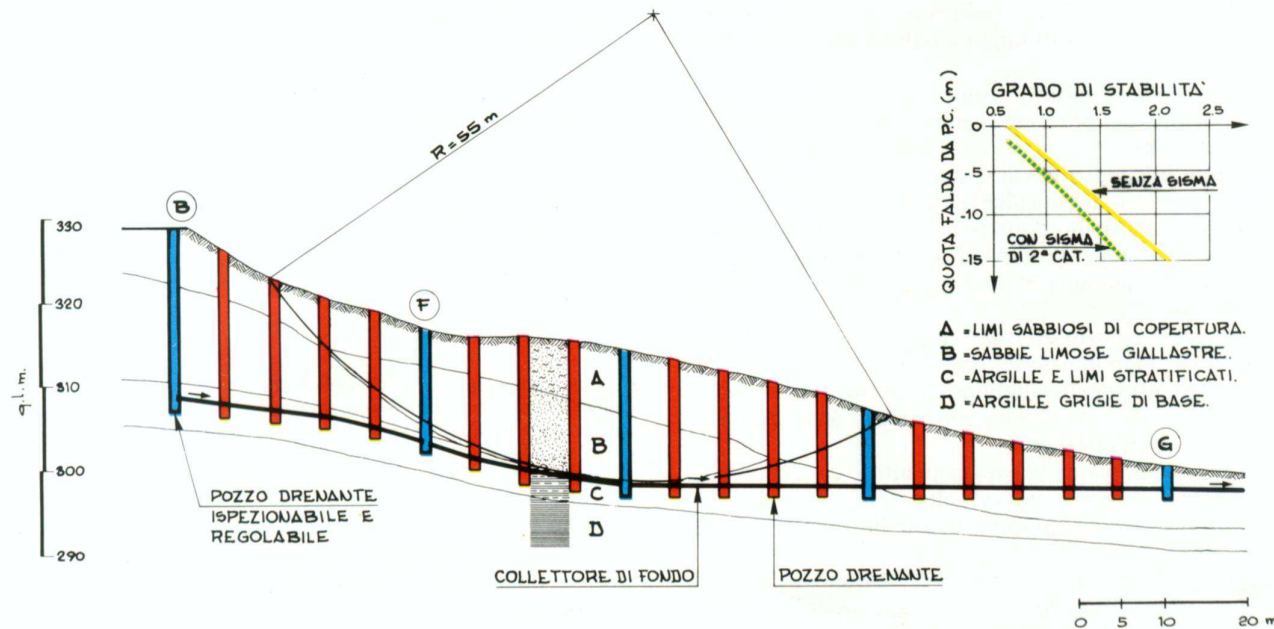
TECNOLOGIE E
CANTIERISTICA



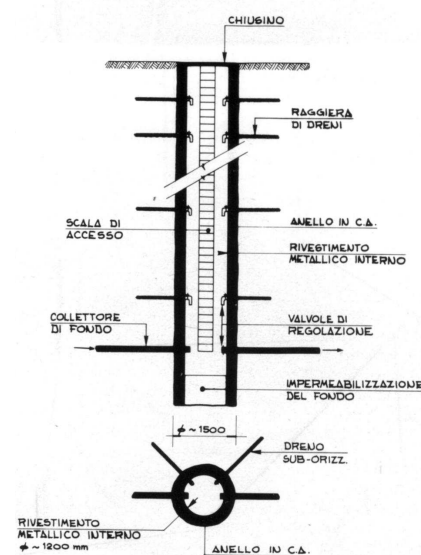
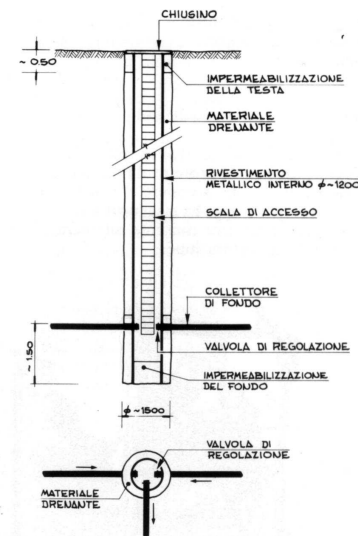
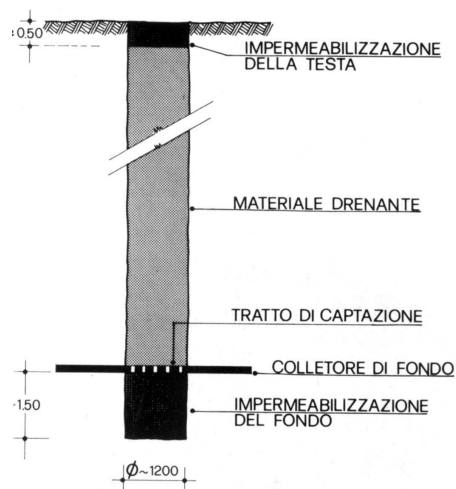
Possibilità di



*Regimazione permanente
dei livelli di falda per la
stabilizzazione di corpi di
frana*



Regimazione permanente dei livelli di falda per la stabilizzazione di corpi di frana



EFFETTI DELLA FILTRAZIONE SULLA STABILITA' DI UN PENDIO INDEFINITO

$$F : \frac{W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi}{W \sin \alpha + J}$$

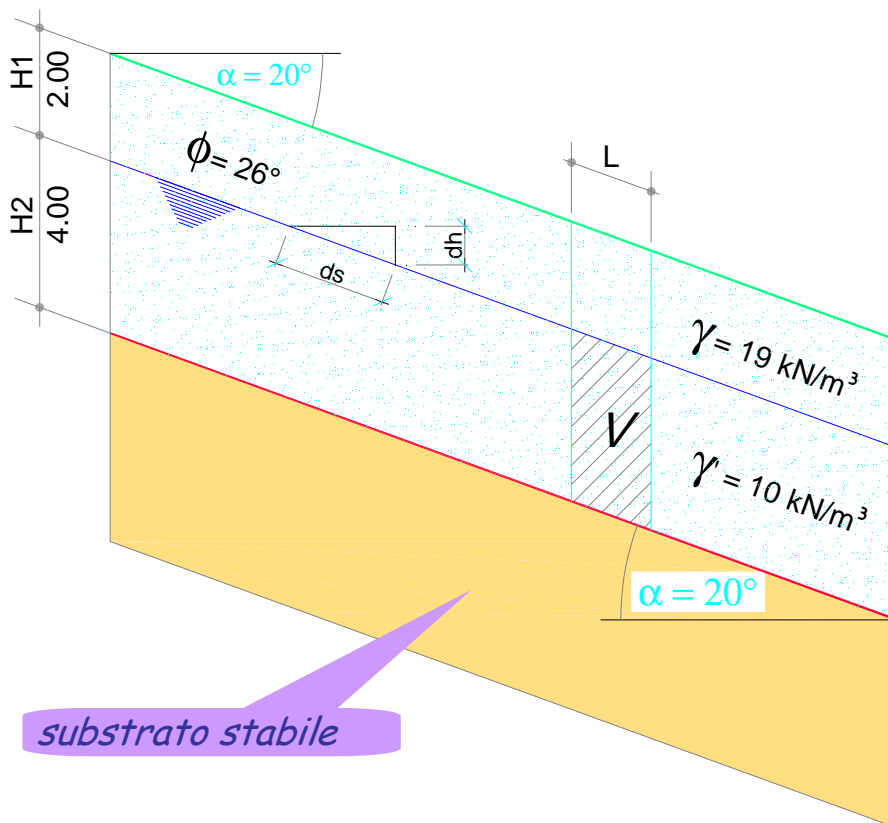
$$W = \gamma H_1 L \cos \alpha + \gamma' H_2 L \cos \alpha$$

$$J = \gamma_w i V \quad \text{ed essendo: } i = dh/ds = \sin \alpha$$

$$V = H_2 L \cos \alpha \Rightarrow J = \gamma_w \sin \alpha H_2 L \cos \alpha$$

trascurando la forza di filtrazione ($J = 0$)

