

aicap

Associazione Italiana
Calcestruzzo Armato e Precompresso



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catanzaro

**LA PROGETTAZIONE STRUTTURALE
SECONDO IL D.M. 14.01.08
E CIRCOLARE APPLICATIVA**

Con il patrocinio della
Facoltà di Ingegneria della
Università degli Studi
della Calabria

d'intesa con
A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana
A.N.I.D.I.S. - Associazione Nazionale Italiana di
Ingegneria Sismica
C.T.E. - Collegio Tecnici della Industrializzazione
Edilizia

Presidente del Convegno
Luca Sanpaolesi

CATANZARO

15 - 16 Aprile 2010

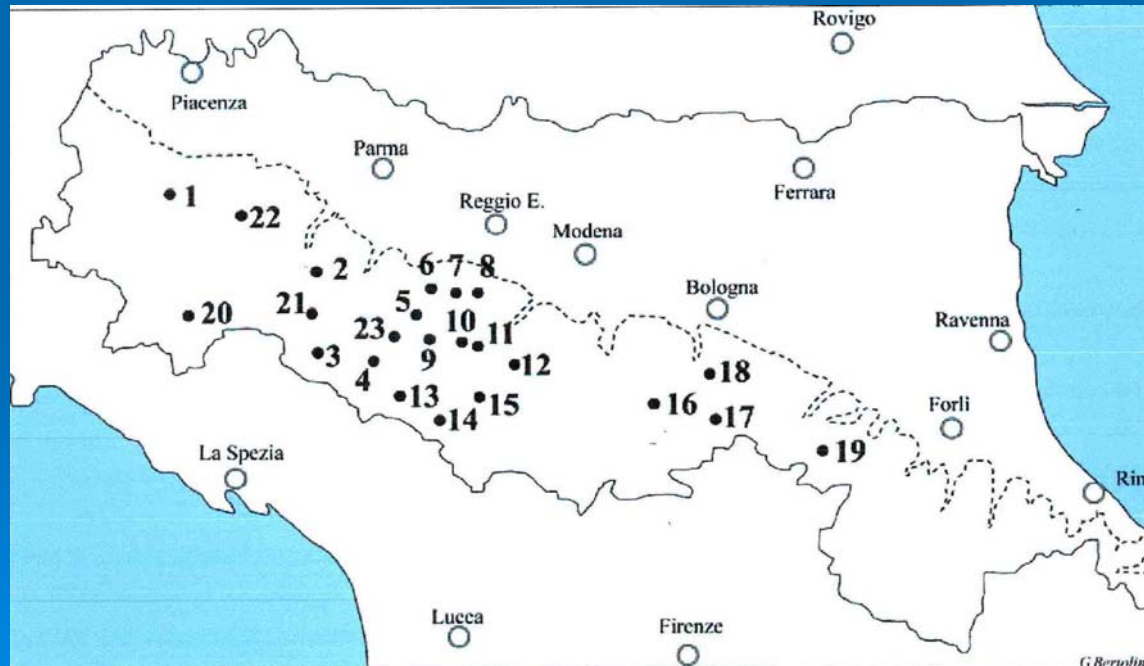


**TECNICHE DI INTERVENTO PER
OPERE INFRASTRUTTURALI IN
ZONE AD ELEVATO RISCHIO
GEOLOGICO**

Mario Paolo Petrangeli

- **Considerazioni generali**
- Qualche considerazione sulla progettazione
- Interventi sulle opere d'arte
- Interventi sulle gallerie
- Interventi sulle pendici latitanti l'infrastruttura

- Giustino Fortunato, grande meridionalista, circa cento anni fa definì la Calabria *«sfasciame geologico pendulo tra due mari»*.
- Ma il problema riguarda tutti gli Appennini



Le grandi frane
dell'Emilia-Romagna
(G.Bertolini, M.Pizziolo)

La frana di Comiglio, lunga circa 3 km (G.Bertolini, M.Pizziolo)



