

## PROBLEMI INGEGNERISTICI COLLEGATI ALLA PRESENZA DI FALDA

IN FASE DI  
COSTRUZIONE

FILTRAZIONI  
NON  
CONSENTITE

FILTRAZIONI  
CONSENTITE

STRUTTURE

FALDA  
STABILE

**LIQUEFAZIONE**

ABBASSAMENTO  
FALDA

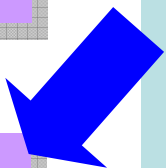
SOLLEVAMENTO  
FALDA

IN  
ESERCIZIO

STABILITA' DEI PENDII

OPERE DI SBARRAMENTO

CASE HISTORIES

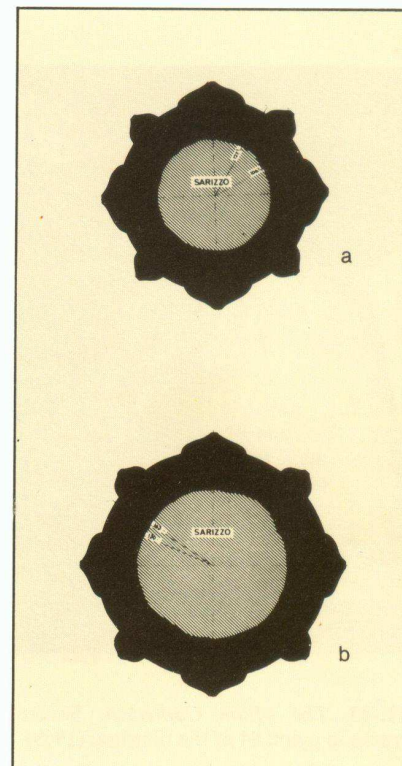




40

## **“FABBRICA DEL DUOMO” DI MILANO**

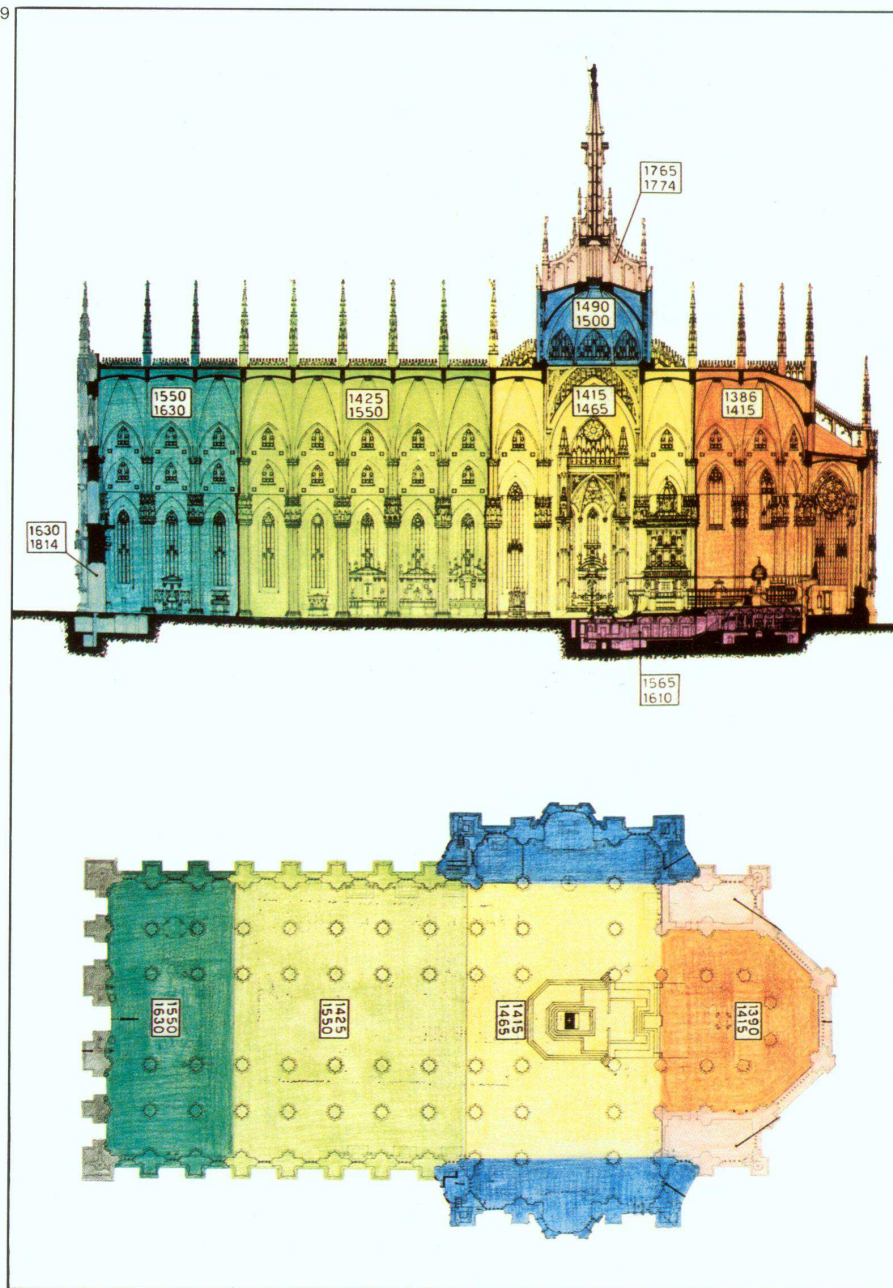
*Il più famoso caso – in Italia - di  
cedimento di consolidazione per  
abbassamento della falda*



4



39



### "FABBRICA" DEL DUOMO DI MILANO

1386 – 1500

(nel 1774 viene ultimato il pinnacolo sul tiburio)

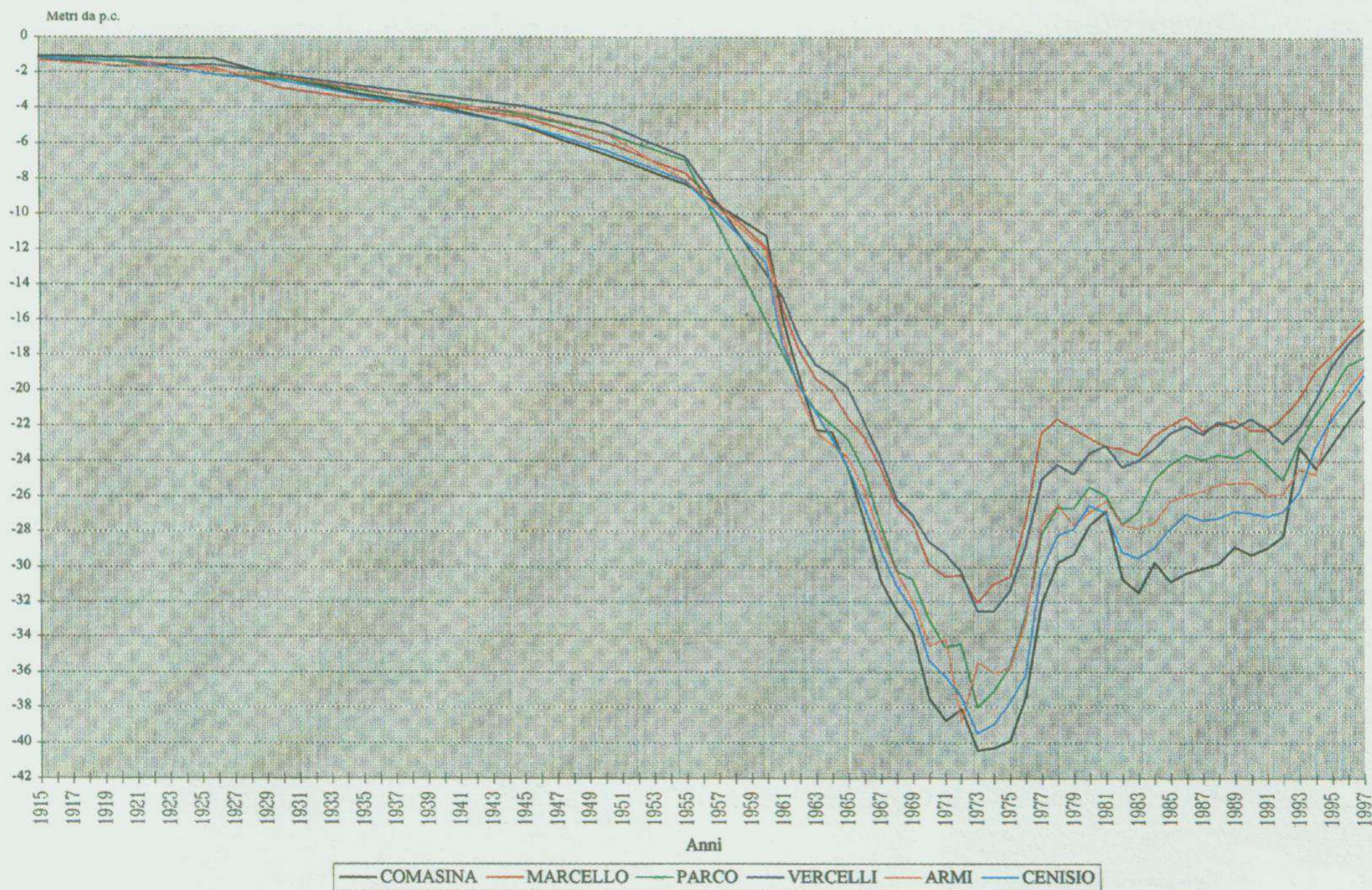
42



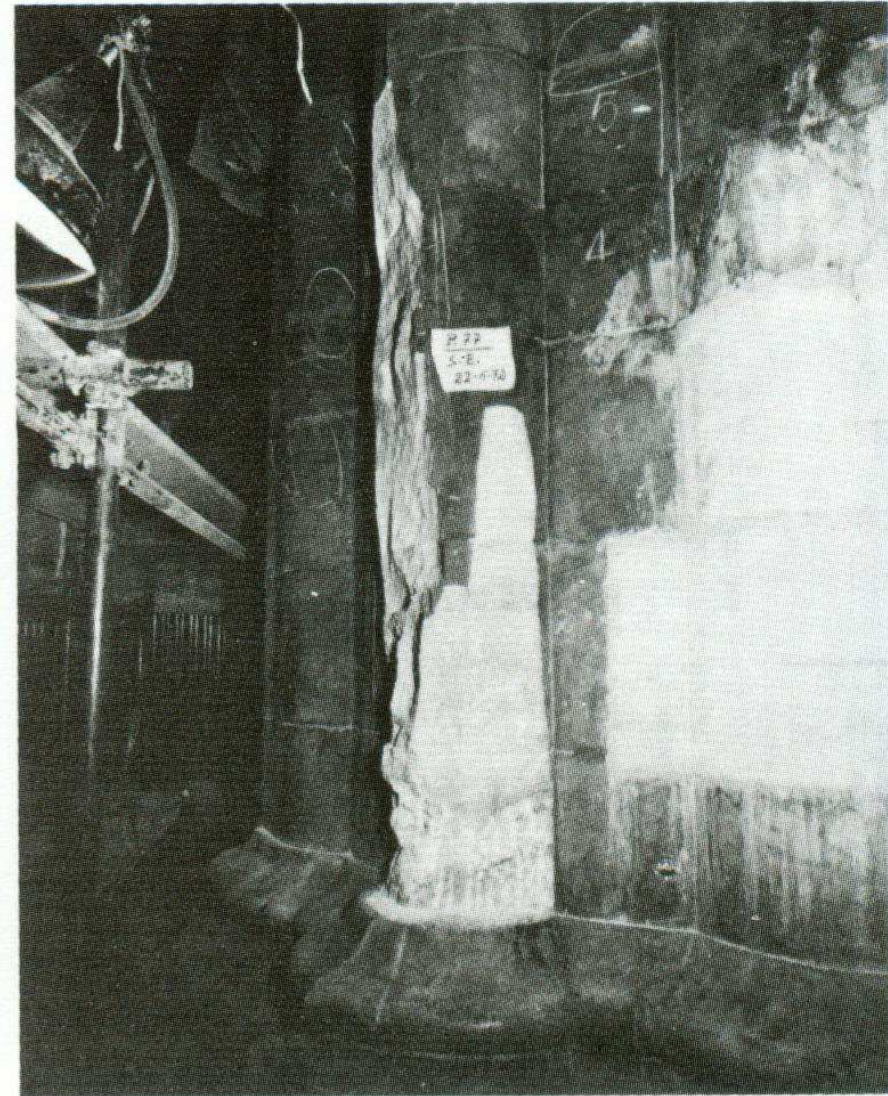
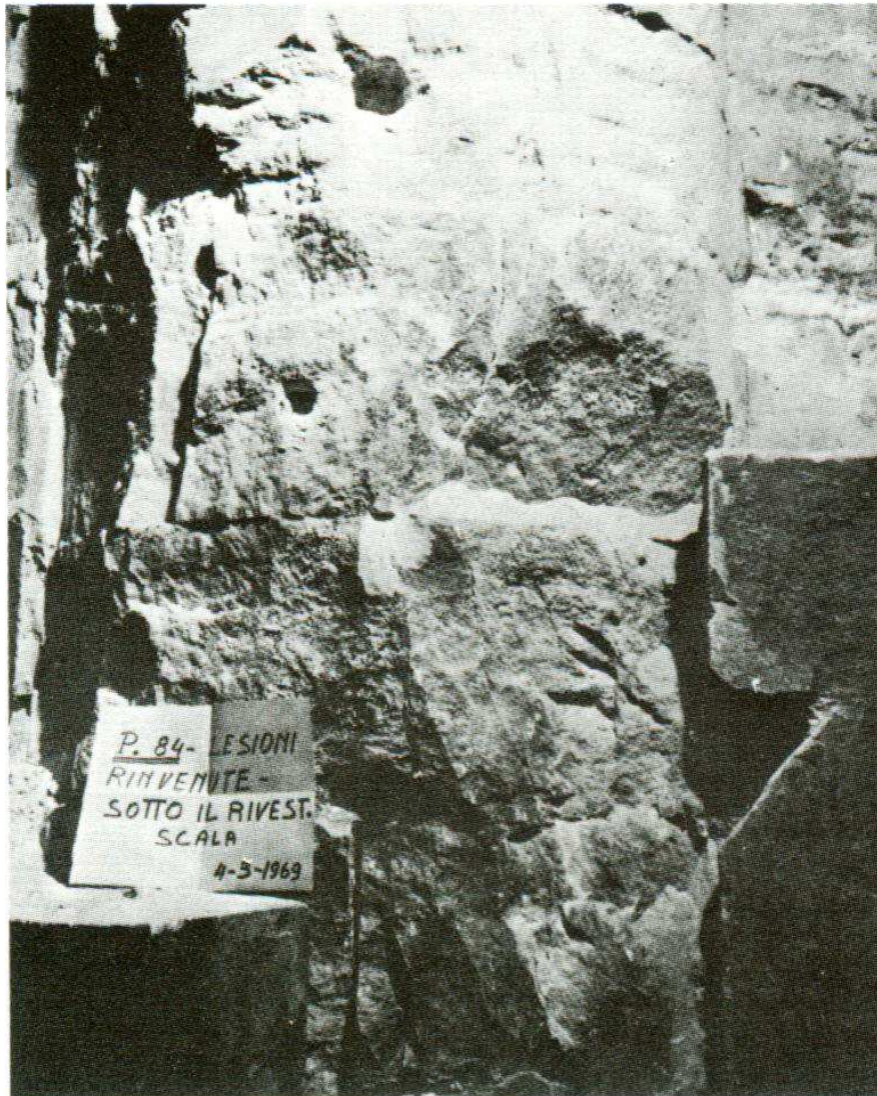
42.-43. The Milan Cathedral. Severe cracks in pylon 84 of the tiburium (1969).