$$F : \frac{\cos \alpha \operatorname{tg} \phi}{\sin \alpha} = 1,34$$



se poniamo

$$H_1 = 2,00 \text{ m}$$

$$H_2 = 4,00 \text{ m}$$

$$L = 1,00 \text{ m} \quad \text{risulta: } W = 73,30 \text{ kN/m}$$

$$W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi = 35,75 \text{ kN/m}$$

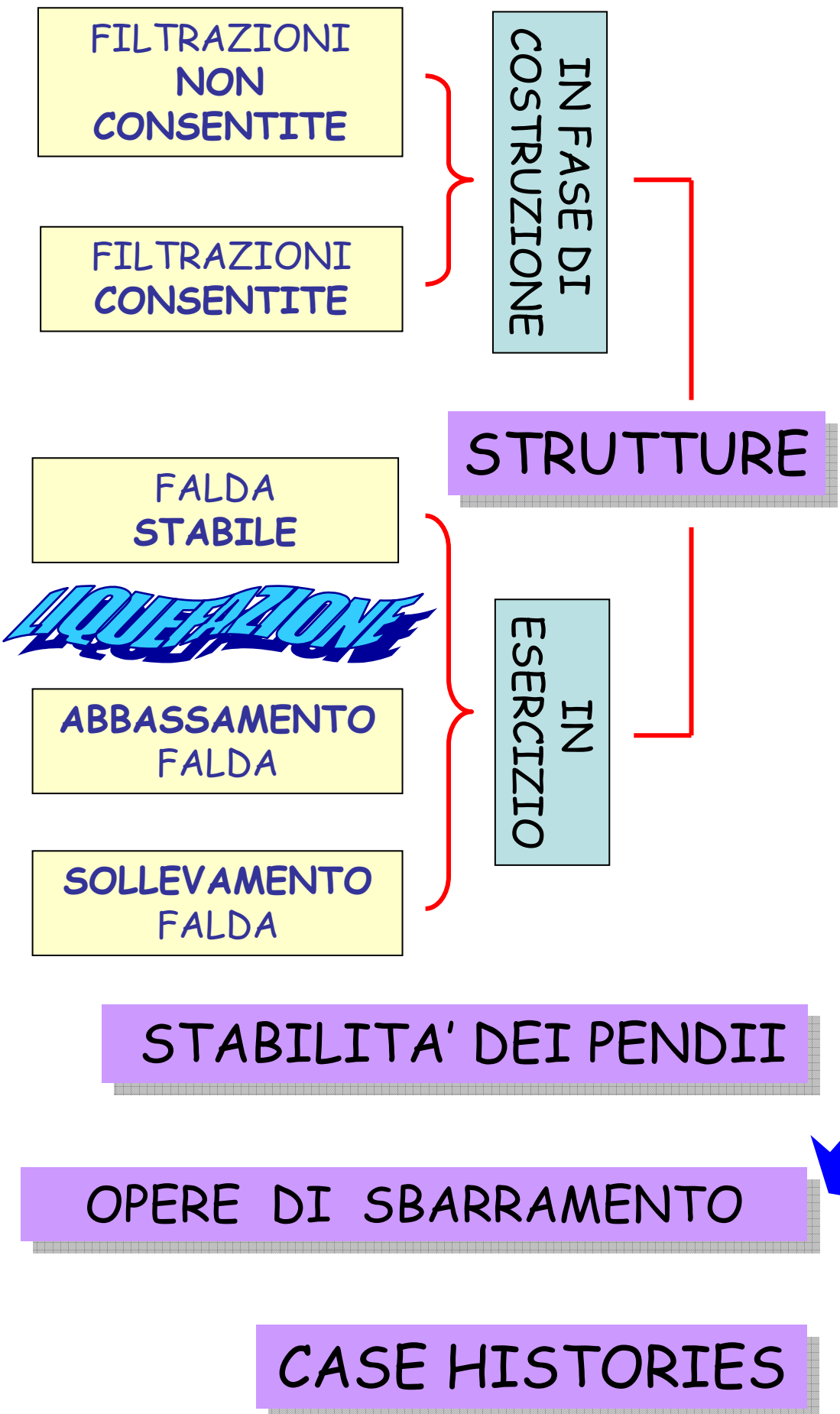
$$W \sin \alpha = 25,07 \text{ kN/m}$$

$$J = 12,86 \text{ kN/m}$$

considerando la forza di filtrazione

$$F : \frac{W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi}{W \sin \alpha + J} = \frac{35,75}{25,07 + 12,86} = 0,94$$

PROBLEMI INGEGNERISTICI
COLLEGATI ALLA PRESENZA DI FALDA



DIGHE (IN MURATURA)
FONDATE SU ROCCIA

✓ filtrazioni all'esterno
del corpo diga

☐ schermi d'iniezione
in roccia

FILTRAZIONI Vs TIPOLOGIE DIGHE

DIGHE IN
MATERIALI SCIOLTI

✓ filtrazioni all'esterno
del corpo diga

✓ filtrazioni all'interno
del corpo diga

☐ forma della diga
☐ nucleo impermeabile
☐ diaframmi o schermi
d'iniezione
☐ dreni

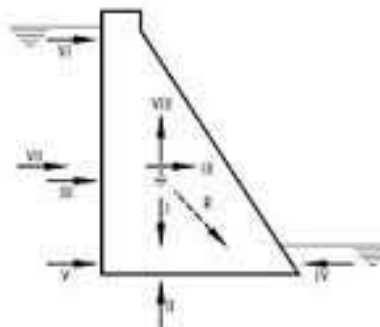
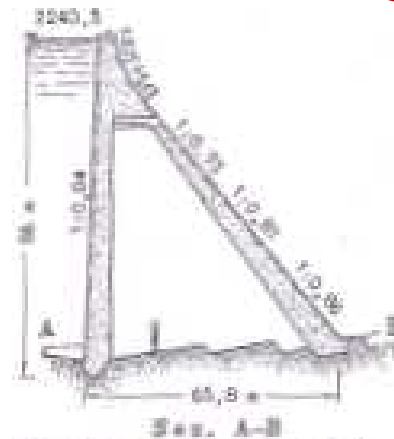
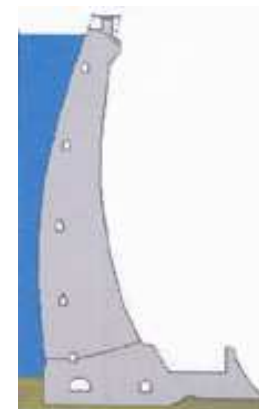
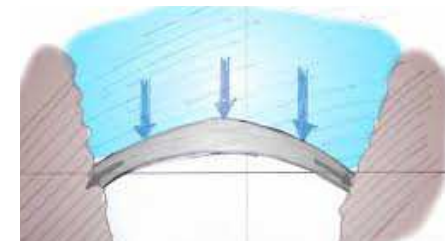
DIGHE IN MURATURA

✓ A GRAVITA'

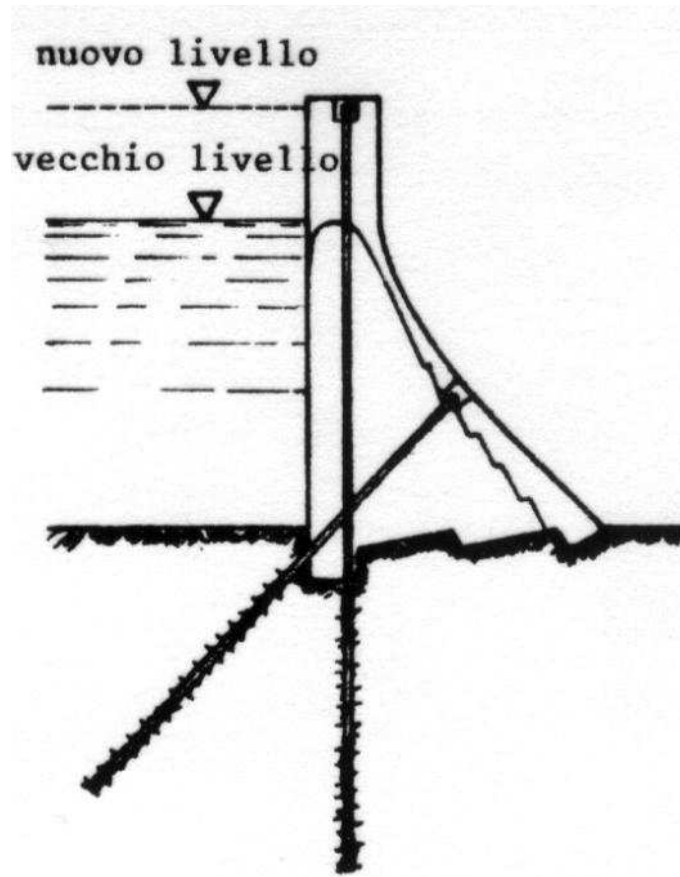
- ☐ Ordinaria (piena)
- ☐ Alleggerita
- ☐ A contrafforti