Impossibilità di evitare le zone in frana a causa della sempre maggiore rigidità (raggi ampi, pendenze basse) di strade e ferrovie

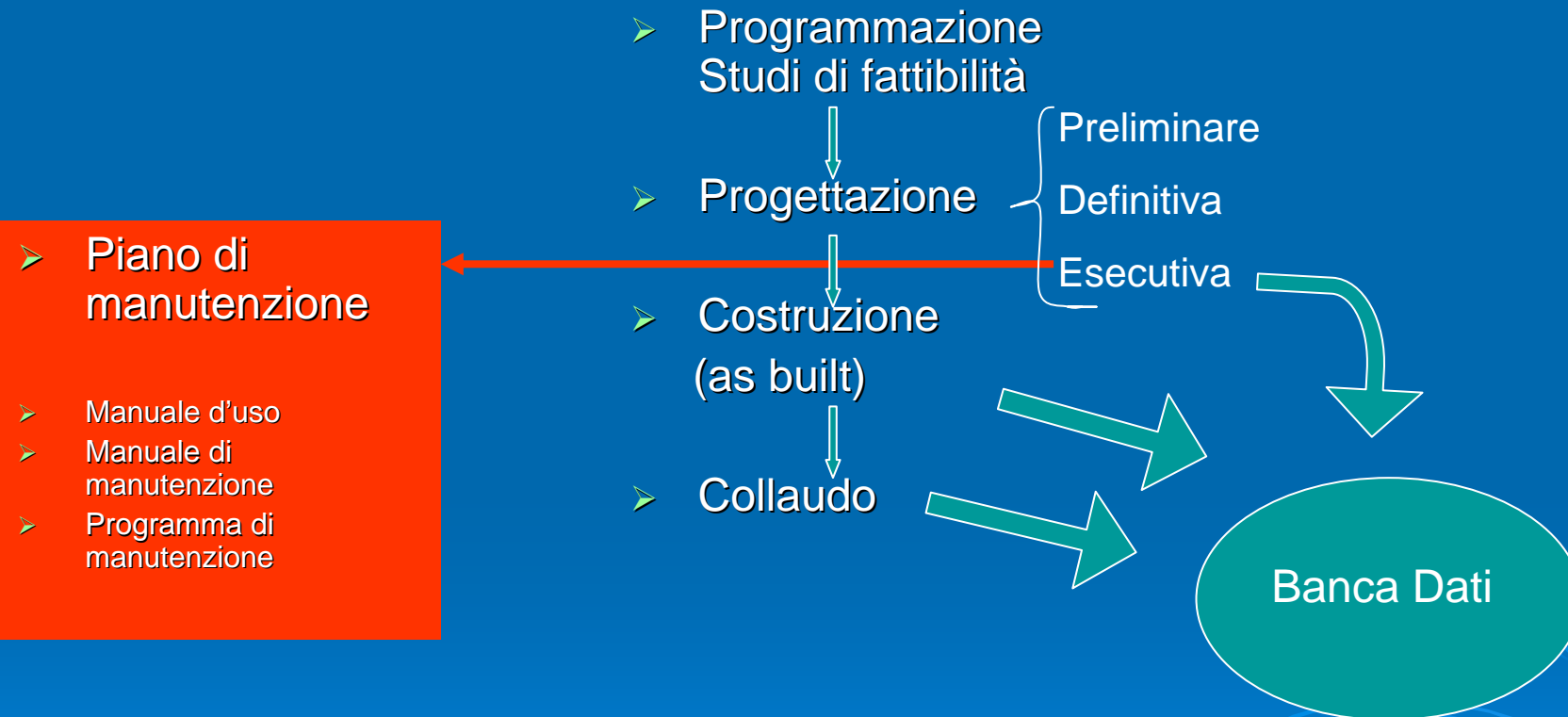
- Highway
- ~ 6500 km
- Main and local roads
- ~ 360.000 km
- **Bridges L>6m**
- **~ 90-120 millions of m2**