## Livello medio della falda freatica dal 1915 al 1997

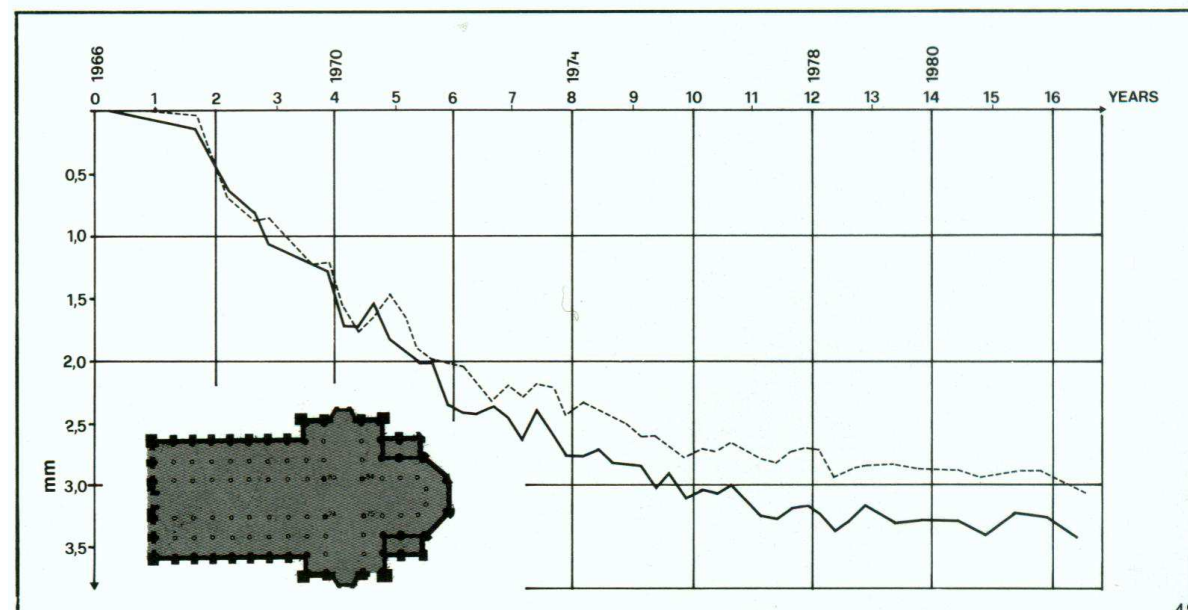
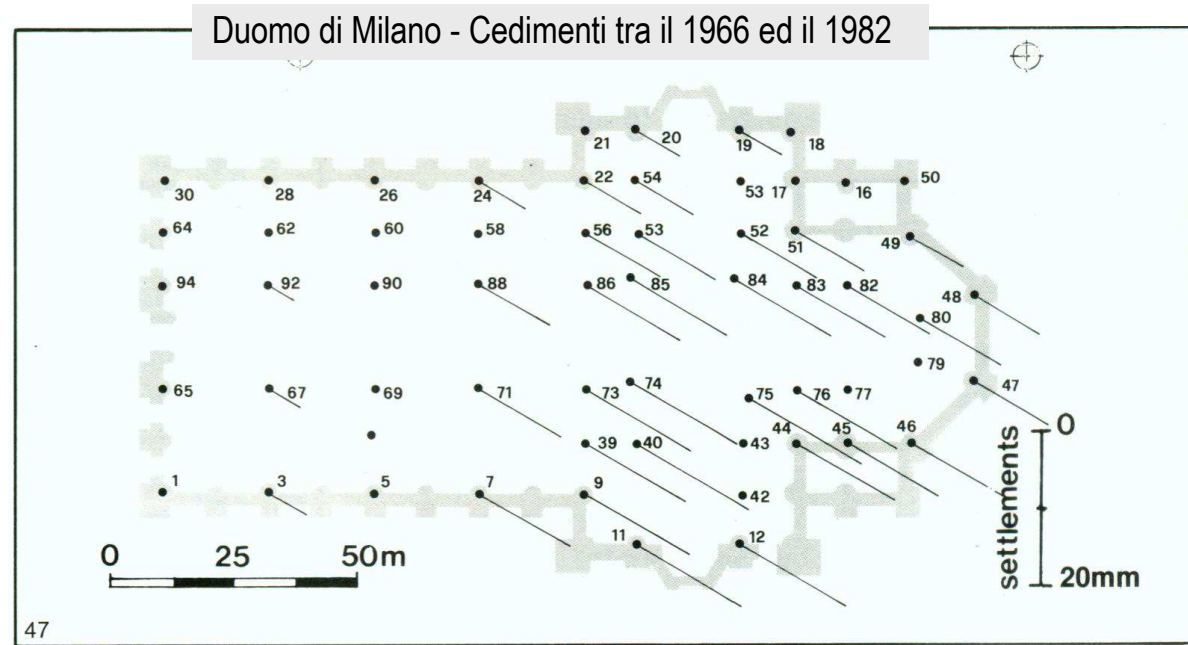
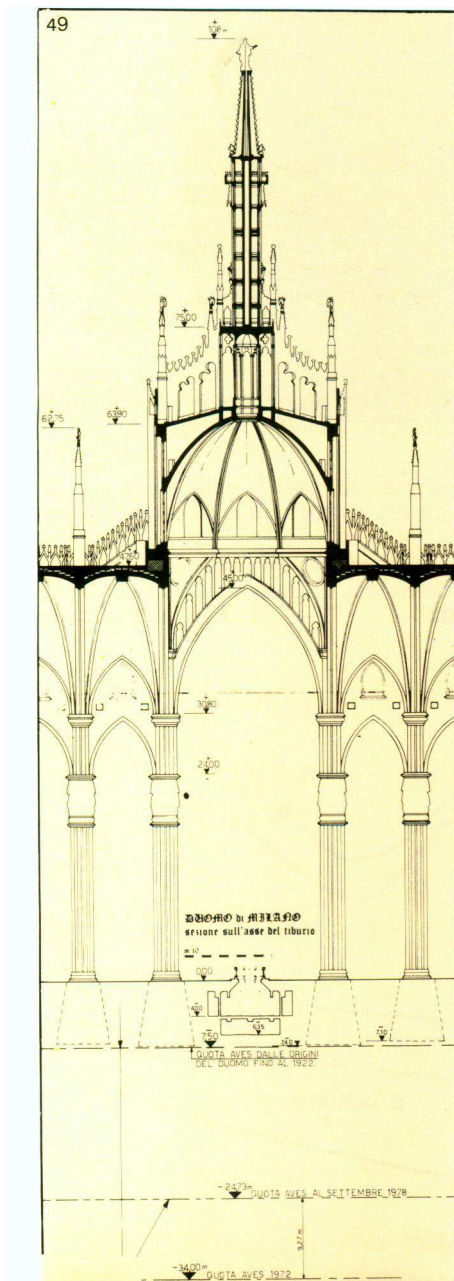






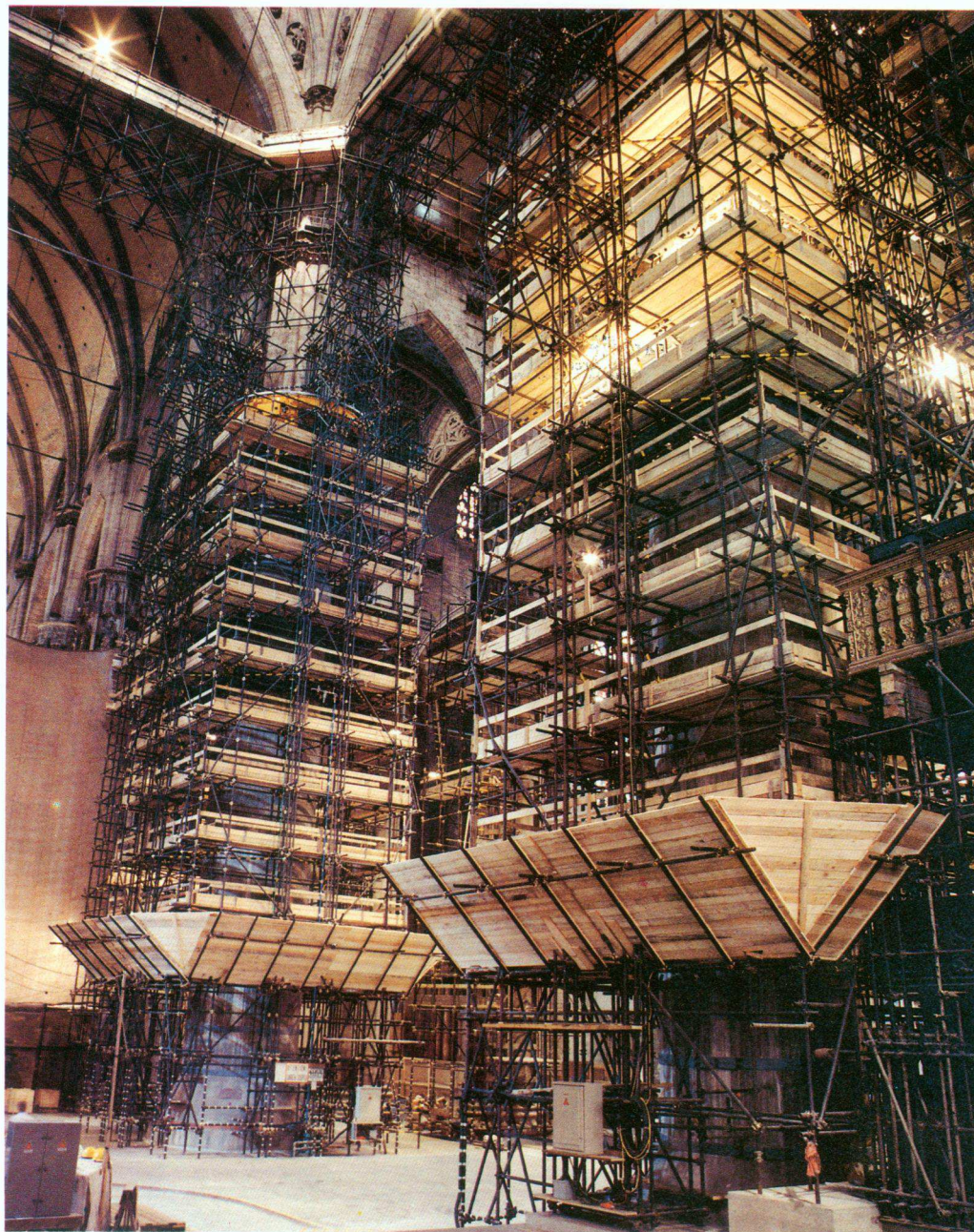
**"FABBRICA" DEL DUOMO DI MILANO**  
*Il più famoso caso – almeno in Italia - di cedimento di consolidazione per abbassamento della falda*



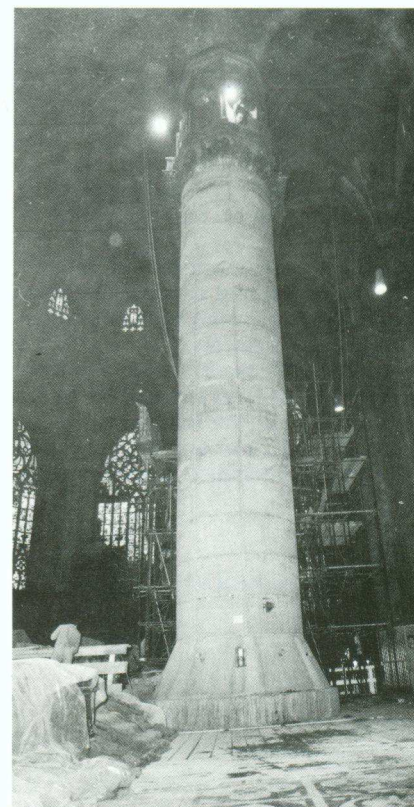


Duomo di Milano - Cedimenti differenziale tra due coppie di piloni del tiburio (74 vs.85 – 75 vs. 84)





52



51

*DUOMO DI MILANO  
LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEI PILONI  
DEL TIBURIO.*

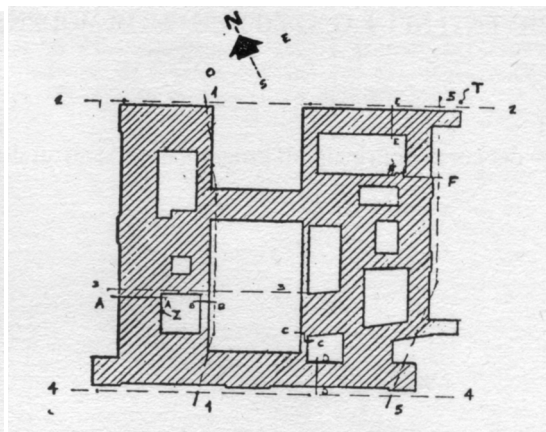
*Inizio : 1969*

*Termine: 1986 (a 600 anni dalla  
fondazione della Fabbrica)*





Foto 1: Prospetto su P.zza Roma.



### *PALAZZO DUCALE DI MODENA*

*Dissesti per subsidenza,  
dovuta ad un abbassamento  
della falda di circa 7 – 9 m*

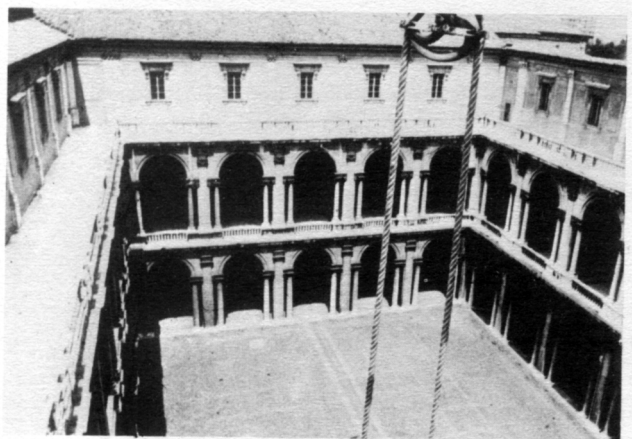
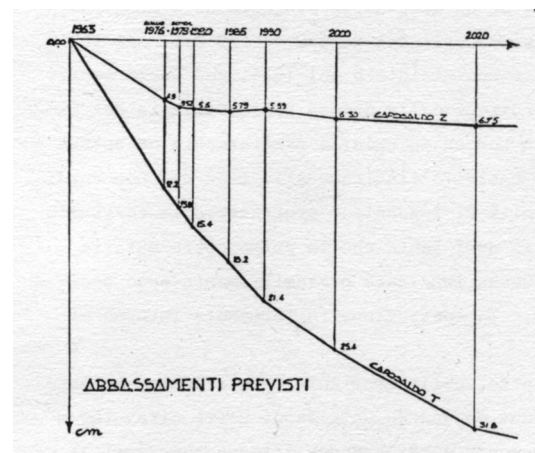


Foto 2: Cortile D'Onore.