✓ AD ARCO

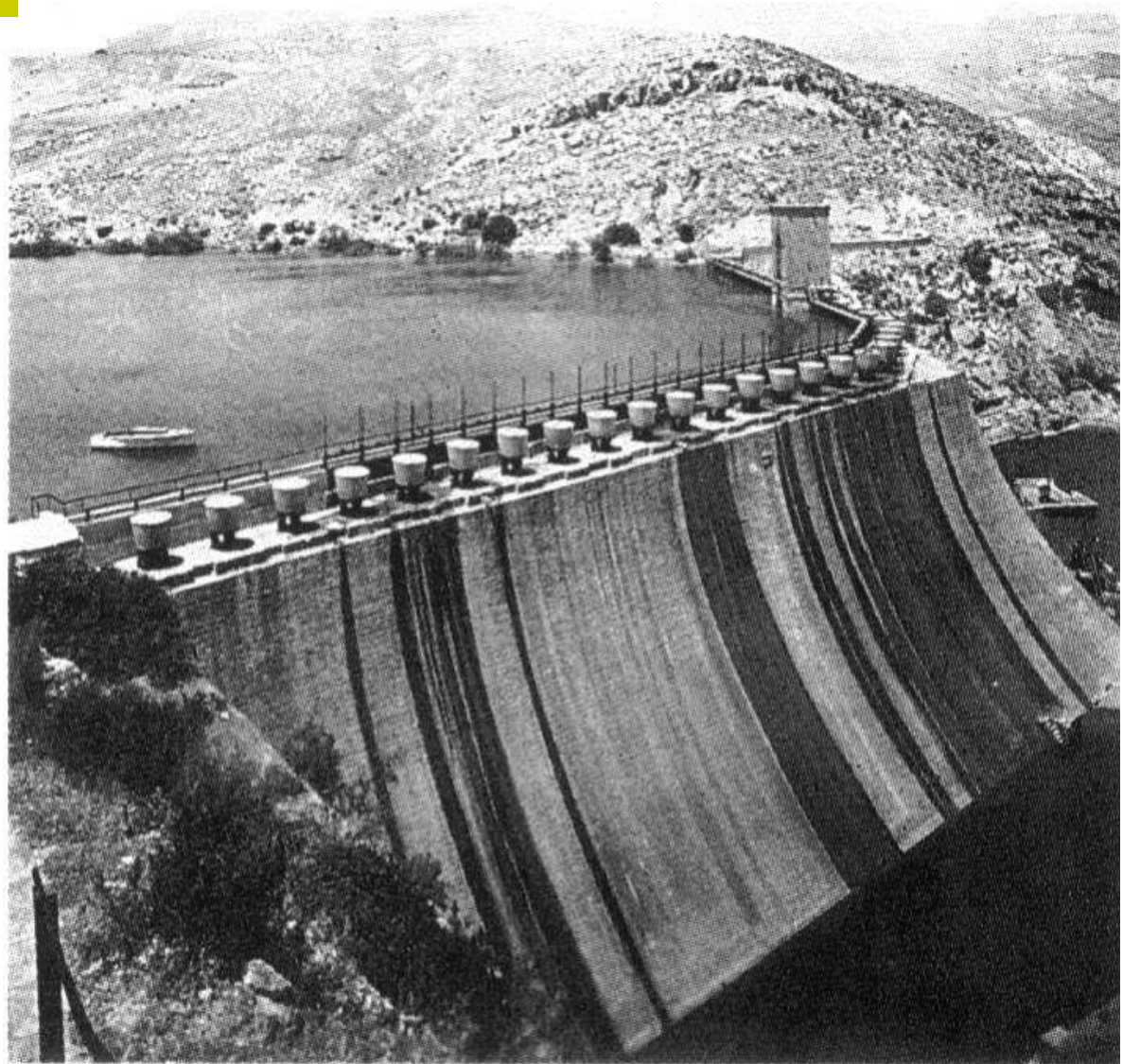
- ☐ Ad arco
- ☐ A volta (arco-cupola)
- ☐ Ad arco-gravità



DIGHE IN MURATURA A GRAVITA'



I lavori di rinforzo necessari ad innalzare la diga descrivono efficacemente il comportamento statico di una diga a gravità.



*Diga di Cheurfas -ALGERIA - 1935
Incremento del peso con tiranti da 1.000 t*

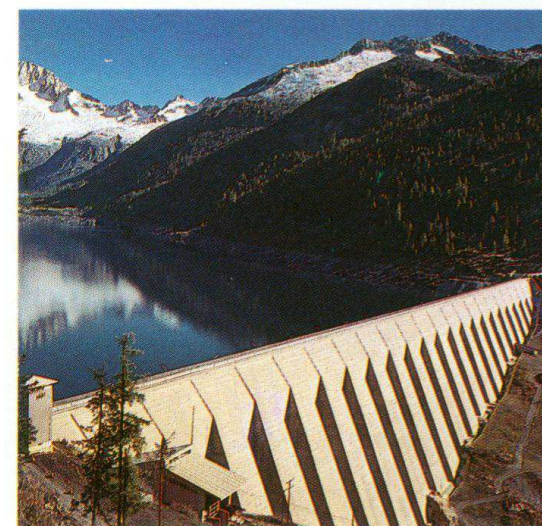
DIGHE IN MURATURA A GRAVITA'



Diga a gravità alleggerita sul fiume Liscio (Sardegna) - ITALIA h = 69 m



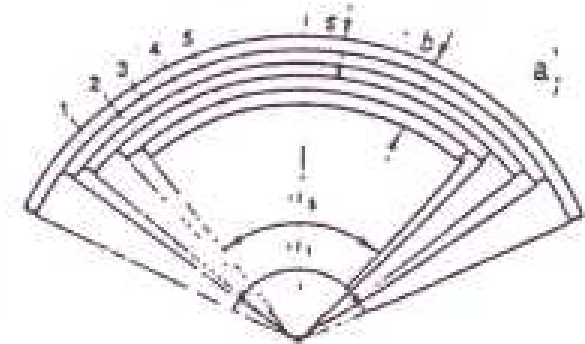
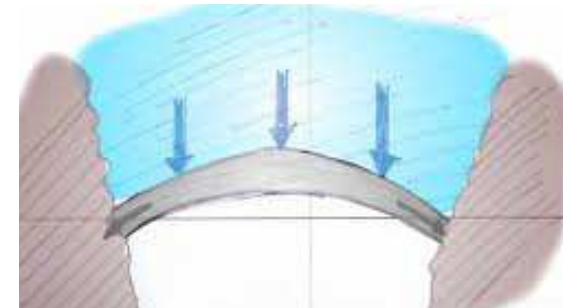
Tipiche dighe a gravità



*Diga a speroni
Malga Bissina ITALIA 1956/59*

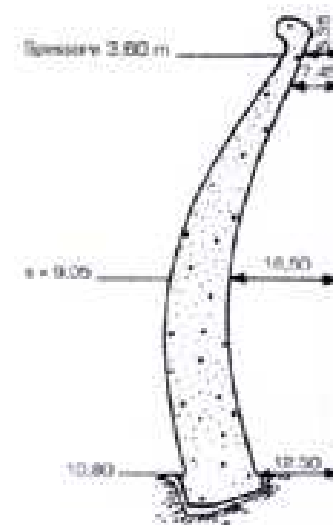
DIGHE IN MURATURA AD ARCO

- curvatura orizzontale (longitudinale)
- spinte scaricate interamente sulle spalle
- il luogo dei centri è sulla verticale

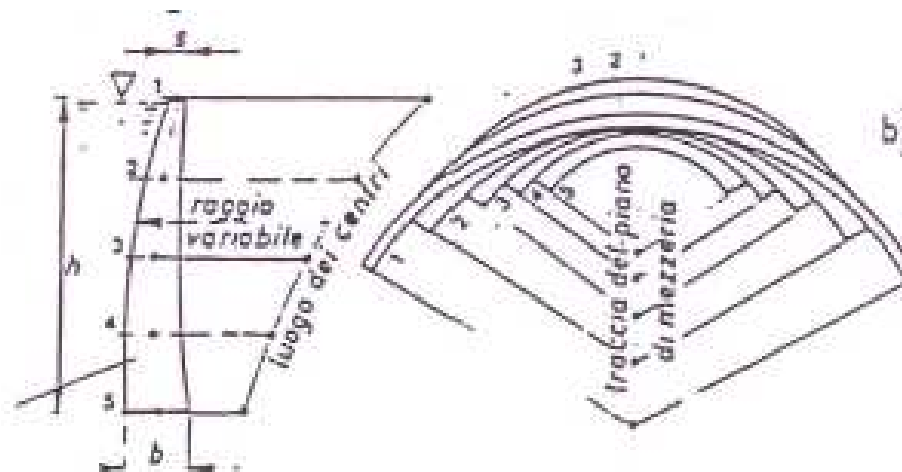


DIGHE IN MURATURA A VOLTA (ARCO-CUPOLA)

- curvatura orizzontale (longitudinale) e verticale (trasversale)
- spinte scaricate sulle spalle ed in parte in fondazione
- il luogo dei centri si allontana dalla diga procedendo verso l'alto