- Main and local lines
- ~ 22.000 km
- **Number of Bridges L>6m ~ 59.000**
- High Speed lines
- ~ 1400 km

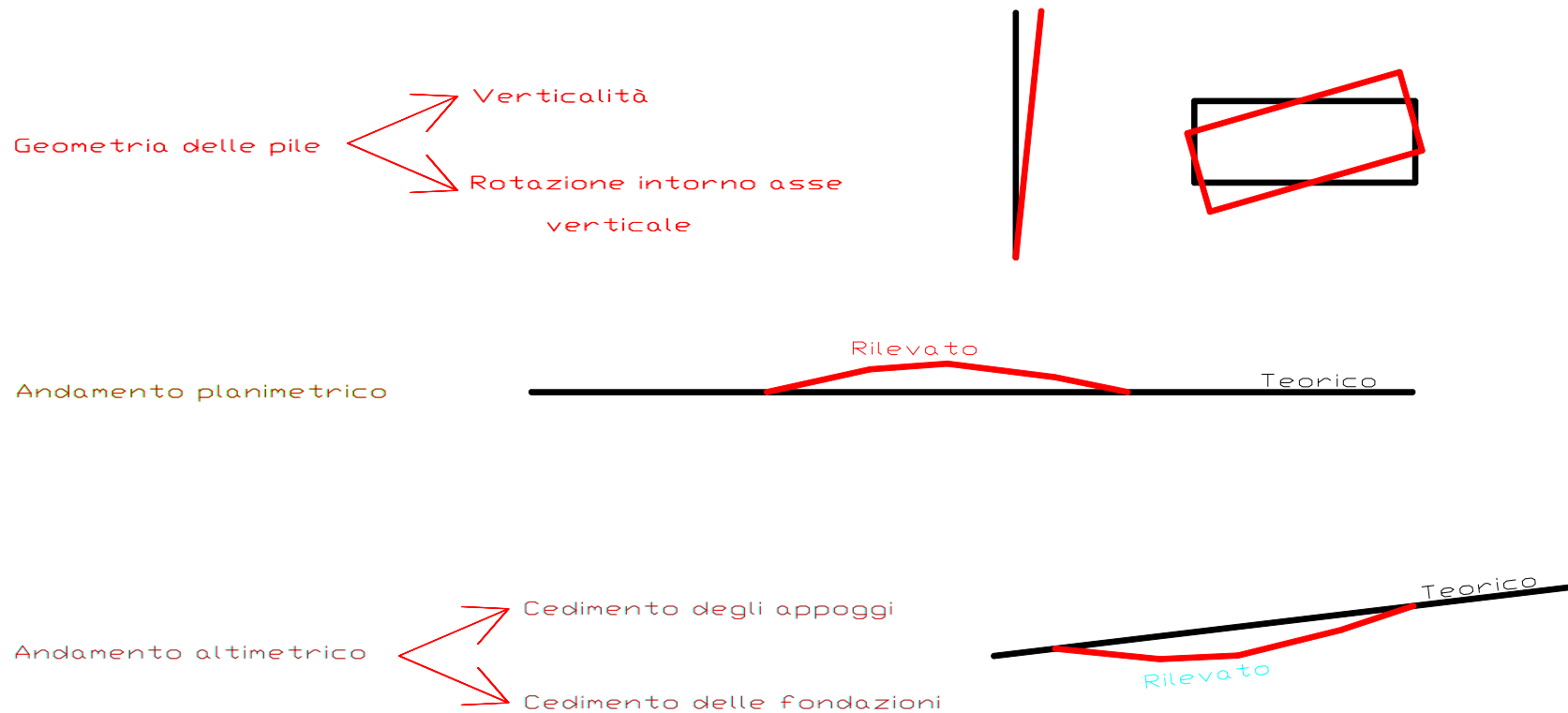


La legge 11 feb. 94, n 109 (Merloni)