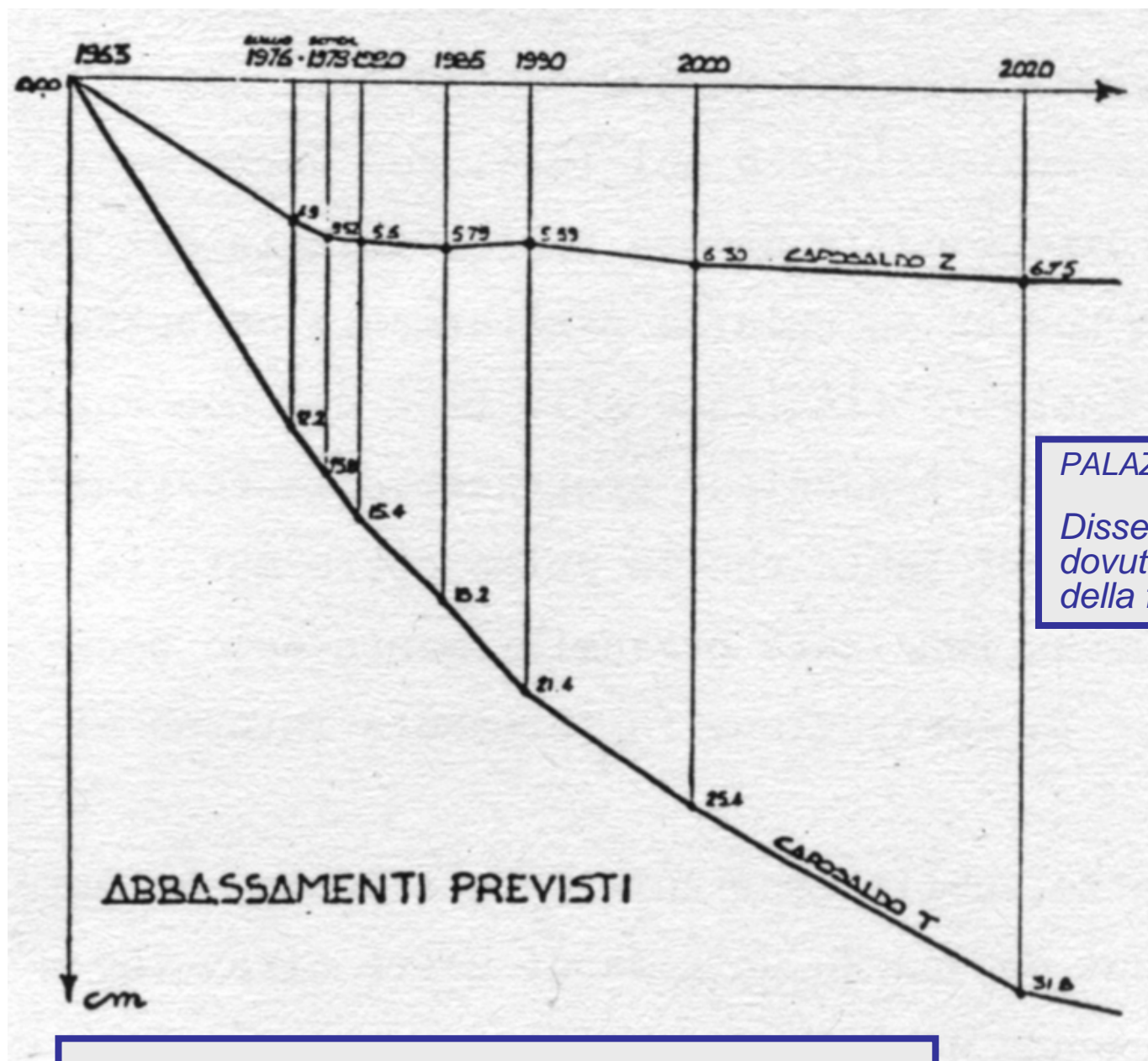


*Anno iniziale di riferimento per i cedimenti : 1963  
Cedimento massimo atteso nell'anno 2000 : ~ 30 cm*



Foto 5: Lesione sulla facciata di P.zza Roma.





PALAZZO DUCALE DI MODENA

Dissesti per subsidenza,  
dovuta ad un abbassamento  
della falda di circa 7 – 9 m

Anno iniziale di riferimento per i cedimenti : 1963

Cedimento massimo atteso nell'anno 2000 : ~ 30 cm



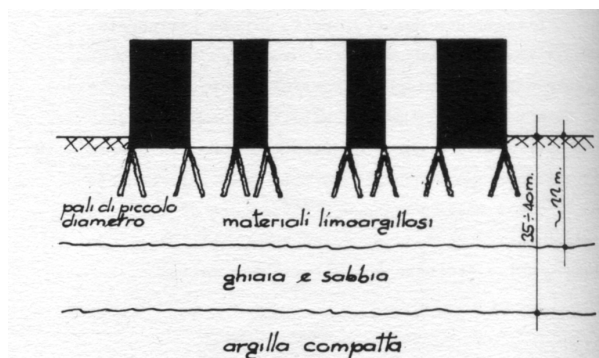
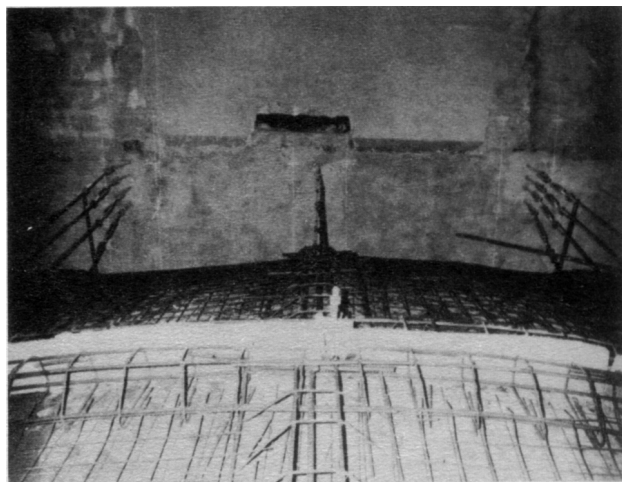


Fig. 10: Sottofondazione con pali di piccolo diametro.



Fig. 11: Stabilizzazione della falda.

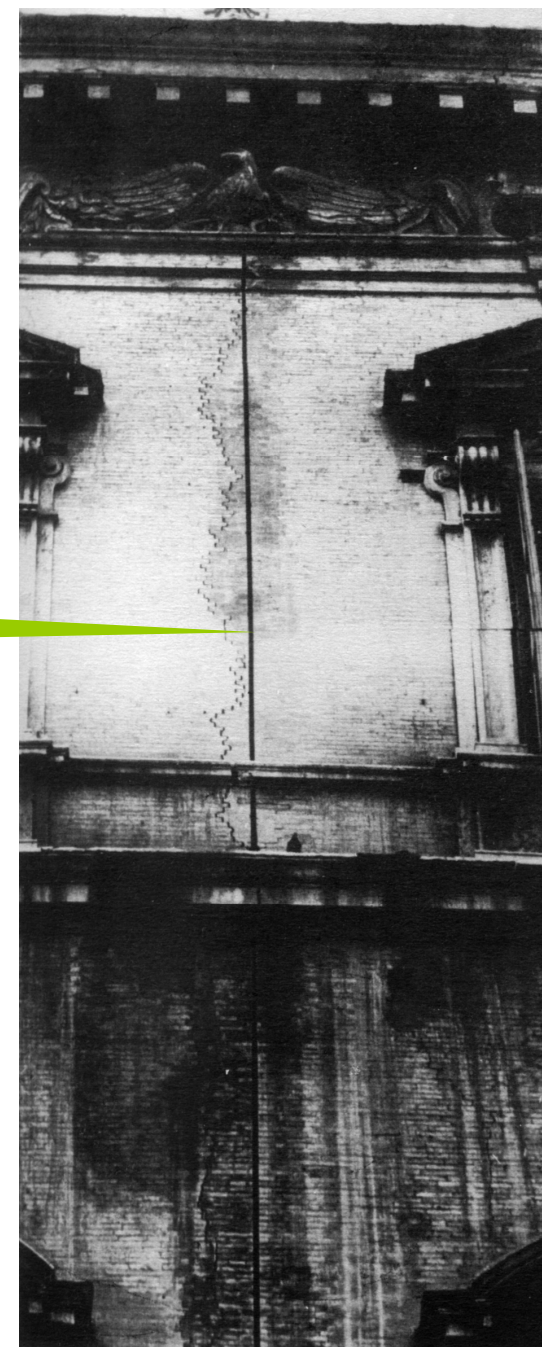
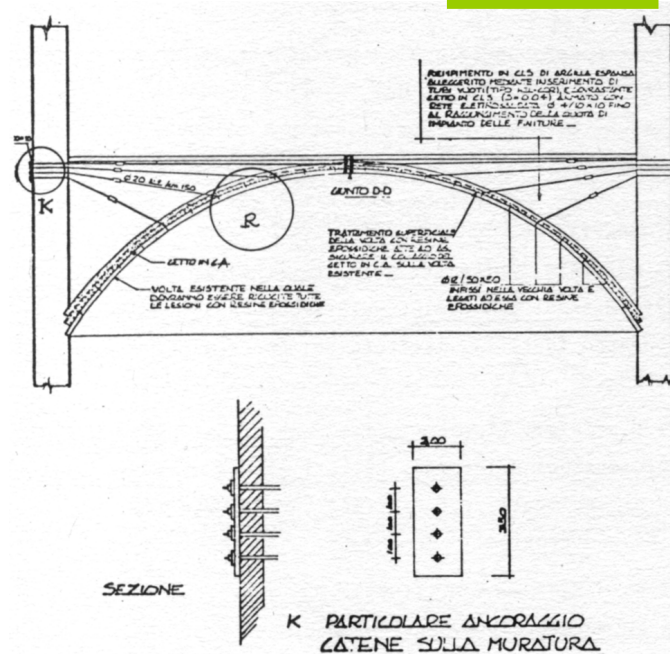


## PALAZZO DUCALE DI MODENA

### Possibili interventi :

- sottofondazione con micropali
- isolare le fondazioni dalle variazioni della falda
- rinforzare la struttura perché possa resistere all'evoluzione dei cedimenti
- giuntare la struttura  
(in modo da ridurre lo stato di tensione e renderla meno sensibile ai futuri cedimenti differenziali)

GIUNTO

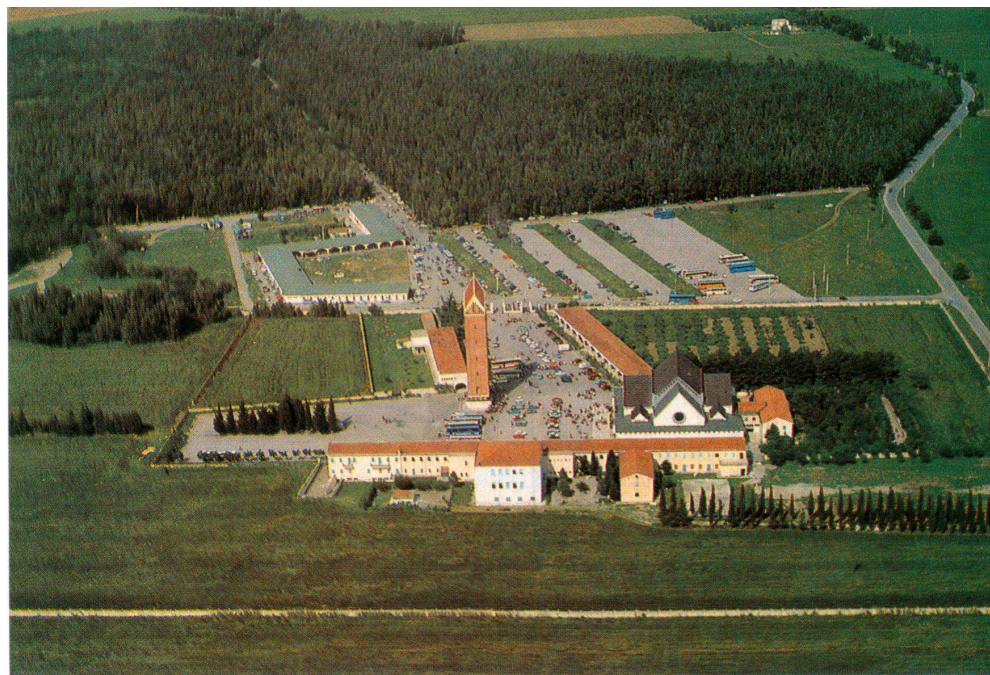






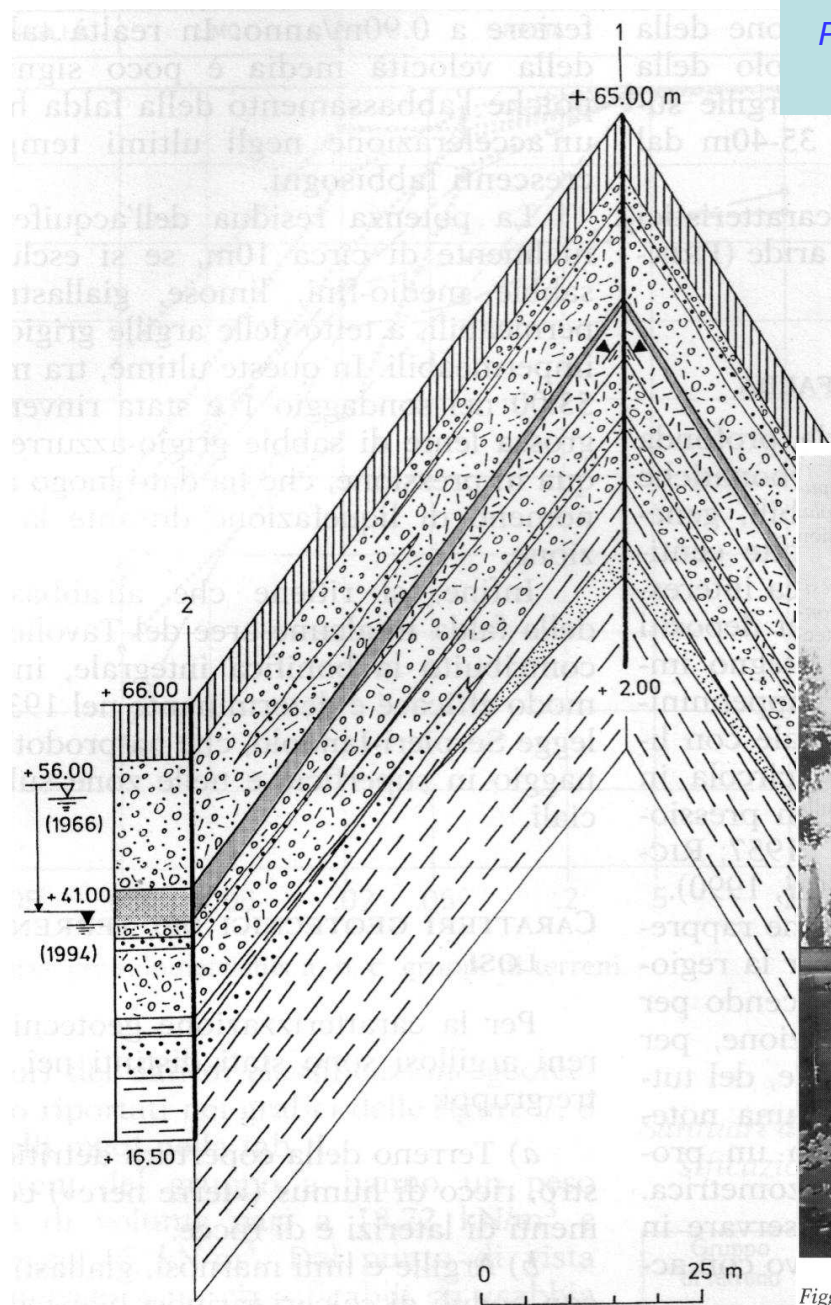
PRIMI CASI DI SUBSIDENZA PER EMUNGIMENTO DA  
POZZI IN PUGLIA :  
IL SANTUARIO DELL'INCORONATA (FG)

Fig. 3 - Antico tempio dell'Incoronata, un tempo abazia, demolito per costruire la nuova Basilica; in primo piano, sulla destra, il caratteristico pozzo (anno 1950). Fotografia dell'Archivio del Santuario.