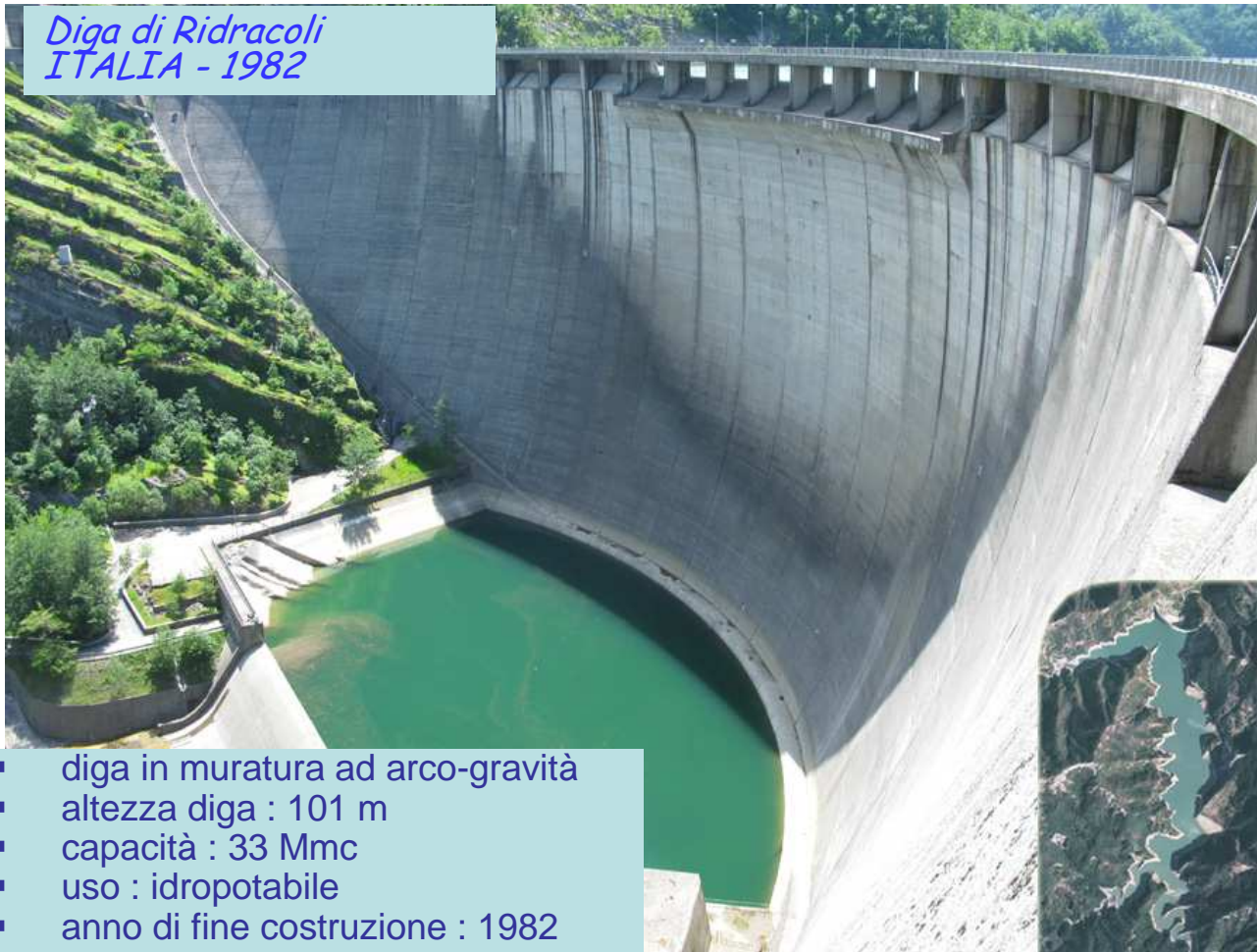
Dez- IRAN 1960/64



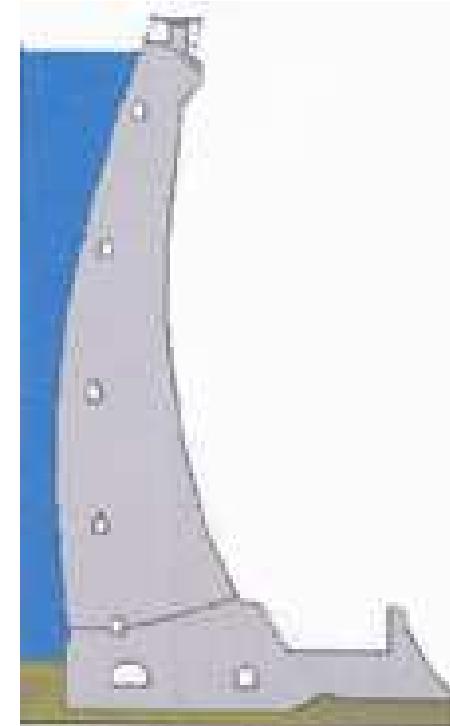
DIGHE IN MURATURA AD ARCO-GRAVITA'

- la forma ed i rapporti dimensionali sono tali da innescare la resistenza alle spinte attraverso l'azione congiunta offerta dalla curvatura orizzontale, da quella trasversale di mensola e dal peso proprio

Diga di Ridracoli
ITALIA - 1982



- diga in muratura ad arco-gravità
- altezza diga : 101 m
- capacità : 33 Mmc
- uso : idropotabile
- anno di fine costruzione : 1982



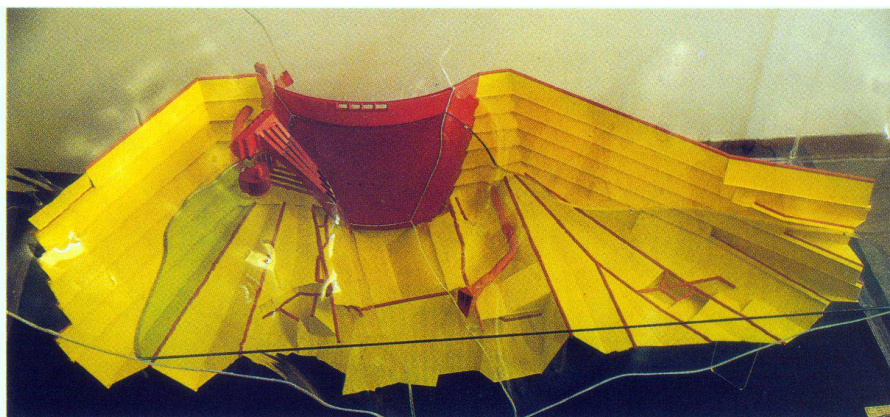


SCHERMI D'INIEZIONE
IN ROCCIA



© 1985, William L.B.J. Dekker

El Cajon - HONDURAS 1980/85



DIGA A VOLTA :

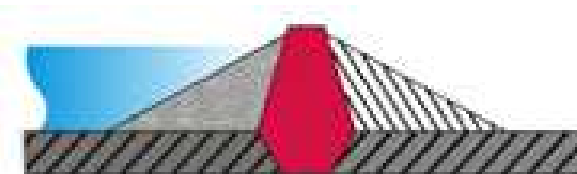
- ❑ altezza : 226 m
- ❑ larghezza in cresta : 382 m
- ❑ schermo d'iniezione profondo 250 m
 - 560.000 mq
 - 535.000 m di fori
 - 95.000 t di cemento
 - 12 km di cunicoli
- ❑ massima produzione mensile RODIO:
 - 46.000 m di fori
 - 8.400 t di cemento

DIGHE IN
MATERIALI
SCIOLTI
(TERRA O
ROCKFILL)

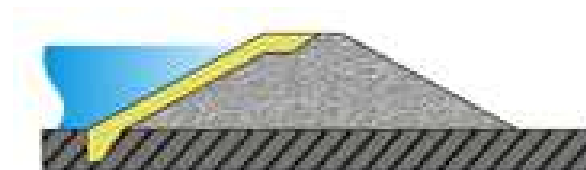
✓ OMOGENEE



✓ ZONATE, CON NUCLEO
IMPERMEABILE



✓ CON MANTO IMPERMEABILE



L'ho fatta io !
(senza andare
all'Università)



DIGHE IN MATERIALI SCIOLTI

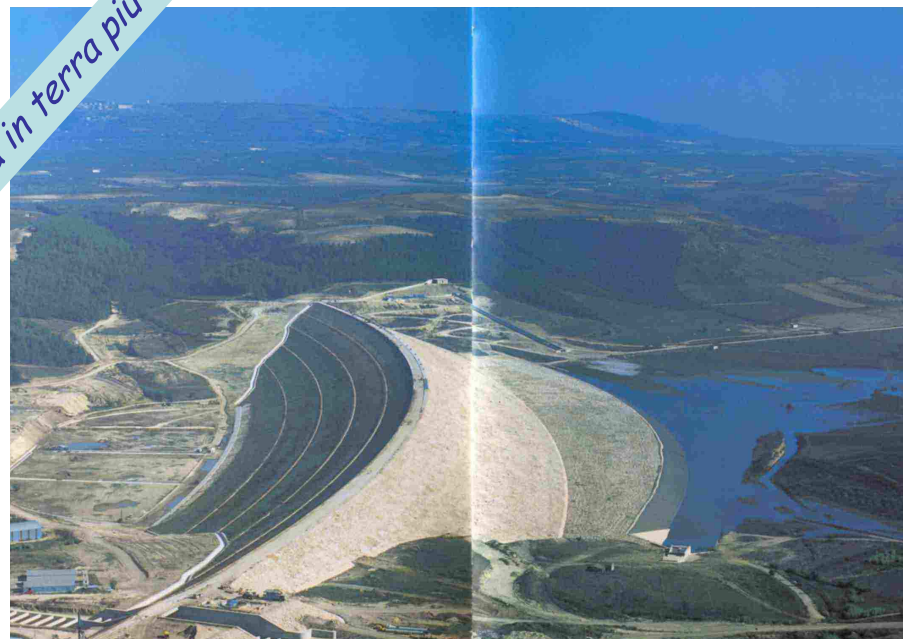
Diga di Zoccolo - ITALIA 1964



- diga in terra con manto
- altezza diga : 64 m
- capacità : 33 Mmc
- uso : idroelettrico
- anno di fine costruzione : 1964

La 2^a diga in terra più alta d'Europa.

Diga del Locone - ITALIA 1986



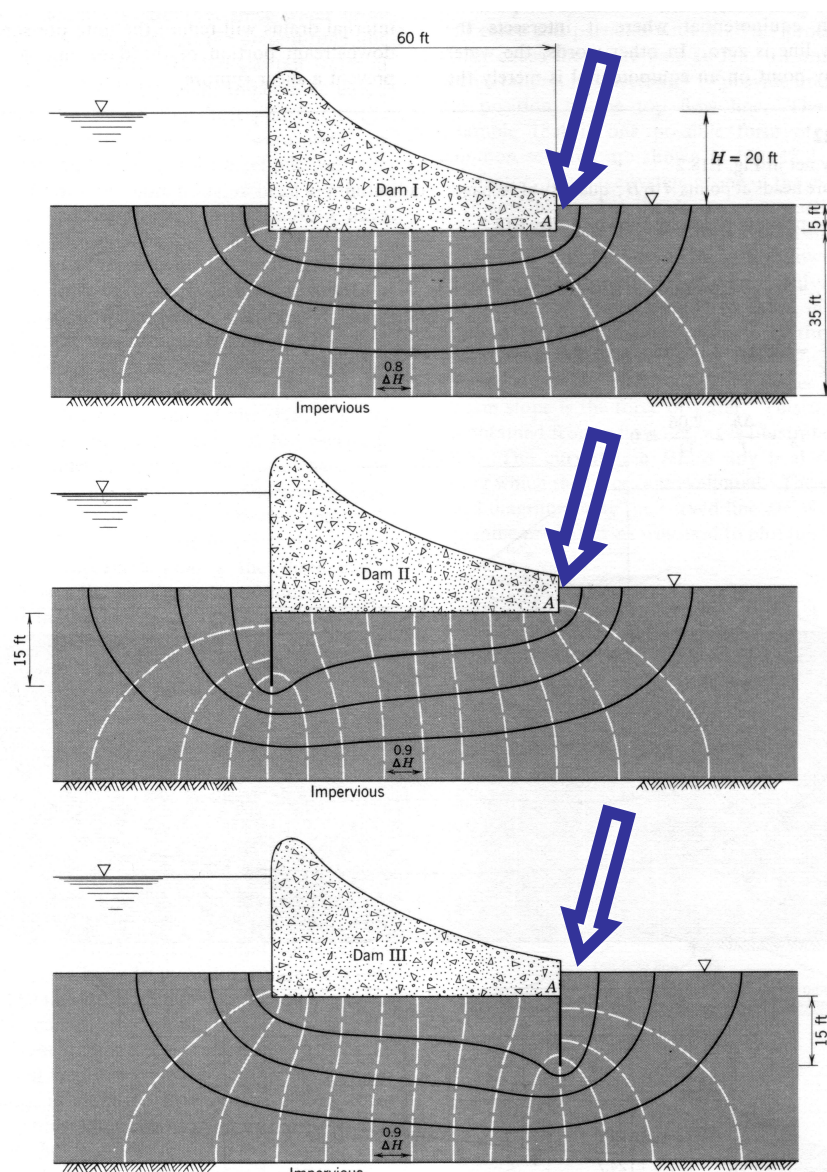
- diga in terra, zonata
- altezza diga dal p.c. : 54 m
- capacità : 115 Mmc
- uso : irriguo
- costruzione : 1982 - 86



Diga di TARBELA sul fiume Indo ('1974/82) : la più grande diga in rockfill del mondo

FILTRAZIONI NELLE DIGHE FONDATE SU TERRENI

*flusso all'esterno del corpo diga
flusso all'interno del corpo diga*

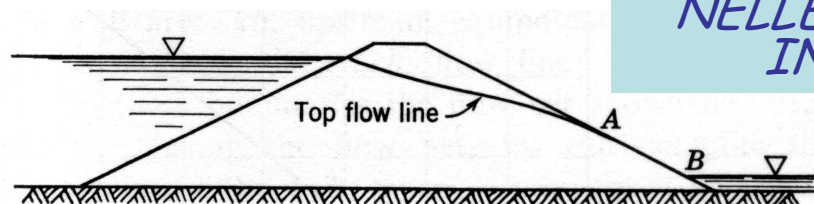


FLUSSO ALL'ESTERNO DEL CORPO DIGA

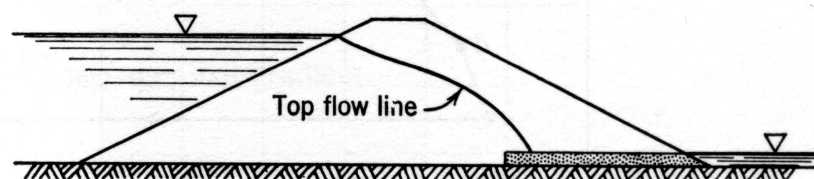
- ❑ ai fini del sifonamento la sezione critica è la superficie del terreno a valle
- ❑ si può giocare sulla dimensione trasversale della diga o sulla posizione e profondità dei taglianti

FILTRAZIONI NELLE DIGHE IN TERRA

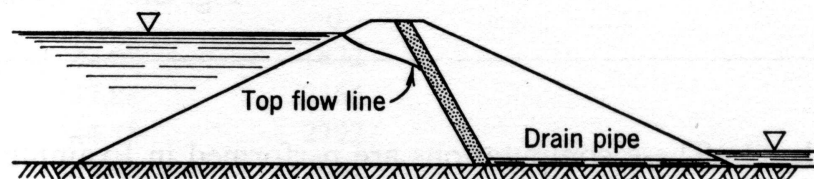
*flusso all'esterno del corpo diga
flusso all'interno del corpo diga*



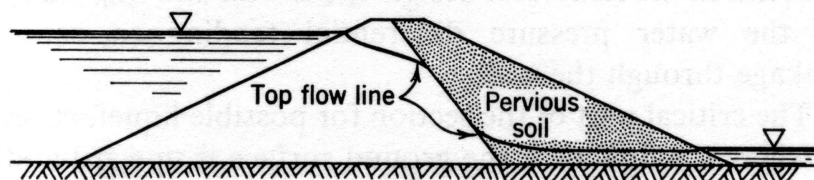
(a)



(b)



(c)



(d)

FLUSSO ALL'INTERNO DEL CORPO DIGA

- ❑ *ai fini del sifonamento la sezione critica può essere sia il paramento di valle della diga che la superficie del terreno a valle*
- ❑ *si può giocare sulla forma e composizione del corpo diga e sulla posizione dei dreni.*

Fig. 18.2 Types of internal drainage for earth dam. (a) Homogeneous dam without internal drain. (b) Homogeneous dam with underdrain. (c) Homogeneous dam with chimney drain. (d) Zoned dam.

DIGHE IN MATERIALI SCIOLTI

DIGA DI SENISE SUL FIUME SINNI 1970 - 1980

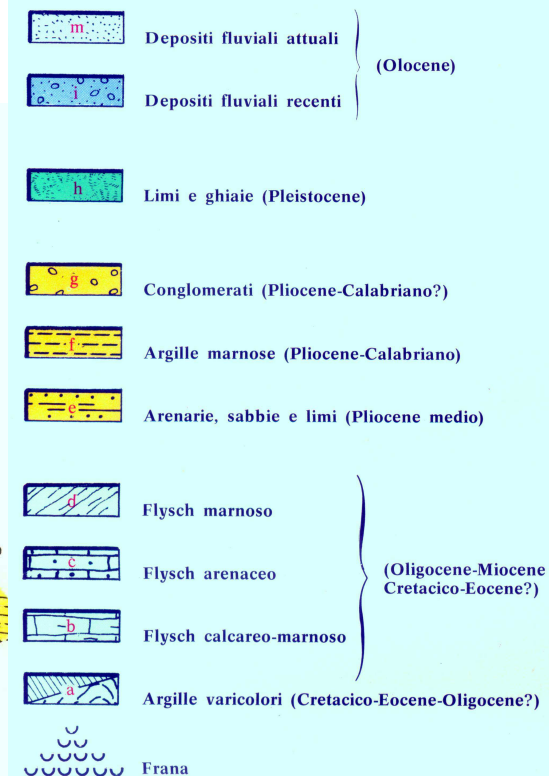
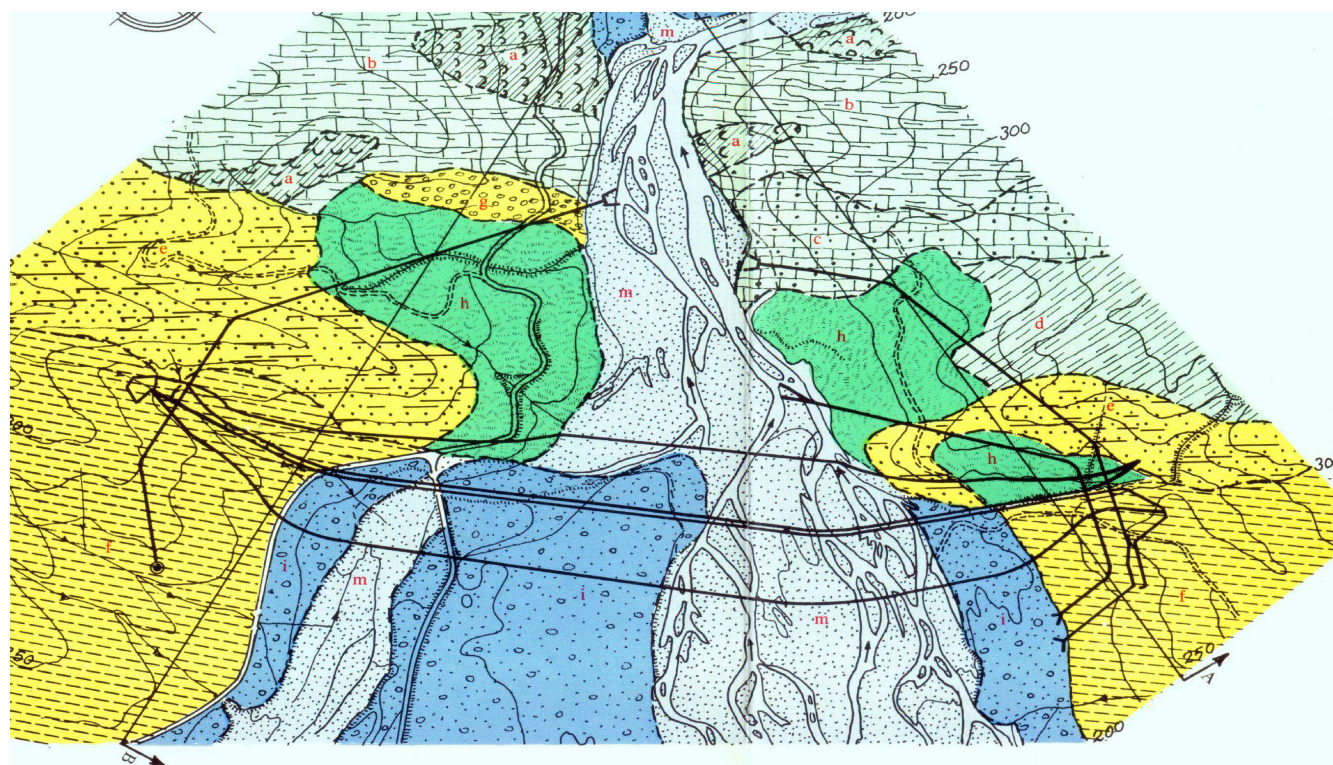
Ente Generale Irrigazione Puglia - Lucania - Irpinia
Progettisti : Prof. Ing. Arrigo Croce et al.
Impresa costruttrice : LODIGIANI