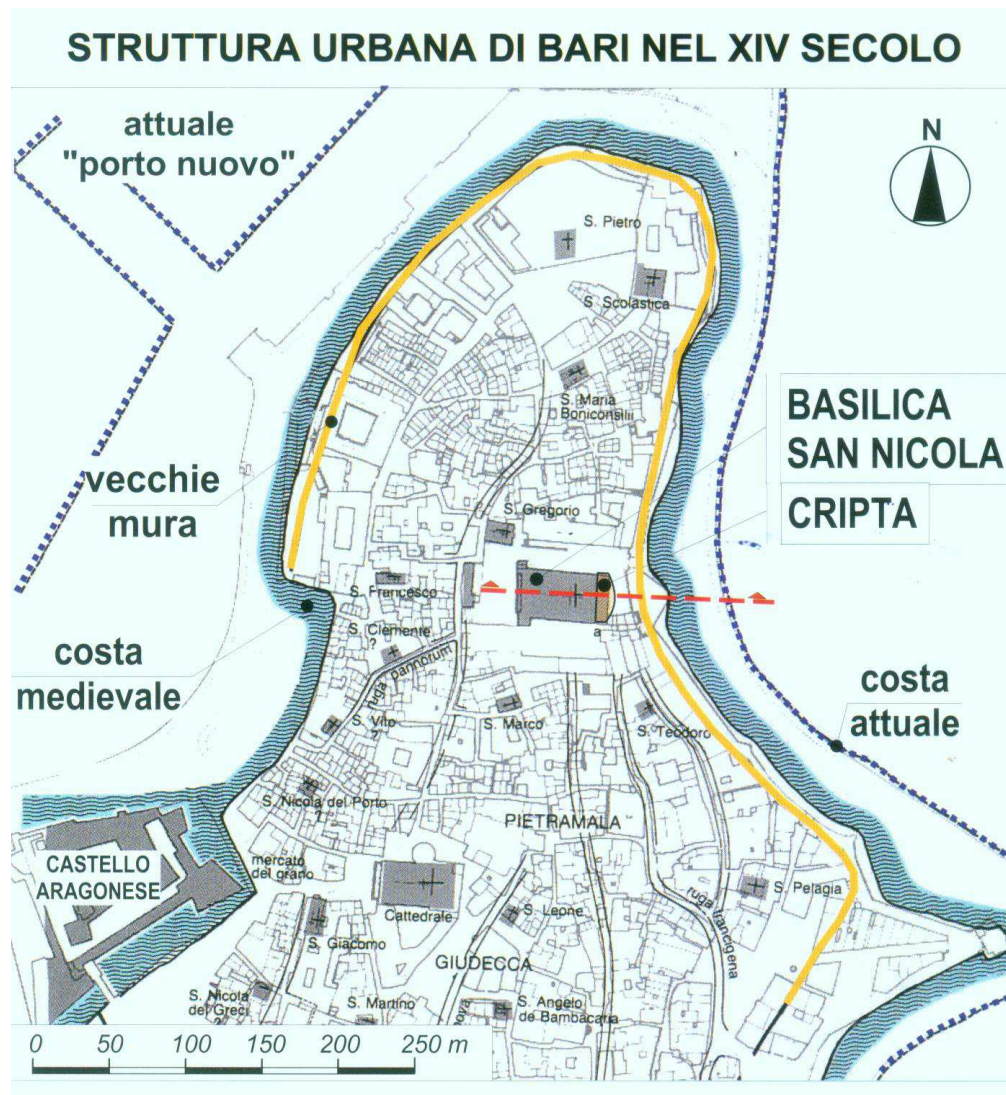


PRIMI CASI DI SUBSIDENZA PER EMUNGIMENTO DA POZZI IN PUGLIA :  
IL SANTUARIO DELL'INCORONATA (FG)



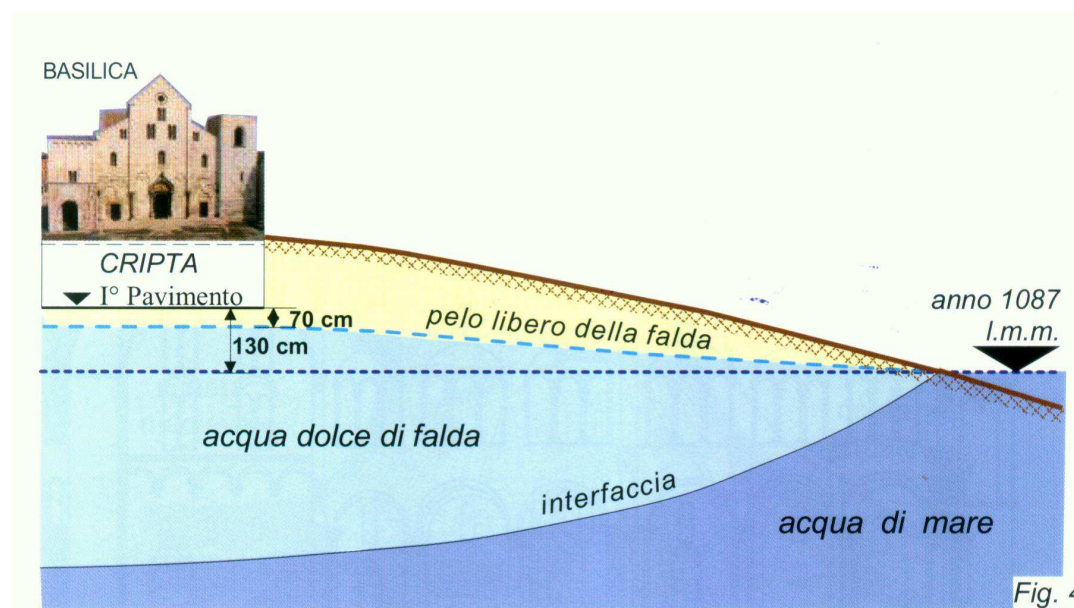
Figg. 11 e 12 - Santuario dell'Incoronata di Foggia: alcuni particolari del quadro fessurativo all'esterno ed all'interno della casa canonica.



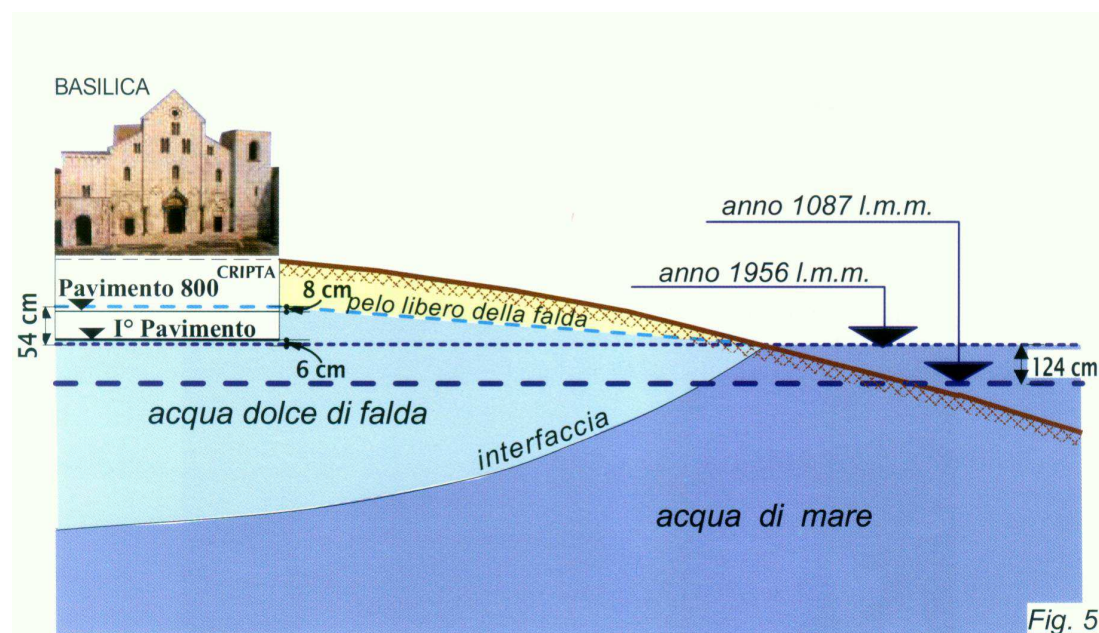




Sezione idrogeologica schematica anno 1086



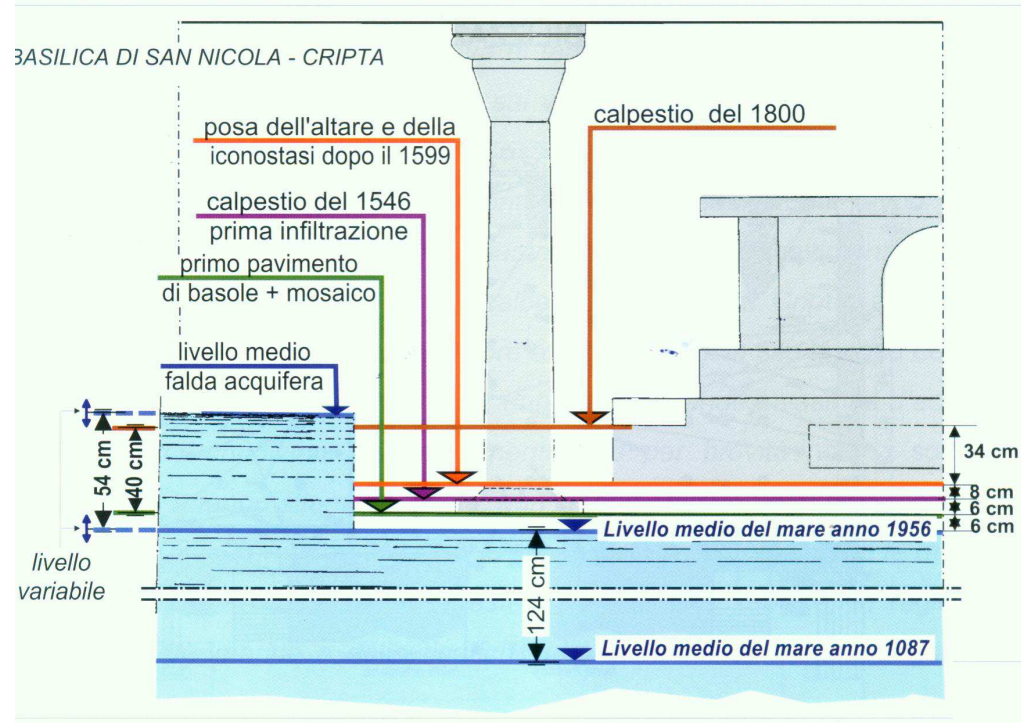
Sezione idrogeologica schematica anno 1956



BARI – BASILICA DI SAN NICOLA  
Impermeabilizzazione mediante iniezioni e  
restauro della cripta – RODIO 1956



## VARIAZIONI DEL LIVELLO MARE E LIVELLO FALDA NEI CONFRONTI DELLE STRUTTURE DELLA CRIPTA



**BARI – BASILICA DI SAN NICOLA**  
*Impermeabilizzazione mediante iniezioni e  
 restauro della cripta – RODIO 1956*

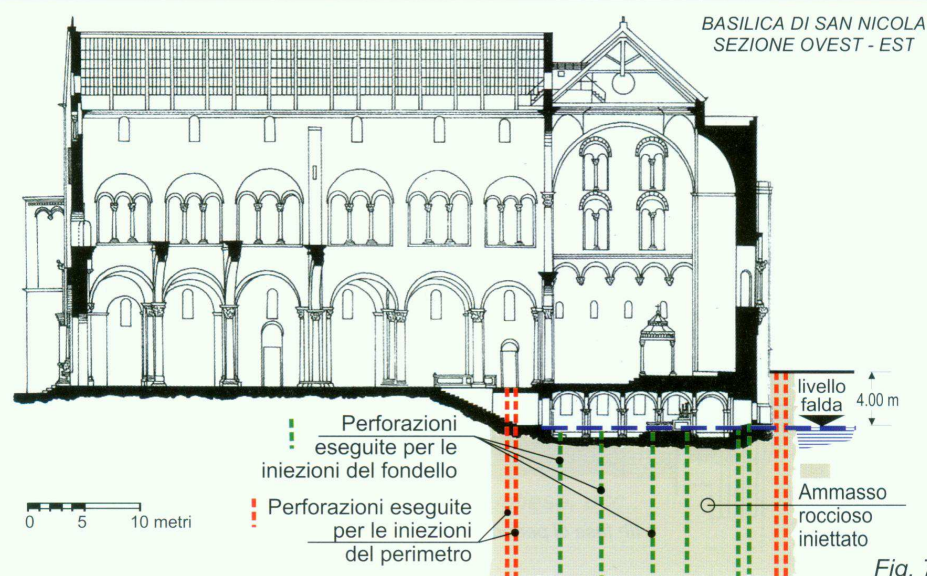


Fig. 7





*BARI – BASILICA DI SAN NICOLA  
Impermeabilizzazione mediante iniezioni e  
restauro della cripta – RODIO 1956*







*Mosaico pavimentale della cripta*

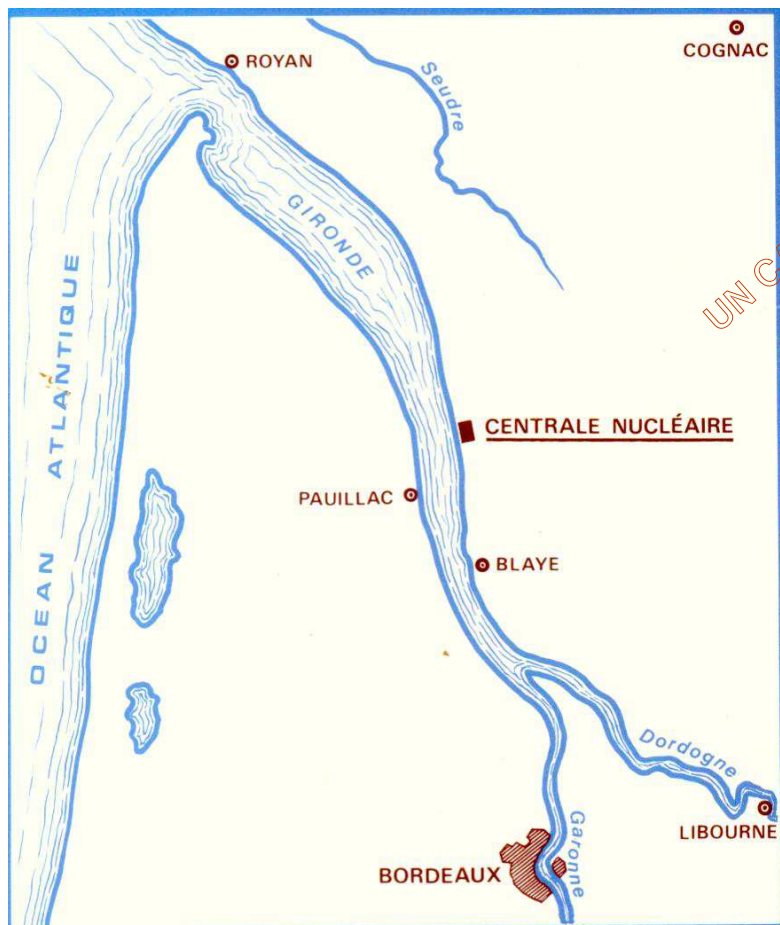
*Cripta : sulla destra, dietro la cancellata, l'iconostasi*