- diga in terra, con paramento impermeabile
- altezza diga : 70 m
- larghezza max alla base : 265 m
- lunghezza al coronamento : 1.850 m
- volume del rilevato : 11,6 Mmc
- capacità : 530 Mmc
- regolazione pluriennale
- bacino sotteso : 804 kmq
- superficie specchio liquido : 18,5 kmq
- uso : plurimo
- quota max. invaso : + 255,80 m slm

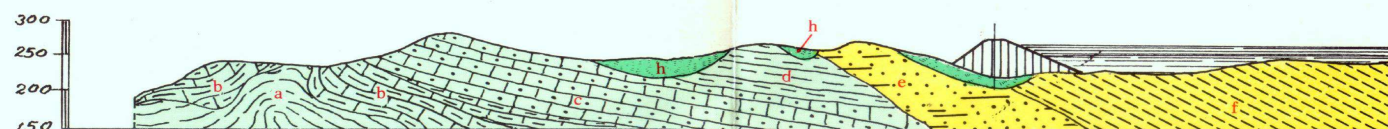
*La più grande diga in
terra d'Europa.
(per altezza e volume
del rilevato)*



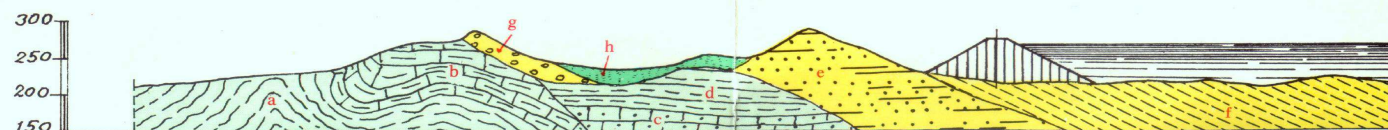
DIGA DI SENISE - PLANIMETRIA E SEZIONI GEOLOGICHE