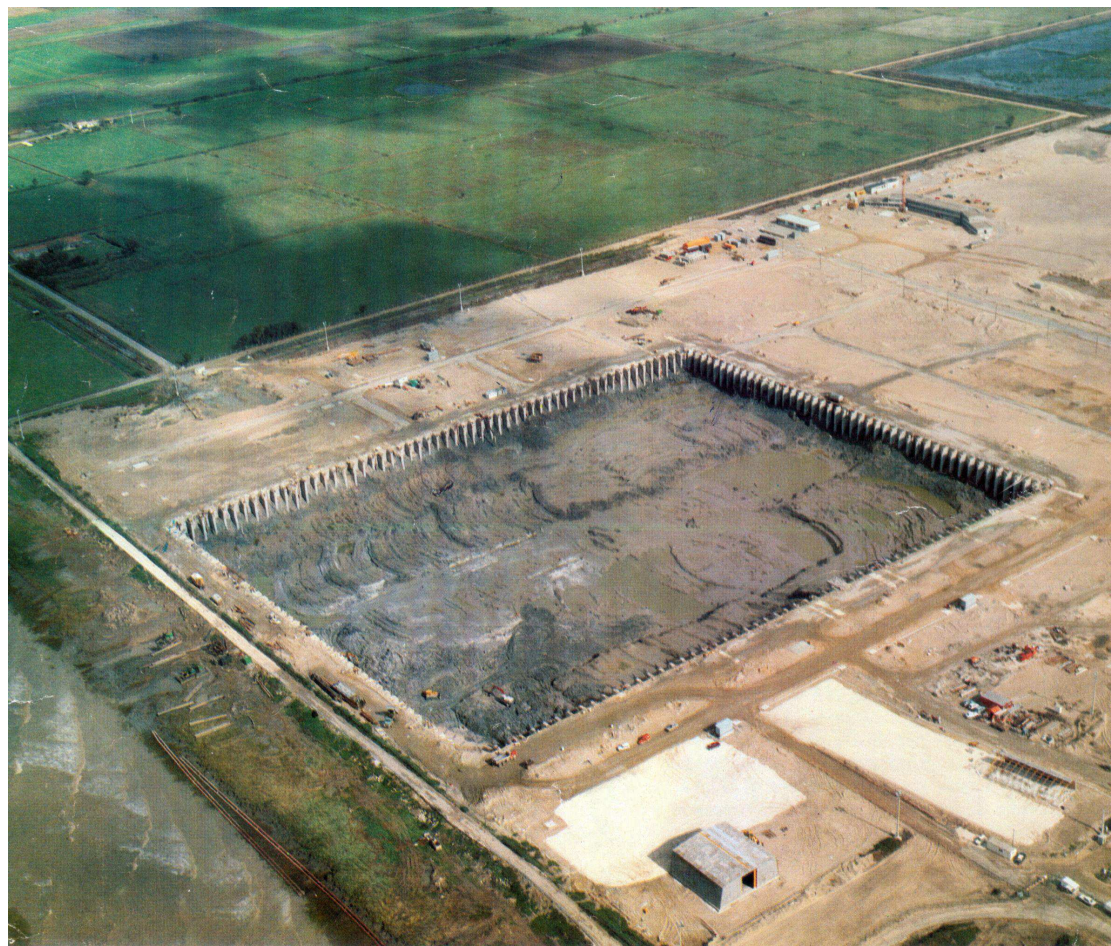
**BARI – BASILICA DI SAN NICOLA**  
*Impermeabilizzazione mediante iniezioni e  
restauro della cripta – RODIO 1956*

*Fig. 11*



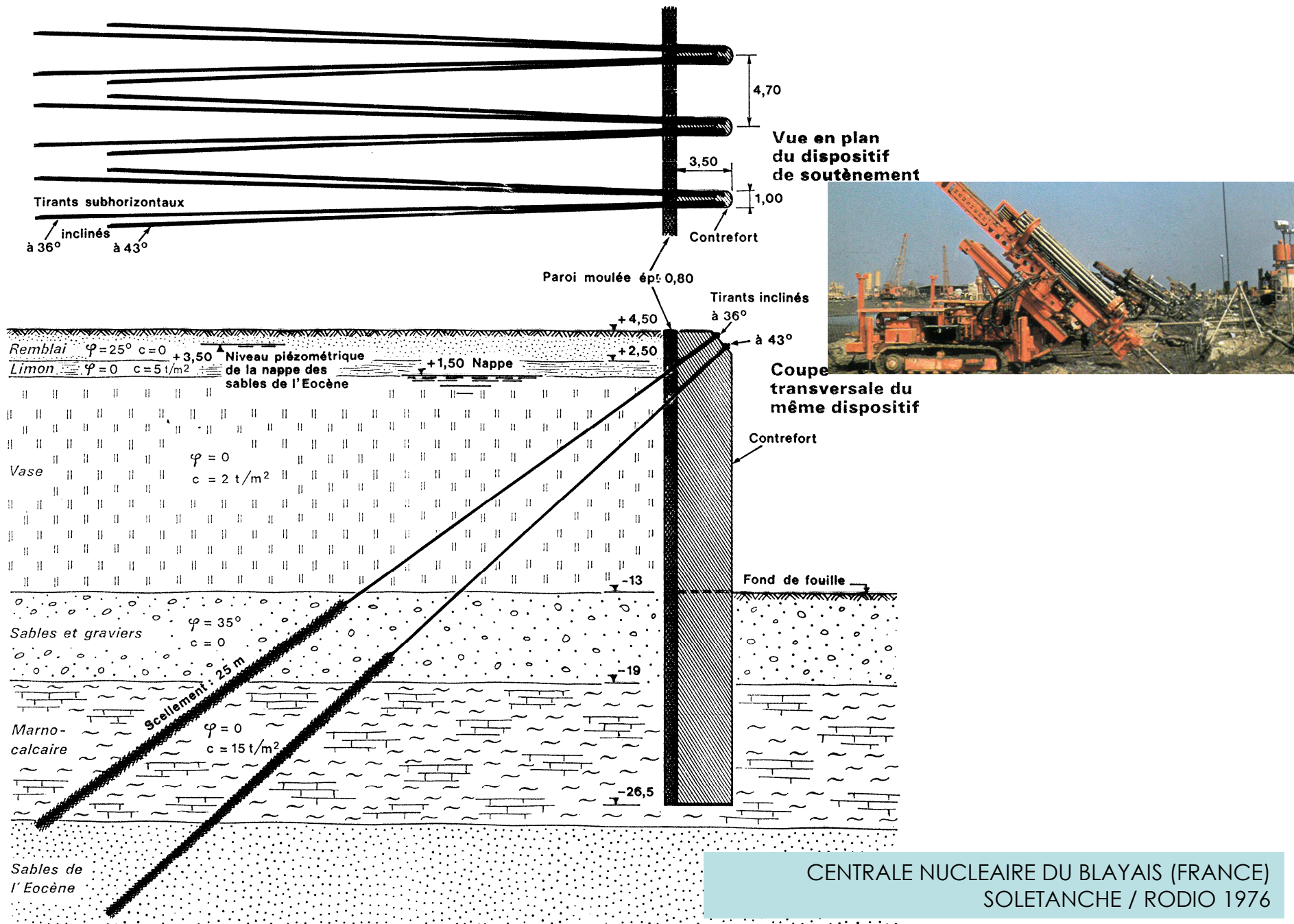


## CENTRALE NUCLEAIRE DU BLAYAIS (FRANCE) SOLETANCHE / RODIO 1976



L'estuario della Gironde è il più grande estuario dell'Europa occidentale, lungo 75 km e largo tra i 5 ed i 12 km.  
La Dordogna e la Garonna hanno una portata di  $\sim 1000 \text{ m}^3/\text{secondo}$ .  
Le maree risalgono il corso del fiume sino a 150 km dall'imboccatura.



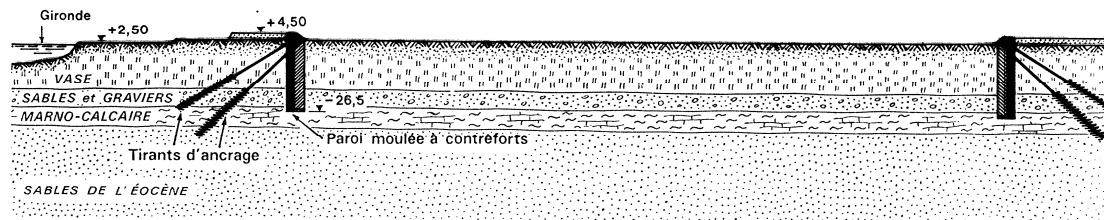




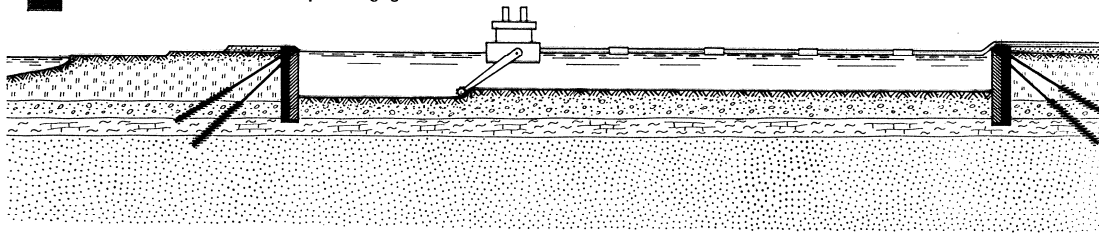
## SCHÉMA D'EXÉCUTION

CENTRALE NUCLEAIRE DU BLAYAIS (FRANCE) -  
SOLETANCHE / RODIO 1976

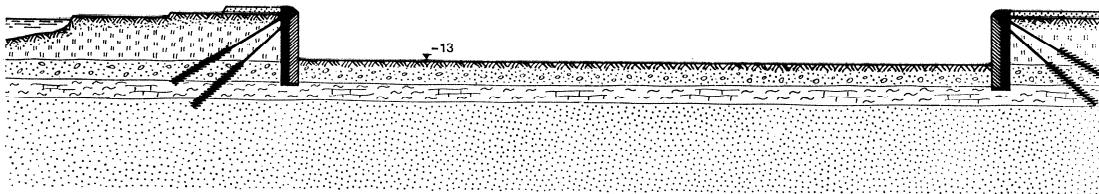
### 1 Exécution de la paroi et des tirants.



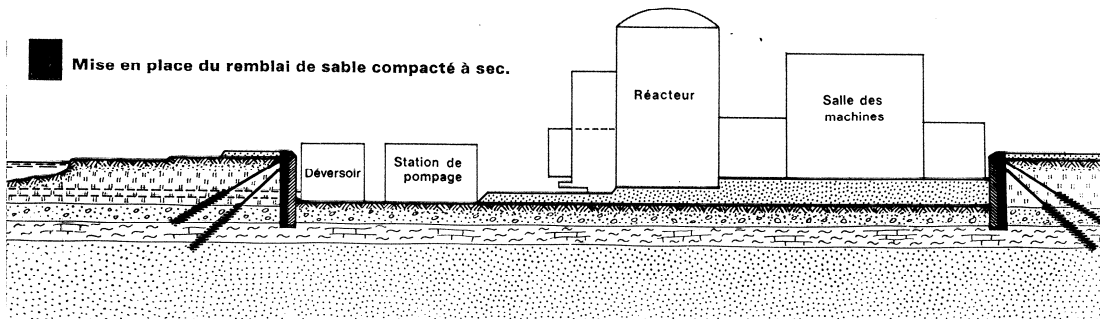
### 2 Terrassement de la fouille par dragage.



### 3 Pompage de l'eau.



### 4 Mise en place du remblai de sable compacté à sec.







### TRAVAUX EXÉCUTÉS

Paroi moulée à contreforts ..... 51.800 m<sup>2</sup>

Paroi moulée proprement dite,  
épaisseur: 0,80 m ..... 30.200 m<sup>2</sup>

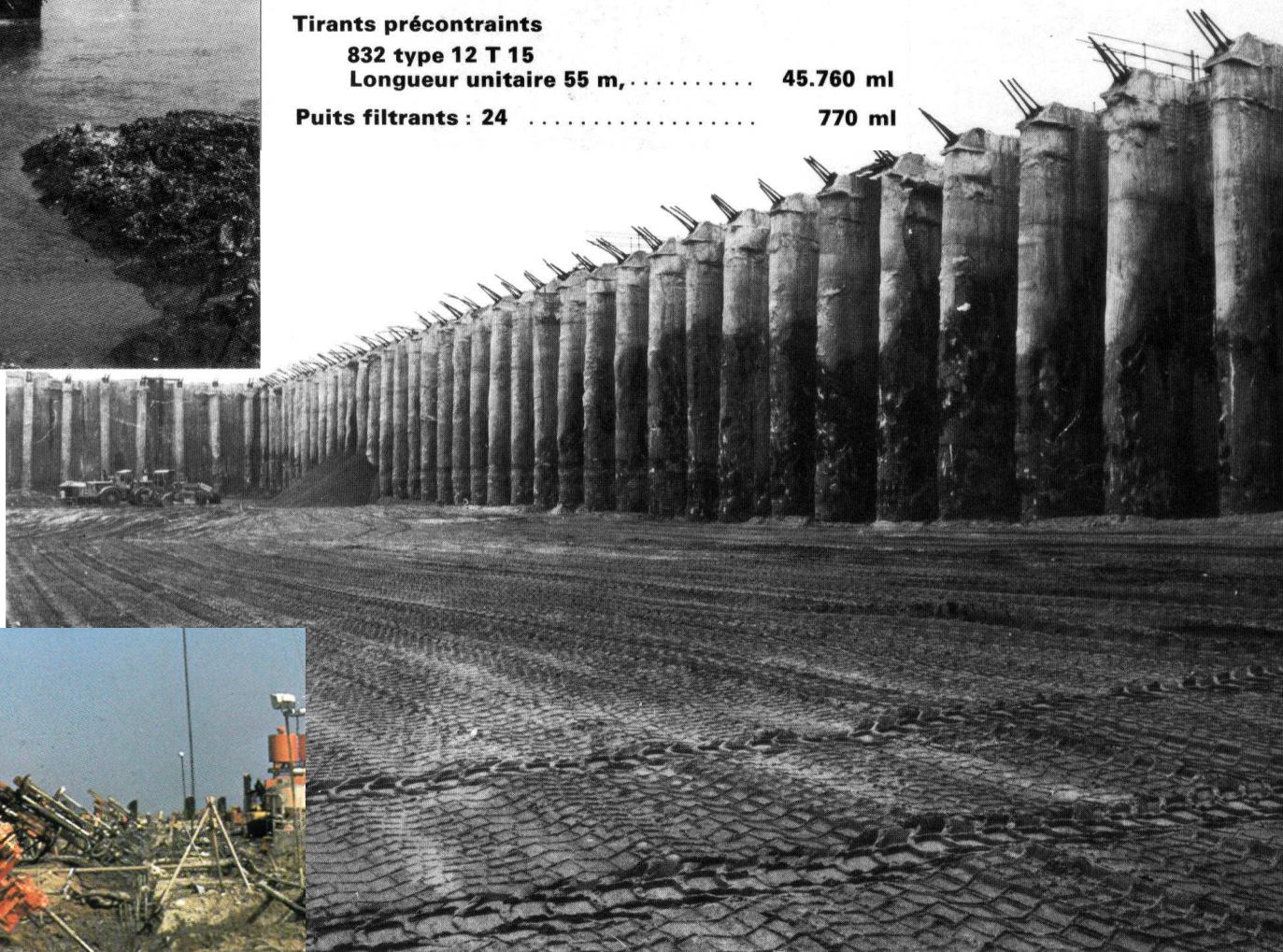
Contreforts, épaisseur: 1 m ..... 21.600 m<sup>2</sup>

Tirants précontraints

832 type 12 T 15  
Longueur unitaire 55 m, ..... 45.760 ml

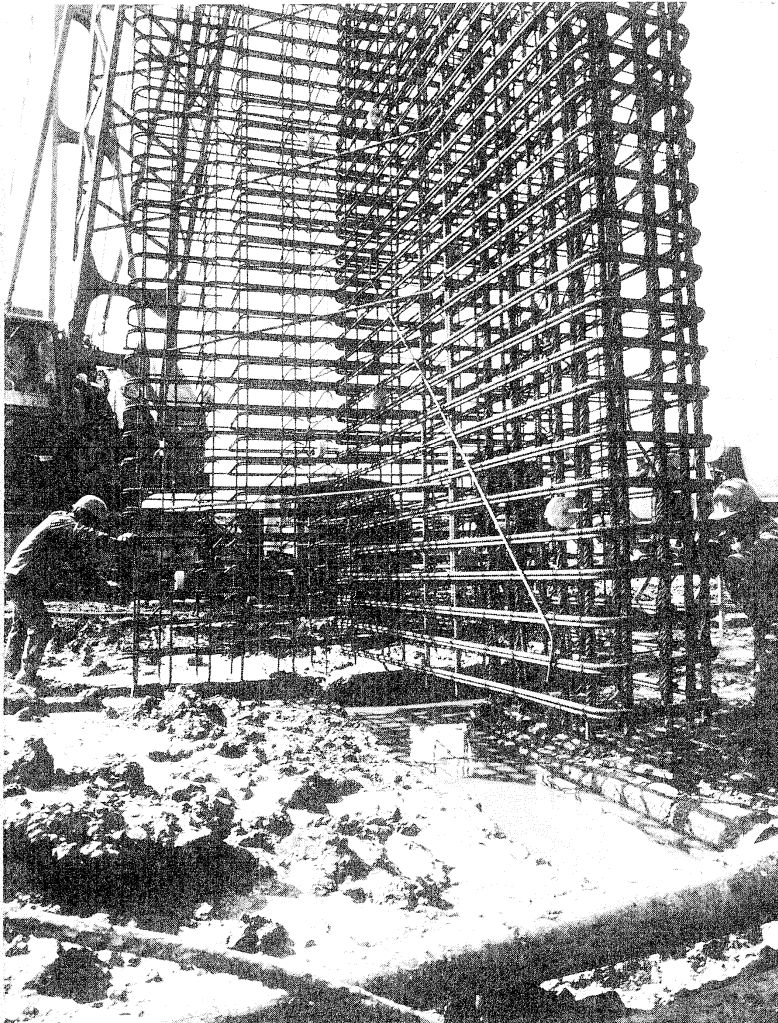
Puits filtrants : 24 ..... 770 ml

CENTRALE NUCLEAIRE  
DU BLAYAIS (FRANCE)  
SOLETANCHE / RODIO 1976





Descente d'une cage d'armatures



Mise en tension d'un tirant



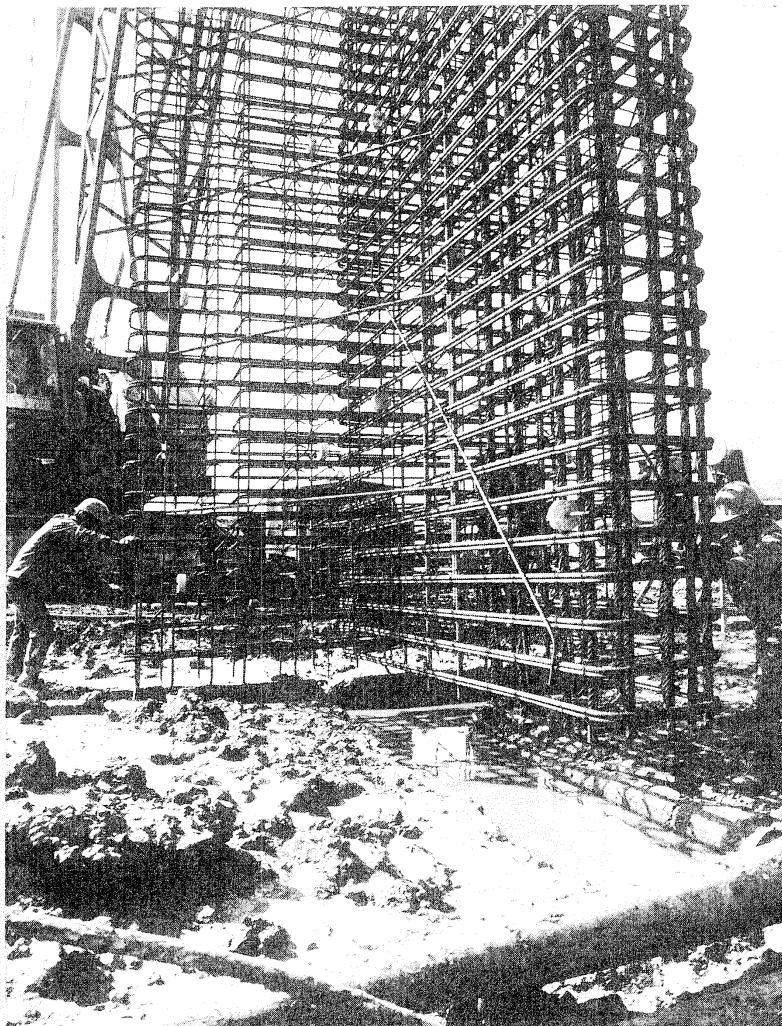
Manipulation d'un tirant de  
55 m de longueur



CENTRALE NUCLEAIRE  
DU BLAYAIS (FRANCE)  
SOLETANCHE / RODIO 1976



Descente d'une cage d'armatures



Mise en tension d'un tirant



Manipulation d'un tirant de  
55 m de longueur



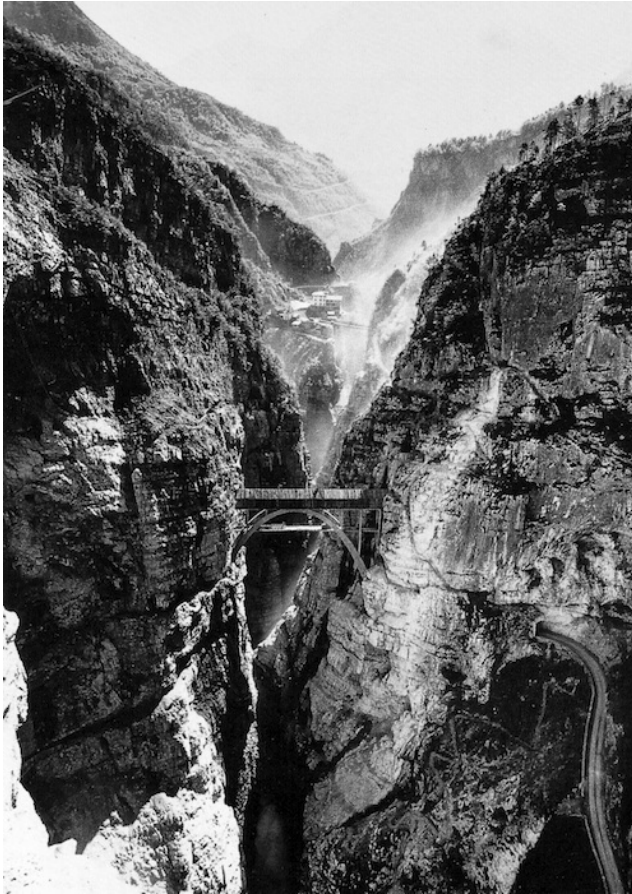
CENTRALE NUCLEAIRE  
DU BLAYAIS (FRANCE)  
SOLETANCHE / RODIO 1976





VAJONT :  
9 ottobre 1963 - ore 22.23  
PER NON DIMENTICARE

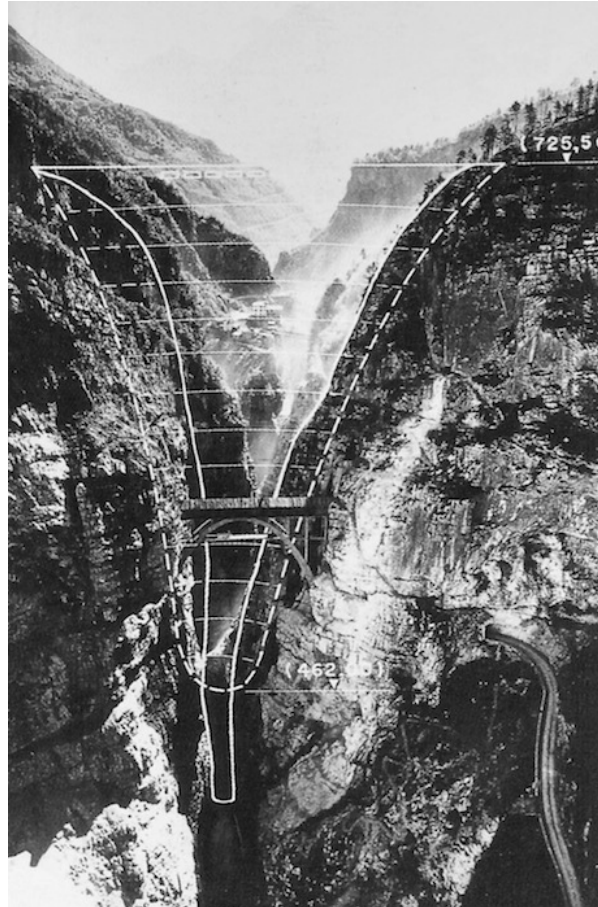




*il Vajont e Longarone  
..... prima di tutto .....*





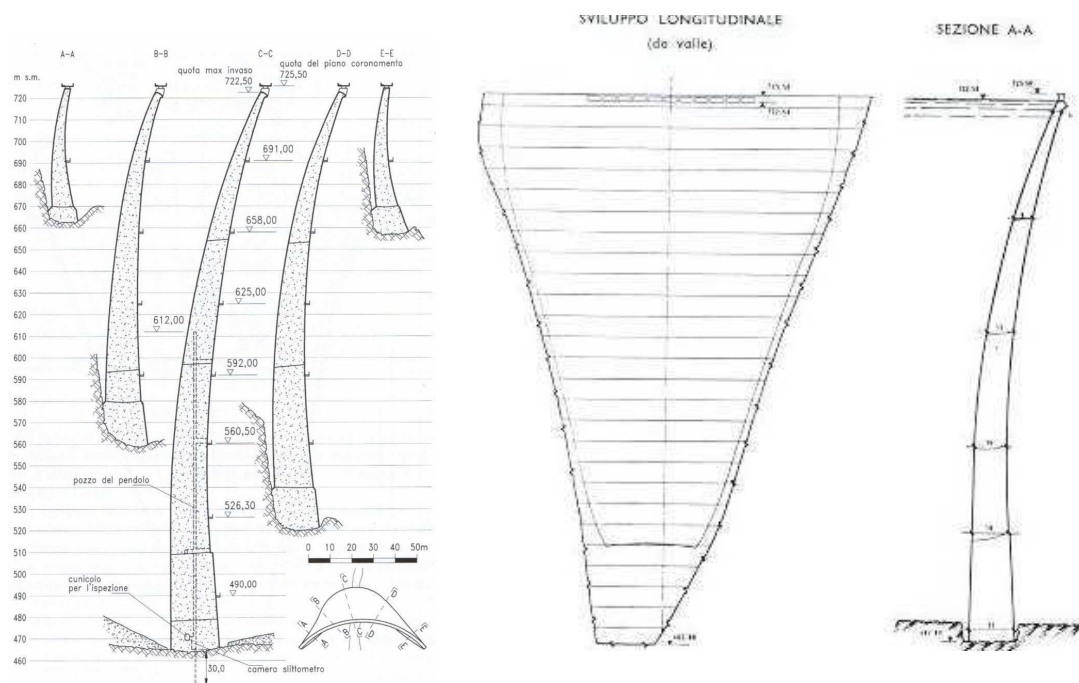


- ✓ LA DIGA A VOLTA PIU' ALTA AL MONDO ( $h = 264,60 \text{ m}$ )
- ✓ LA SECONDA DIGA PIU' ALTA AL MONDO



- diga a volta (arco-cupola)
- altezza diga : 264,60 m
- larghezza alla base : 27 m
- larghezza in sommità : 3,20 m
- volume diga : 360.000 mc
- capacità utile : 150 Mmc
- uso : elettrico
- quota max. invaso iniziale : + 722,50 m slm
- quota max. invaso ridotta : + 680.00 m s.l.m.