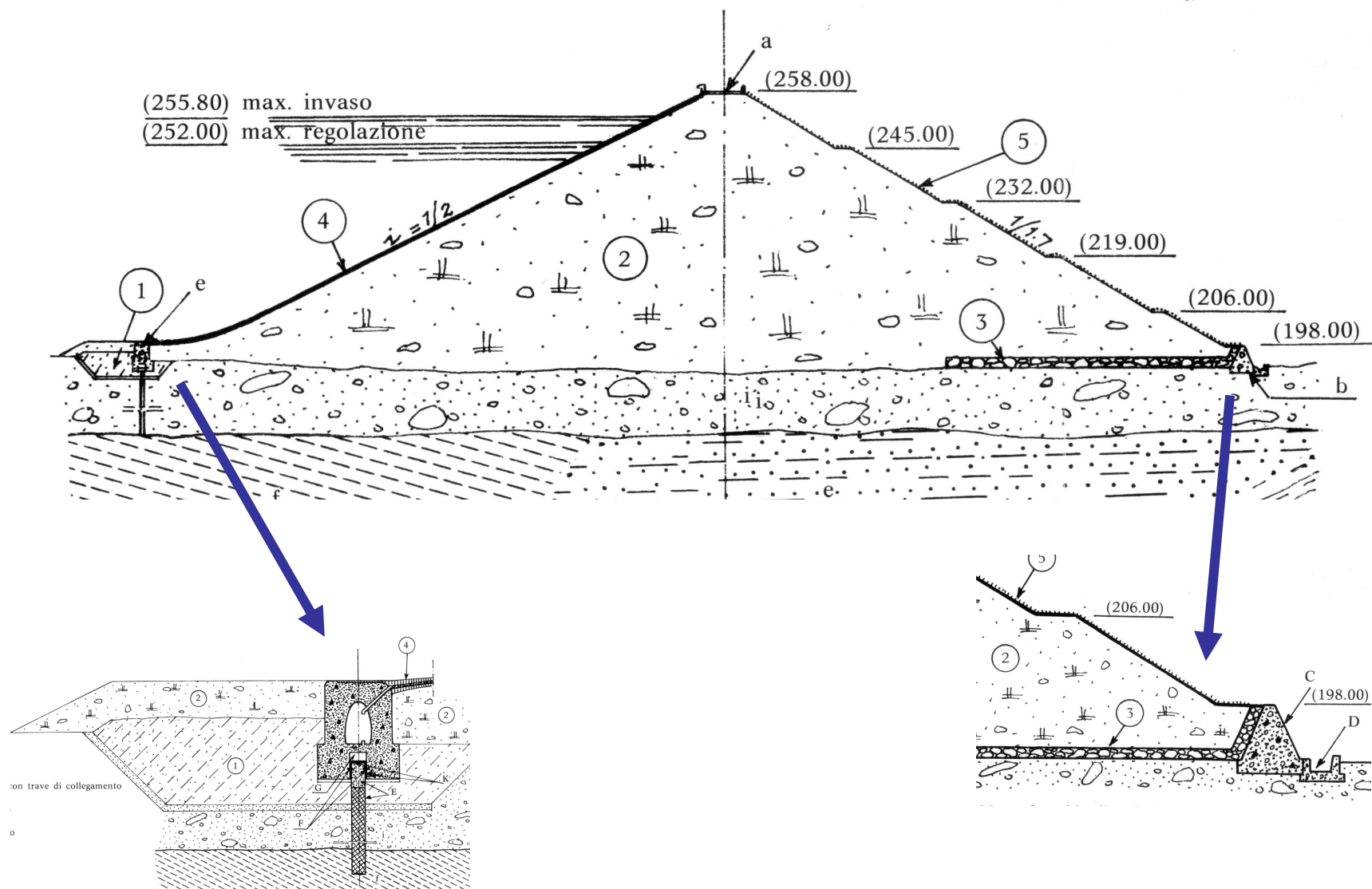
Sezione A - A



Sezione B - B



DIGA DI SENISE SUL FIUME SINNI



DIGHE IN MATERIALI SCIOLTI

DIGA SUL TORRENTE LOCONO

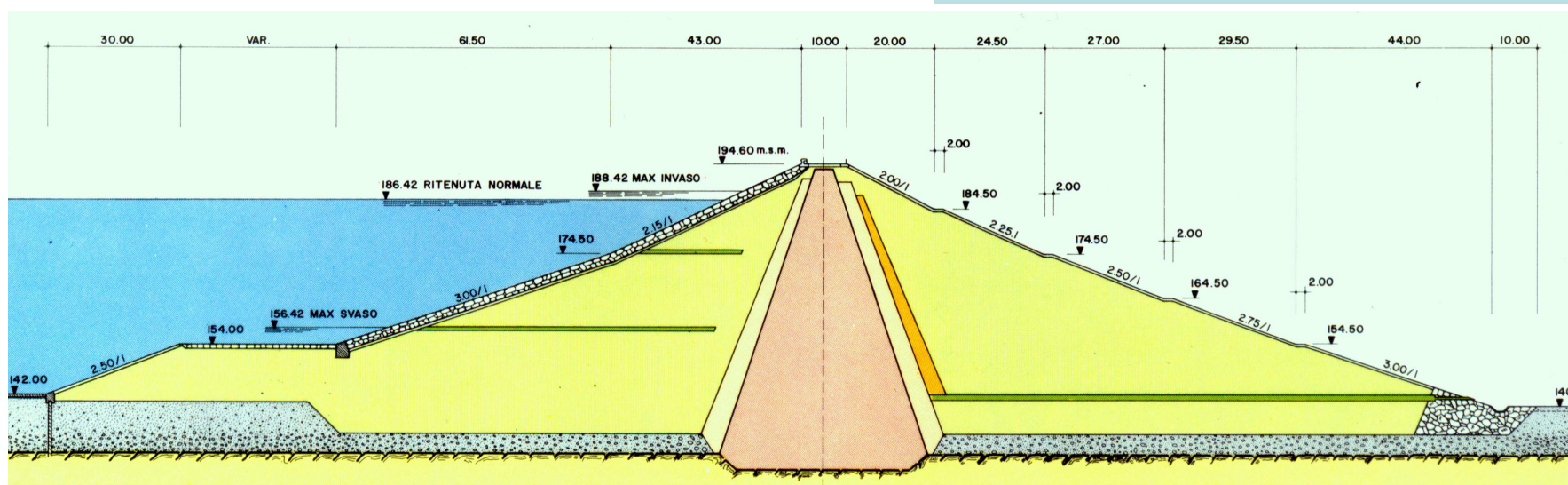
1982 - 1986

Consorzio di Bonifica Apulo - Lucano Bari

Progettisti : Proff. Ingg. A. Damiani - C. Drioli - V. Cotecchia

Impresa costruttrice : ITALSTRADA - CMC

- diga in terra, zonata
- altezza diga dal p.c. : 54 m
- larghezza max alla base : > 320 m
- lunghezza al coronamento : 1.392 m
- volume del rilevato : 9 Mmc
- capacità : 115 Mmc
- bacino sotteso : 219 kmq
- superficie specchio liquido : 4,86 kmq
- uso : irriguo
- quota max. invaso : + 194,60 m slm



Sezione trasversale della diga

Cross section of the dam


Materiali


Materials

 Nucleo
Core

 Contronuclei
Shells

 Transizione
Transition

 Tappeti drenanti
Drainage blankets

 Filtro
Filter

Terreni di fondazione

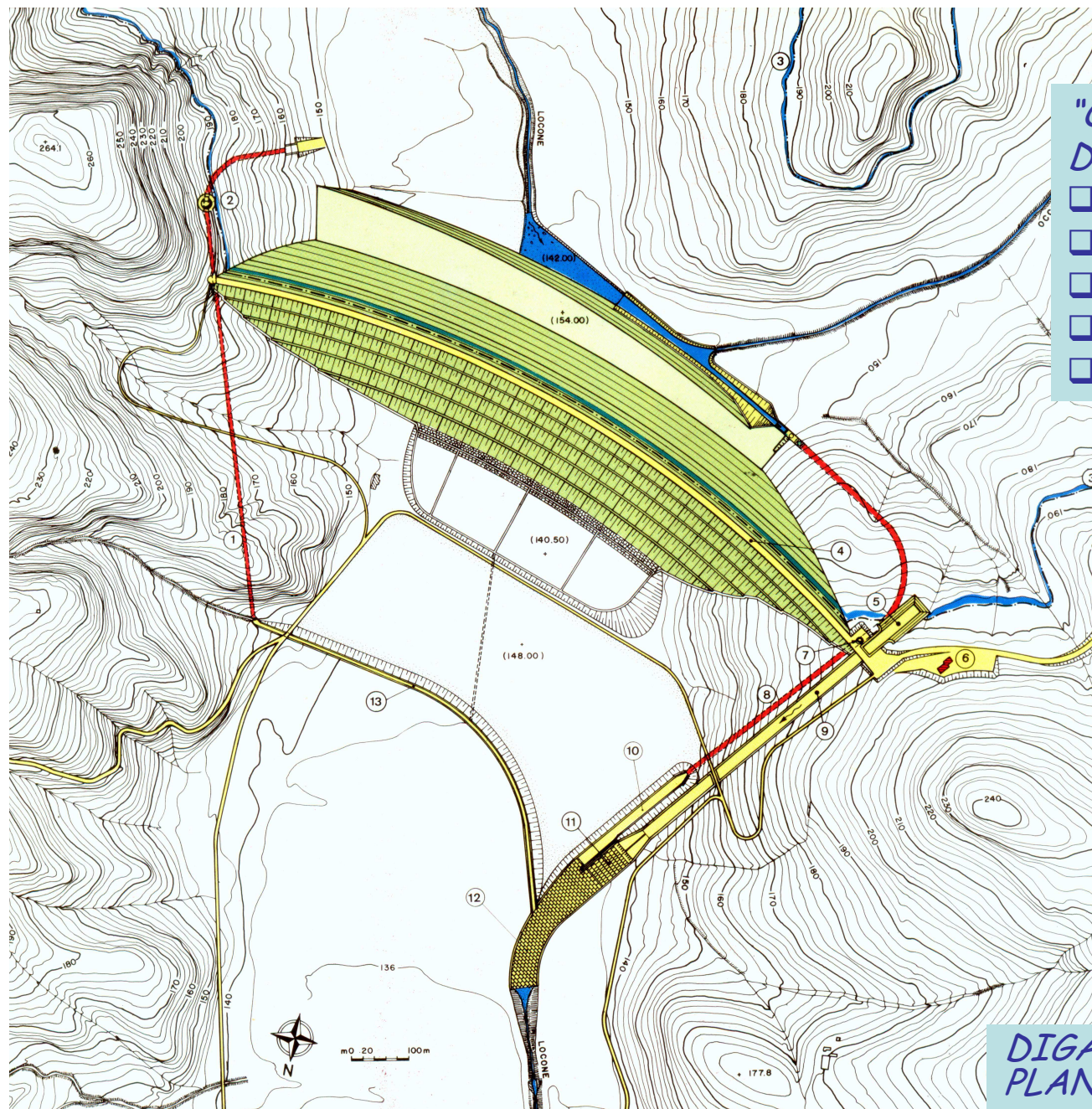
Foundation soils

 Argille plioceniche
Pliocene clays

 Ghiaia sabbiosa
Sandy gravel

 Limo sabbioso
Sandy silt

La 2^a diga in
terra più alta
d'Europa.



**"OPERE COMPLEMENTARI"
DI UNA DIGA:**

- ☐ Scarico di fondo
- ☐ Opera di presa
- ☐ Sfioratore
- ☐ Vasca di dissipazione
- ☐ Canale di restituzione

**DIGA DEL LOCONO
PLANIMETRIA GENERALE**

*DIGA DEL LOCONE
SCAVO DI FONDAZIONE E FORMAZIONE
DEL NUCLEO*



*Scavo di fondazione del nucleo visto
dalla spalla dx.
Sullo sfondo sono visibile le argille
plioceniche.*



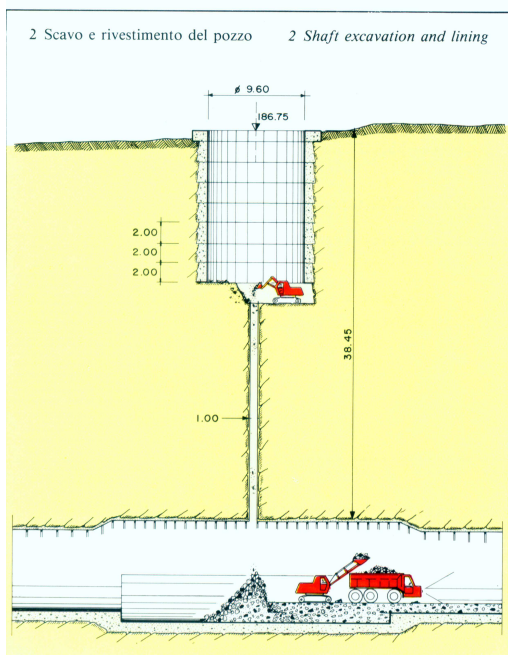
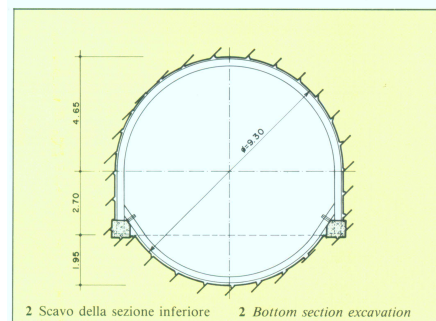
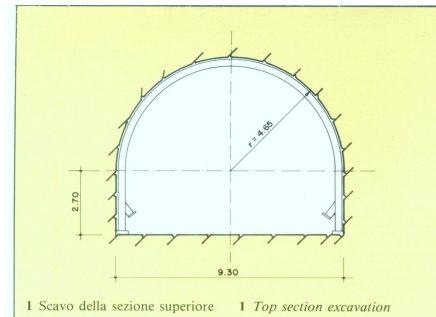
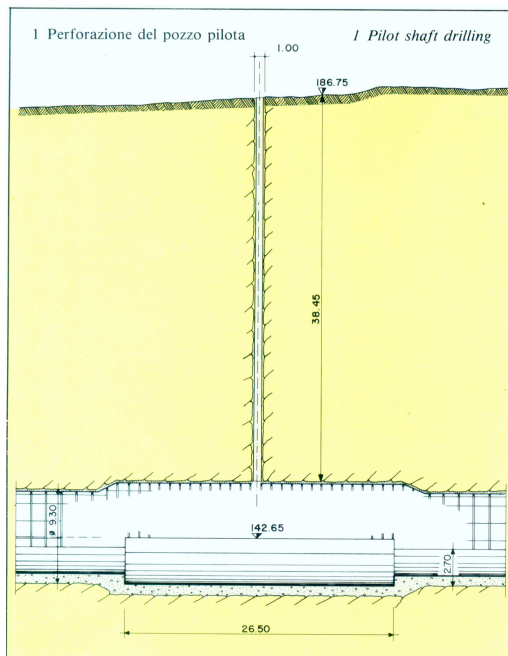
*Scavo di fondazione del nucleo e
posa in opera del materiale*

Scavo di fondazione del nucleo e posa in opera del materiale.
Foundation excavation of the core and placement of the material.