### CARATTERISTICHE TECNICHE



Progettista : Ing. Carlo Semenza  
Proprietà : SADE (ENEL dal 1962)  
Impresa costruttrice : TORNO (MI)  
Inizio/fine lavori corpo diga : genn. 1957 - sett. 1959



## STAFF TECNICO

Proprietà : SADE (ENEL dal 1962)

Progettista : Ing. Carlo Semenza

muore nell'ottobre 1961

Consulenti geologici : Prof. Geol. Giorgio Dal Piaz

muore nell'aprile 1962

" " : (Geol. Edoardo Semenza)

" " : (Geol. Pietro Caloi)

Consulente geotecnico/geomeccanico : Ing. Leopold Muller

Studio su modello idraulico : CIM - Istituto Idraulica Università di Padova (Prof. Ing. Augusto Ghetti)

Responsabile ufficio studi SADE : ing. Tonini

Direttore dei Lavori : Ing. Biadene (SADE)

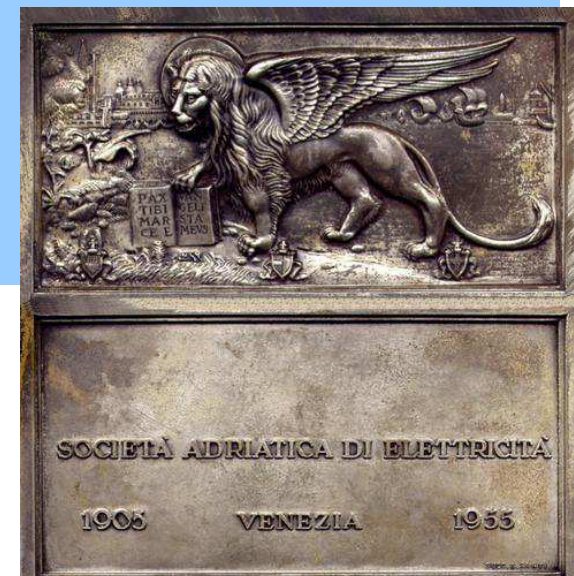
Direttore Tecnico di Cantiere : Ing. Mario Pancini (SADE)

si suicida nel 1968

Assistente Governativo : Ing. Bertolissi

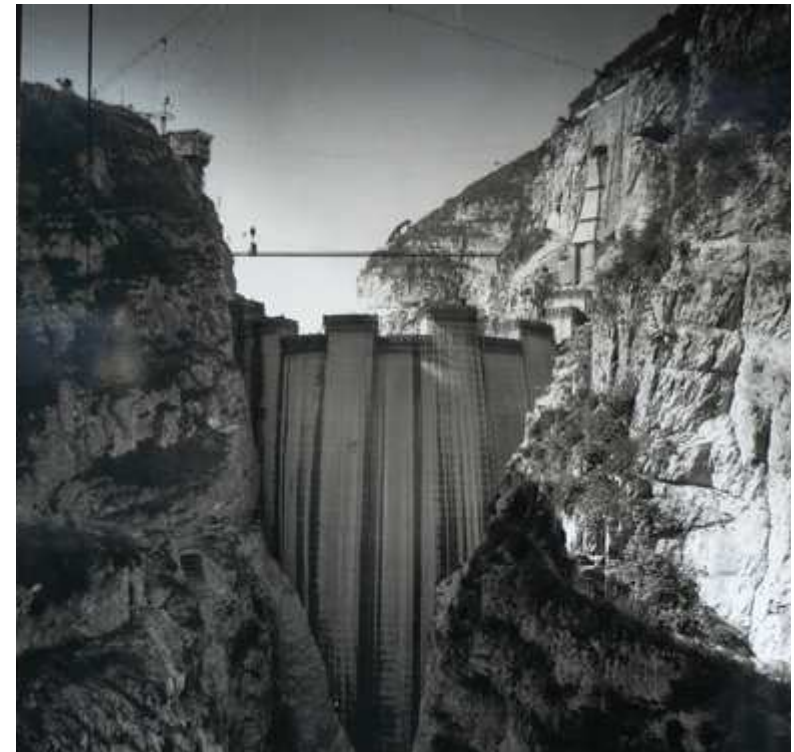
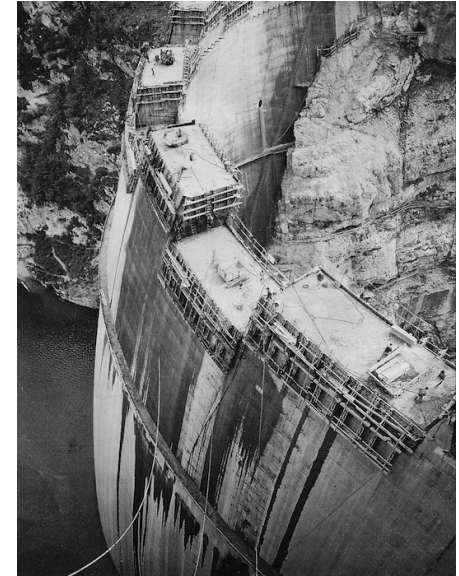
Impresa costruttrice : TORNO (MI)

Inizio/fine lavori corpo diga : genn. 1957 - sett. 1959



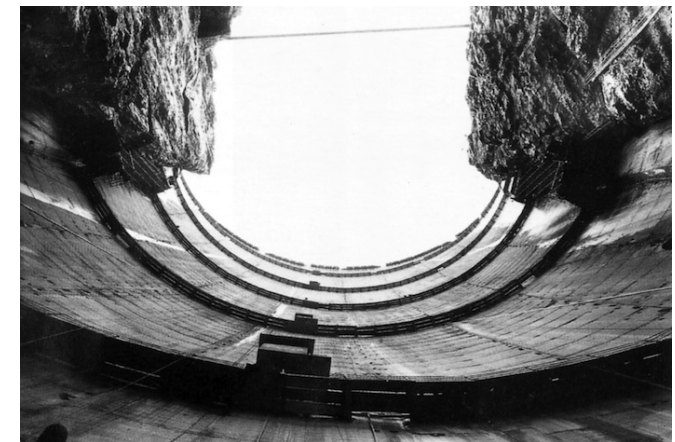


## *LA DIGA DEL VAJONT : LE FASI DI COSTRUZIONE*





*LA DIGA DEL VAJONT ULTIMATA, CON L'INVASO IN CORSO*





**LA FRANA DEL  
VAJONT**







LA FRANA DEL  
VAJONT

DIGA

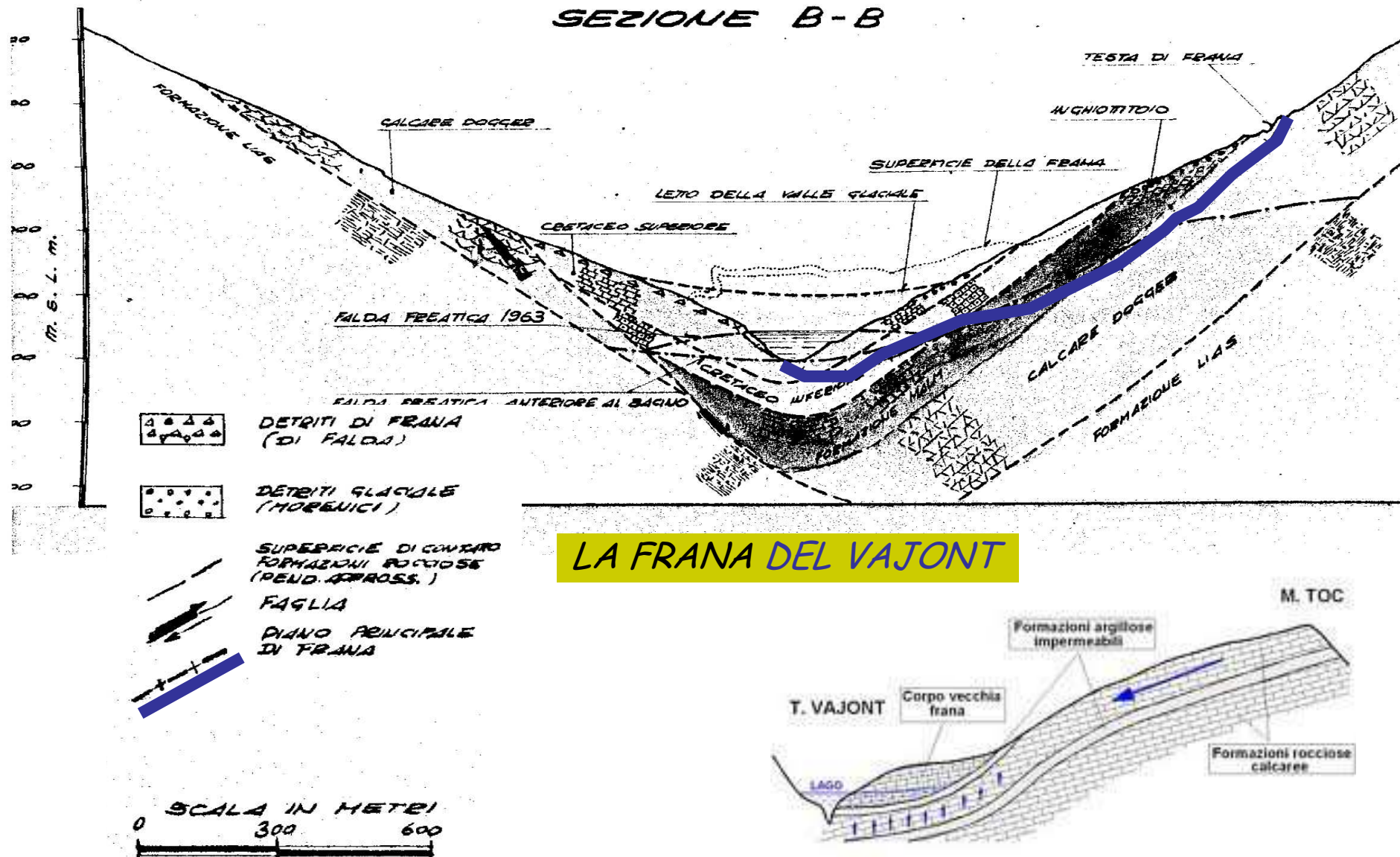
- FRONTE DI FRANA : ~ 2.0 km
- SPESSORE FRANA : ~ 300 m
- VOLUME FRANATO : ~ 260 Mmc
- durata dell'evento : 15" ÷ 30"
- velocità di frana : ~30 m/sec (100 km/h)
- formazioni interessate : calcari e marne scagliose con livelli argillosi





SEZIONI TRASVERSALI GEOLOGICHE DEL BACINO  
(RELATIVE ALLA PIANTA, FIG. 1) IN CORRISPONDENZA  
DELLA FRANA. FIG. 5

**SEZIONE B-B**





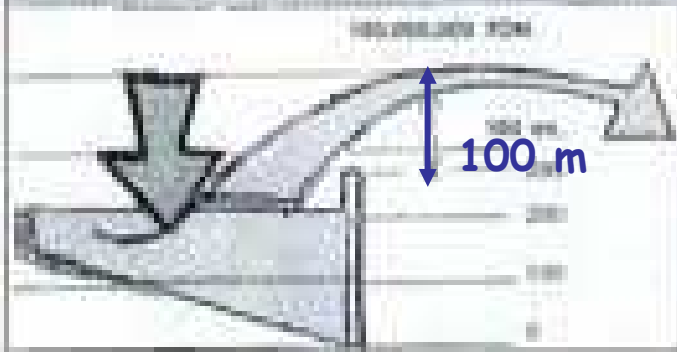






## GLI EFFETTI DELLA FRANA

- VOLUME FRANATO  
~ 260 Mmc
- ONDA GENERATA NEL BACINO  
~ 50 Mmc



- ONDA CHE SUPERA LA DIGA :
  - ✓  $H = 100$  m
  - ✓ Volume ~ 25 Mmc
  - ✓ Velocità : ~ 100 km/h
- ONDA SU LONGARONE :  $H = 70$  m





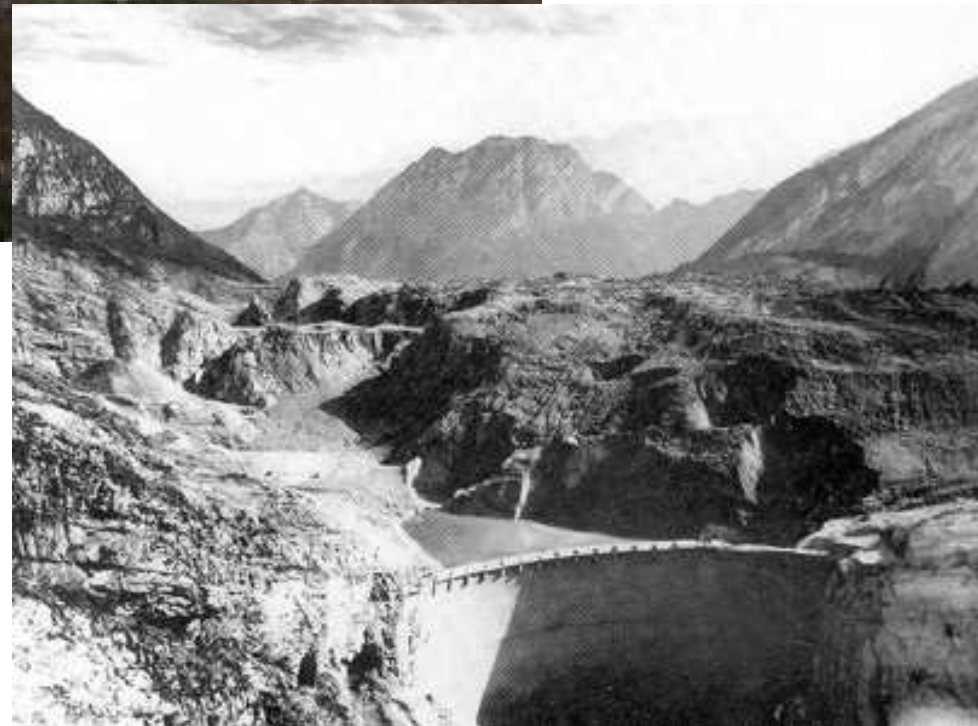
GLI EFFETTI  
DELLA FRANA



**LA DIGA ED IL BACINO  
DOPO IL DISASTRO**







**LA DIGA ED IL BACINO  
DOPO IL DISASTRO**

**LA DIGA ED IL BACINO  
DOPO IL DISASTRO**





**LA DIGA ED IL BACINO PRIMA DEL DISASTRO ED OGGI**



**LA DIGA OGGI,  
CON QUEL CHÉ RESTA DEL LAGO**





## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (I)

- ❑ 1928 / 1937 / 1940 : vari studi geologici di Dal Piaz
- ❑ 1940 : la SADE chiede la concessione per l'invaso del Vajont, con una diga alta 200 m (50 Mmc).
- ❑ 1943 : primo voto favorevole Consiglio Superiore LL.PP.
- ❑ 1948 : decreto Presidente della Repubblica di concessione
- ❑ 31 gennaio 1957 : la SADE chiede una variante al progetto per portare l'altezza diga a 266 m (l'invaso passa a 150 Mmc). Costo del progetto : £ 15 miliardi (di cui ~ £ 5 miliardi dallo Stato)
- ❑ 15 giugno 1957 : il progetto della diga riceve il voto favorevole dell'Assemblea plenaria del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con una (inquietante n.d.r.) prescrizione: *«E' però necessario completarle [le indagini geologiche] nei riguardi della sicurezza degli abitanti e delle opere pubbliche, che verranno a trovarsi in prossimità del massimo invasore»*
- ❑ 1957 : inizia la costruzione della diga
- ❑ 1958 : viene nominata la Commissione di Collaudo composta da :
  - Francesco Penta, geologo (consulente della SADE per l'impianto di Pontesei a Forno di Zoldo)
  - Francesco Sensidoni, ingegnere capo del Servizio Dighe
  - Pietro Frosini, ingegnere, presidente della IV Sezione del C. S. LL.PP.
  - Luigi Greco, presidente del Consiglio Superiore Lavori Pubblici
- ❑ 19-21 luglio 1959 ; 1^ visita della Commissione di Collaudo
- ❑ **Settembre 1959 : la diga è ultimata**
- ❑ Ottobre 1959 : la SADE inizia l'invaso sperimentale, ottenendo l'autorizzazione a raggiungere quota 595 m
- ❑ 22 ottobre 1959 : 2^ visita della Commissione di Collaudo
- ❑ 1959 : la SADE incarica il geol. Edoardo Semenza di uno studio geologico in sponda sinistra ed il geol. Caloi di una campagna geofisica sulla stessa area.
- ❑ Dicembre 1959 : presso la diga viene installata una stazione sismica
- ❑ 2 dicembre 1959 : crolla la diga (ad arco) del Frejus /Malpasset, in Francia : 400 morti.

## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (II)

- ❑ Febbraio 1960 : relazione del geologo Caloi « *roccia tostissima, sotto coltri sciolte di ~10 m* »
- ❑ Giugno 1960 : relazione del geologo Semenza « *grave pericolo di una immensa frana* »
- ❑ Giugno 1960 : il Servizio Dighe concede l'autorizzazione a proseguire l'invaso fino a quota 660 m.
- ❑ **4 novembre 1960 : si verifica una frana di circa 1 Mmc** sul fianco sinistro, vicino alla diga.
  - la frana è accompagnata da movimenti di creep su una vasta area, con conseguente comparsa di fessure sui fianchi della montagna; tali fessure segnano una M che delimita la futura frana del 9 ottobre 1963
  - a seguito di tale evento viene sottoposto a monitoraggio il Monte TOC, essendo evidente che la zona palesa rilevanti indizi di instabilità. Vengono installate una serie di stazioni geodetiche su un'area estesa 4 km a monte
- ❑ 17 novembre 1960 : si inizia a svasare sino a quota 600 m (raggiunta il 31 dicembre) per poter scavare in sponda dx una galleria di by-pass ( $\varnothing$  5000 mm) lunga 2 km che possa collegare le due parti di bacino separate da eventuali frane future, in modo da garantire la continuità idraulica;
- ❑ 28 novembre 1960 : 3<sup>a</sup> visita della Commissione di Collaudo
- ❑ 1 dicembre 1960 : promemoria del prof. Penta « *una tra le numerose fenditure, lunga circa 2.500 metri, ha fatto sorgere i maggiori timori, in quanto può essere interpretata come l'intersezione con il terreno di una superficie di rottura profonda e che arriverebbe praticamente fino al fondo valle, separando dalla montagna una enorme massa di materiale. [...] Prima di accedere a tale interpretazione catastrofica* », Penta osserva che i dati a disposizione « *sono relativi a manifestazioni di superficie, ma non si hanno elementi per giudicare se il fenomeno si estenda in profondità e se sia veramente in atto un movimento di massa. [...] Il movimento potrebbe essere limitato al massimo ad una coltre dello spessore di 10-20 metri, con velocità molto basse, e comunque, non coinvolgerebbe masse di materiali tali da decidere non solo della vita del serbatoio, ma anche del pericolo di sollecitazioni anormali sulla diga. [...] Nell'altro caso, si dovrebbe ammettere la possibilità di un improvviso distacco di una massa enorme di terreno* »



## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (III)

- ❑ Dicembre 1960 : seconda campagna geosismica di Caloi : *«ora la roccia è diventata, inspiegabilmente, una schifezza».*
- ❑ 1961 : l'area di frana potenziale viene esplorata con trivellazioni profonde, tra cui 4 piezometri sino a 167 - 221 m, e pozzi ispezionabili, per individuare eventuali piani di scorrimento. Dei 3 piezometri uno va subito fuori uso, gli altri 3 continuano a funzionare sino al momento della frana.
- ❑ 3 febbraio 1961 : quindicesimo rapporto geologico di Müller sulla frana del Toc, le cui conclusioni sono senza speranze per l'intero impianto: *«A mio parere non possono esistere dubbi su questa profonda giacitura del piano di slittamento o della zona limite. Il volume della massa di frana deve essere quindi considerato di circa 200 milioni di metri cubi».* Secondo Müller le contromisure sono ormai irrealizzabili sul piano pratico, umano ed economico. La sola misura di sicurezza possibile e percorribile è l'abbandono del progetto: *«Alla domanda se questi franamenti possono venire arrestati mediante misure artificiali, deve essere risposto negativamente in linea generale; anche se, in linea teorica, si dovesse rinunciare all'esercizio del serbatoio, una frana talmente grande, dopo essersi mossa una volta, non tornerebbe tanto presto all'arresto assoluto»*  
La relazione Müller non verrà mai inviata agli organi di controllo.
- ❑ 10 aprile 1961 : 4^ visita della Commissione di Collaudo, in base alla quale Penta e Sensidoni dichiarano che gli spostamenti sul fianco sinistro sono andati attenuandosi fino ad annullarsi e che non è da temere un serio aggravamento della situazione per un aumento del livello del lago.
- ❑ 15 aprile 1961 : visita di Penta al bacino, mentre l'acqua è sotto quota 600 e si sta procedendo alla costruzione del by-pass. La situazione è tranquilla: *«E' da ritenere pertanto che nelle condizioni attuali e sempre che il livello del lago si mantenga attorno alle quote attuali non sussistano immediati pericoli»*
- ❑ Maggio 1961 : la galleria di by pass è terminata e si riprende ad invasare, sino a quota 660 m

## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (IV)

- ❑ 17 ottobre 1961 : 5^ ed ultima visita della Commissione di Collaudo e parere positivo alla ripresa dell'invaso, per quanto nel verbale si legge *«Non si può escludere che con l'aumento dell'invaso la frana si rimetta in movimento»*
- ❑ 1961 : il CIM appronta un modello in scala 1:200 per valutare gli effetti di una frana di 20 - 40 Mmc con vaso a quote comprese tra 680 - 720 m s.l.m. Le conclusioni (trasmesse nel 1962) sono che con vaso a quota 700 m s.l.m. la diga non verrà tracimata. Tale rapporto non sarà mai trasmesso dalla SADE alla Commissione di Collaudo.
- ❑ 1960 - 63 : si registrano in sponda sinistra *"movimenti casuali da 25 cm a 30 cm per settimana, seguiti in fitta successione da piccoli, locali sussulti tellurici, dovuti ad allentamento delle tensioni interne..... La massa rocciosa che si stava allentando era pari a circa 200 Mmc ....."* (Muller, 1963 "a posteriori" in una Int. Conf. in USA).

Dalla corrispondenza tra progettisti e consulenti emergono fortissime preoccupazioni.

- 20 aprile 1961 : lettera di Carlo Semenza all'ingegner Vincenzo Ferniani (dirigente SADE):  
*«Ella può immaginare il mio stato d'animo in questa situazione. [...] Dopo l'abbassamento del livello del serbatoio, probabilmente anche a causa del freddo sopravvenuto, i movimenti sul fianco sinistro si sono praticamente arrestati e credo che fino a che il livello sarà tenuto basso non sarà il caso di avere nuove preoccupazioni. Ma cosa succederà col nuovo vaso? [...] Non le nascondo che il problema di queste frane mi sta preoccupando da mesi: le cose sono probabilmente più grandi di noi e non ci sono provvedimenti pratici adeguati. [...] I professori Dal Piaz e Penta sono piuttosto ottimisti: tendono a non credere che avvenga uno scivolamento in grande massa e sperano (anch'io lo spero!) che la parte mossa si sieda su se stessa. Sono entrambi d'accordo su ogni provvedimento di sicurezza. [...] Dopo tanti lavori fortunati e tante costruzioni anche imponenti, mi trovo veramente di fronte ad una cosa che per le sue dimensioni mi sembra sfuggire dalle nostre mani»*



## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (V)

- ❑ 1962 : l'anno viene utilizzato per invasare il bacino, con successive richieste ed autorizzazioni, sino alla quota autorizzata di 700 m s.l.m.  
Restano senza risposta, da parte del Servizio Dighe, gli allarmi dell'Assistente Governativo e del Genio Civile di Belluno
- ❑ 12 dicembre 1962 : nasce l'ENEL che diventa il nuovo proprietario della diga
- ❑ 30 marzo 1963 : il Servizio Dighe autorizza l'invaso sino a quota 715 m, senza un parere scritto della Commissione di Collaudo, che non si è più riunita.
- ❑ Primavera-estate 1963 : la frana (quella definitiva) si muove con velocità di ~1 cm/settimana
- ❑ 22 Luglio 1963 : il Sindaco di Erto telegrafa alla Prefettura di Udine ed all'ENEL di Venezia, richiedendo provvedimenti urgenti e segnalando i pericoli per «inspiegabili acque torbide lago, continui boati et tremiti terreno comunale». Non ottiene risposta.
- ❑ 4 settembre 1963 : l'invaso ha raggiunto quota 710 m (mai superata)
- ❑ 15 settembre 1963 : sul Toc si apre una nuova fessura; si notano inclinazioni degli alberi, avvallamenti della strada di circonvallazione e l'accentuarsi della lunga fessurazione a forma di **M** che attraversa la montagna.
- ❑ A partire dal 18 settembre 1963 le stazioni geodetiche si muovono di 1 cm/giorno (si pensa tuttavia a movimenti di singoli blocchi)
- ❑ 28 settembre 1963 : iniziano forti piogge che continueranno ininterrottamente sino al 9 ottobre
- ❑ 27 settembre 1963 : si decide di iniziare a svasare (pur consci che ciò può instabilizzare la frana)
- ❑ Primi di ottobre 1963 : gli animali al pascolo sulle pendici del Monte Toc e sulle rive del bacino sentono il pericolo e si allontanano.

## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (VI)

- ❑ **7 ottobre 1963** : il Sindaco di Casso ordina l'evacuazione del Monte Toc. Sulla montagna si aprono nuove fessure, rotolano sassi, si sentono crepitii provenienti dalle viscere del monte.
- ❑ **8 ottobre 1963** :
  - i tecnici si rendono conto che tutte le stazioni di osservazione stanno muovendosi insieme come una massa instabile compatta, e che la massa in movimento interessa un'area 5 volte maggiore di quella prevista;
  - il livello del bacino è a quota 700.20 m s.l.m.
  - i tecnici cercano di abbassare ulteriormente il livello dell'invaso aprendo due gallerie di scarico, in sinistra, che evacuano un totale di 142 mc/sec. Tuttavia il livello non si abbassa a causa delle elevate portate affluenti per le piogge
  - ore 15.30 : l'ing. Biadene telefona all'ing. Baroncini (ENEL/SADE di Roma) perché convinca il prof. Penta e la Commissione di Collaudo a fare un sopralluogo. Penta accetta di inviare un suo assistente, il Prof. Esu, per il giorno 11.
  - Su richiesta dell'ing. Biadene i carabinieri fanno sgombrare alcuni abitati sotto quota 730 m



## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (VII)

### □ 9 ottobre 1963 (prima del disastro):

- mattina : Biadene scrive a Pancini (che è in ferie negli USA) chiedendogli di rientrare, data la gravità della situazione, concludendo ... *«che Iddio ce la mandi buona»*
- qualche ora prima del disastro si registrano difficoltà alle paratoie di presa nell'imposta sinistra, poste a quota 591.00 m s.l.m
- si registra un innalzamento del livello del bacino (comprensibile se i lenti movimenti laterali in sponda sinistra erano progrediti al punto di ridurre la capacità del bacino)
- il tecnico preposto segnala un'accelerazione del movimento; un gruppo di 5 consulenti sta valutando il da farsi
- ore 17 : la SADE/ENEL chiede ai Carabinieri di bloccare il traffico stradale
- ore 17.30 : Biadene telefona allarmatissimo a Penta, che gli dice di stare tranquillo
- ore 22 : dal cantiere telefonano alla SADE di Venezia che la montagna ha cominciato a cedere visibilmente.

## LA FRANA DEL VAJONT : CRONOLOGIA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO (VIII)

### □ 9 ottobre 1963 (il disastro):

- ore 22.15 : si odono forti rumori
- ore 22.39 : una frana di 260 Mmc si stacca dal Monte TOC e precipita nel bacino spostando una massa d'acqua di 50 Mmc: si odono venti impetuosi, poi rombi altissimi, infine quiete;
- ore 20.43 : un'onda di 25 Mmc alta 100 m supera la diga e si abbatte sulla valle ad una velocità di ~100 km/h distruggendo ogni cosa al suo passaggio; genera uno spostamento d'aria pari a 2 volte quello di Hiroshima. E' accompagnata da scosse sismiche avvertite sino a Vienna e Bruxelles.
- in 7 minuti tutto si compie.

### □ 7 novembre 1963 (la beffa): ultima relazione della Commissione di Collaudo (latitante dal 10 aprile 1961), che dichiara concluso il suo mandato essendo impossibile la prosecuzione delle operazioni di collaudo della diga.



## LA FRANA DEL VAJONT : GLI EFFETTI

- La frana ha generato un sisma avvertito fino a Vienna e Bruxelles
- La frana (~ 260 Mmc) ha generato un'onda di 50Mmc, di cui 25 Mmc si sono riversati a valle della diga, ad una velocità di ~ 100 km/h;
- L'altezza dell'onda d'acqua è stata di :
  - 260 m sul lato dx del bacino
  - 100 m sulla diga
  - 70 m a valle, sino alla confluenza col Piave, che è stato risalito per alcuni km.
- Lo spostamento d'aria è stato pari a 2 volte quello di Hiroshima;
- Per parecchie miglia a valle tutto è stato distrutto
- IN 7 MINUTI TUTTO SI È COMPIUTO (dalla frana alla completa distruzione a valle)
- 1917 VITTIME + IL DOLORE DI UN'INTERA POPOLAZIONE + LA CANCELLAZIONE DI UN INTERO PAESE + GLI ALTRI DANNI MATERIALI E MORALI
- L'evento franoso culminante è durato ~ 15" ÷ 30"
- Velocità di frana ~ 30 m/sec (~100 km/h)
- Velocità dell'onda, a valle della diga : 100 km/h
- La diga è stata sottoposta, senza subire danni, ad azioni pari a circa 10 volte quelle di progetto;
- La spinta totale sulla diga è stata stimata pari a circa 4 milioni di tonnellate

## PROCESSO PENALE

Durata : 8 anni (la Cassazione si pronuncia nel marzo 1971, solo 15 giorni prima della prescrizione)

Richieste del P.M. : 11 imputati x complessivi 160 anni

Sentenza : 2 condannati x complessivi 2 anni e 10 mesi

Imprevedibilità dell'evento



Disastro colposo

### N.B.

Su 4.000 aventi diritto a costituirsi parte civile, solo 69 avevano resistito sino in Cassazione e, di questi, pochi scelgono di agire anche in sede civile per il risarcimento.

Non fosse stato per loro (e per la transazione che l'ENEL aveva stipulato con parte dei superstiti, purchè rinunciassero al processo penale) nel marzo 1981 il risarcimento del danno sarebbe caduto in prescrizione, essendo passati 10 anni dalla sentenza penale.

IL PROCESSO

## PROCESSO CIVILE (segue quello penale)

Durata : si è concluso il 27 luglio 2000

- 37 anni dopo il disastro
- 29 anni dopo la sentenza della Cassazione

### Parti citate in causa

1. MONTEDISON (nasce nel 1966 dalla fusione di Edison e Montecatini, che nel 1962 ha assorbito SADE)
2. ENEL (proprietario della diga dal Luglio 1963)
3. STATO ITALIANO

### Attori

Vittime (loro parenti) + Danneggiati + Comuni di Longarone, Castellavazzo, Erto - Casso e Vajont (sorto nel 1971)

### Sentenza

MONTEDISON (per conto SADE), ENEL e STATO ITALIANO condannati a risarcire cifre alquanto irrisorie alle vittime o ai loro eredi, nonché ai Comuni interessati dal disastro.

### Costo/risarcimento

I 3 soggetti responsabili (Montedison, ENEL, Stato Italiano) si accollano in parti uguali l'onere dei rimborsi e delle spese, per complessivi 900 miliardi.





IL DISASTRO





L'ECO DEL DISASTRO  
NELLA STAMPA







IL DISASTRO





IL DISASTRO







IL DISASTRO





LONGARONE  
PRIMA E DOPO IL DISASTRO







L'OPERA DI SOCCORSO





L'OPERA DI SOCCORSO







L'OPERA DI SOCCORSO





LA DIGNITÀ DI UN POPOLO







LA DIGNITÀ DI UN POPOLO





LA DIGNITÀ DI UN POPOLO







LA DIGNITÀ DI UN POPOLO







LA DIGNITÀ DI UN POPOLO





VAJONT : 9 ottobre 1963  
PER NON DIMENTICARE .....

perché non si ripeta .....







VAJONT : 9 ottobre 1963  
PER NON DIMENTICARE ..... perché non si ripeta .....



“ Scit praeterita,  
et de futuris aestimat ”  
Sapienza, VIII-8

che possiamo così liberamente tradurre:  
“ Studia il passato  
e traine esperienza per il futuro ”

FINE