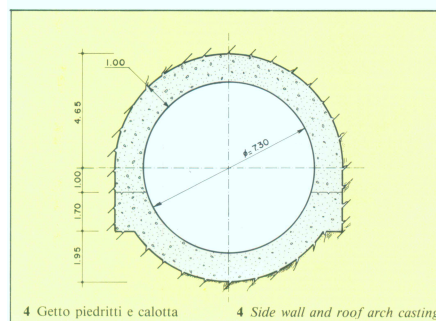
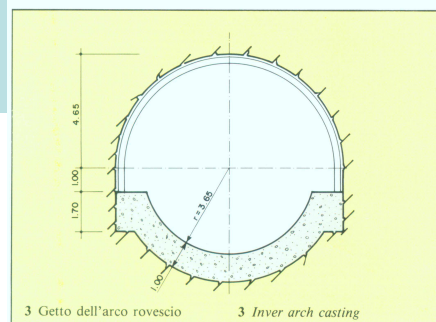
Compattazione del nucleo
Core compaction.



Compattazione del nucleo

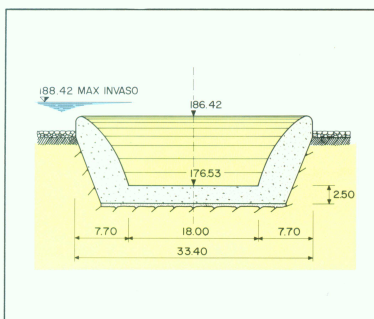


DIGA DEL LOCONO
Galleria scarico di fondo
e pozzo di manovra

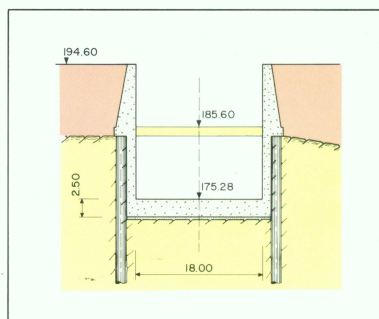


DIGA DEL LOCONO : SCARICO DI SUPERFICIE ED OPERE ANNESSE

Sfioratore



Canale di scarico di superficie



Sfioratore in fase di costruzione (visto da valle)



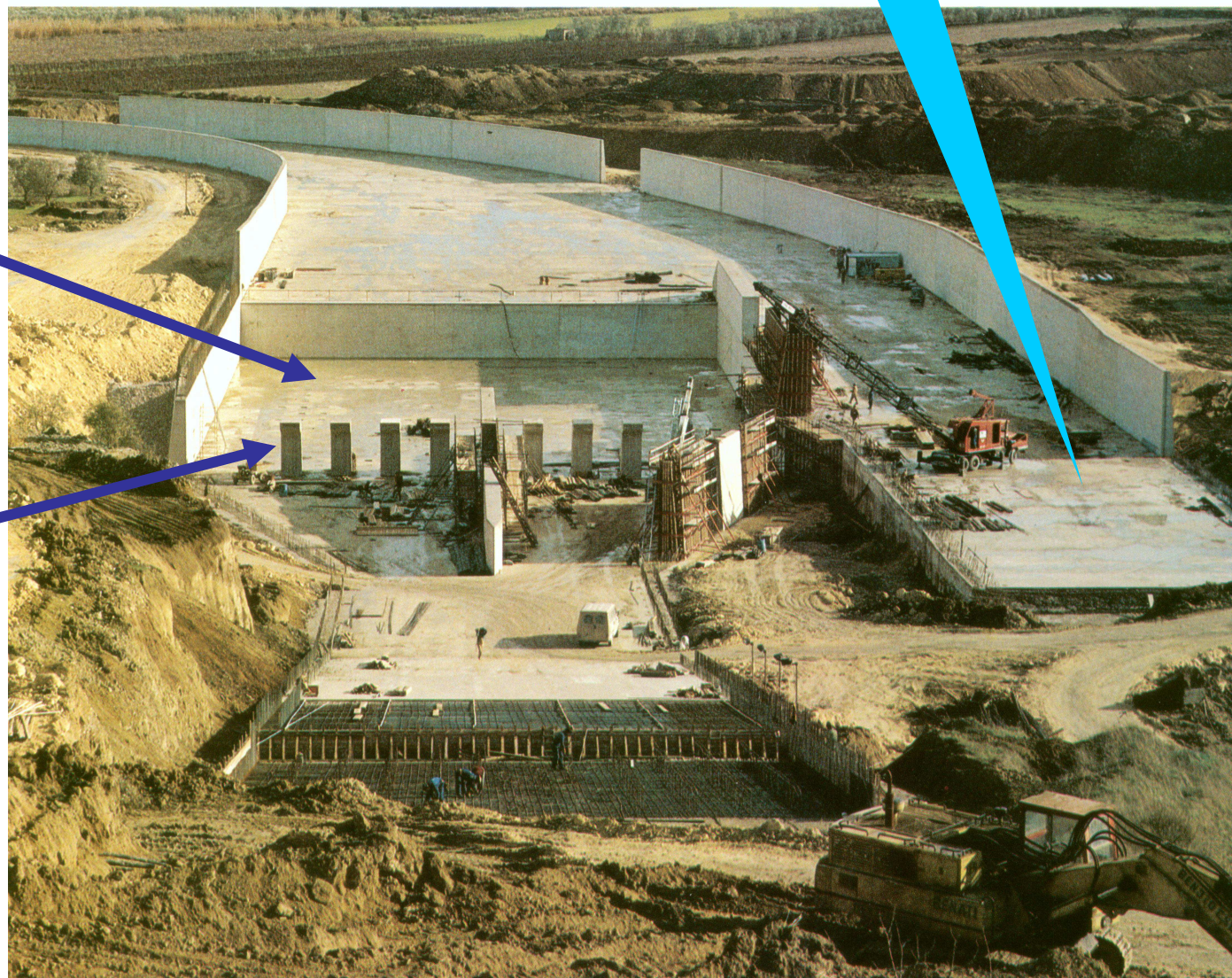
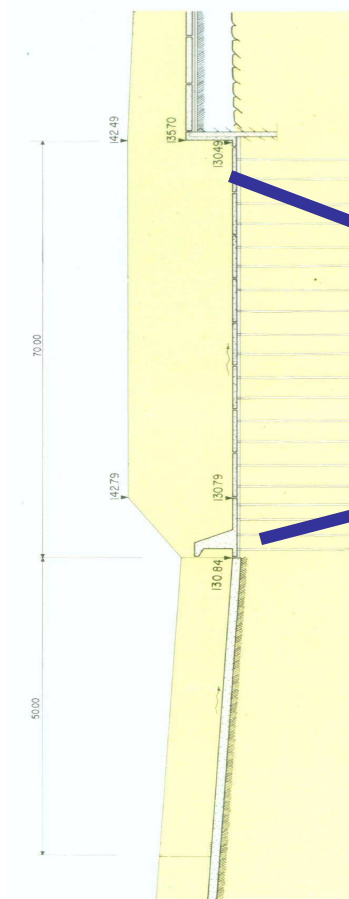
Vulture



Il canale di restituzione, la vasca di dissipazione e lo sbocco dello scarico di fondo, visti da valle. Sullo sfondo il Vulture

*DIGA DEL LOCONE
VASCA DI DISSIPAZIONE E CANALE FUGATORE
IN FASE DI COSTRUZIONE, VISTI DA MONTE*

Sezione longitudinale



Sbocco dello
scarico i fondo



DIGA DEL LOCONE : MISCELLANEA

Preassemblaggio di un elemento metallico per il blindaggio delle paratoie.

..... ovvero

QUANDO LA SICUREZZA E' UNA PRIORITA'



DIGA SUL TORRENTE LOCONO

*Tratto interrato dell'acquedotto romano di Canosa (~143 d.C.) scoperto nel corso dei lavori.
Lungo oltre 30 km, l'acquedotto era dotato di notevoli manufatti tra i quali gallerie e ponti canale.*