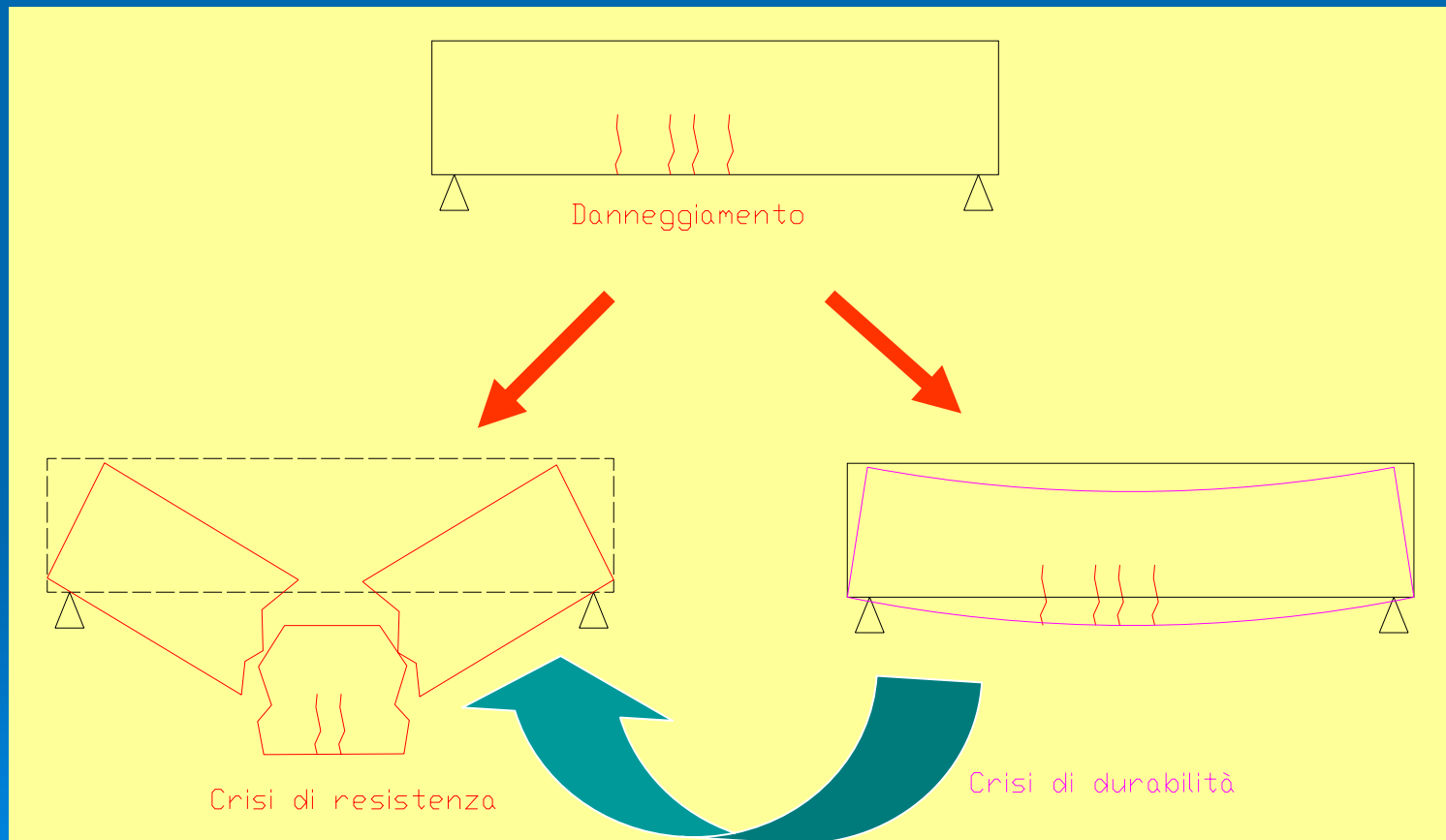
Le irregolarità geometriche possono dipendere da errori iniziali o da cedimenti delle fondazioni

RILIEVI GEOMETRICI

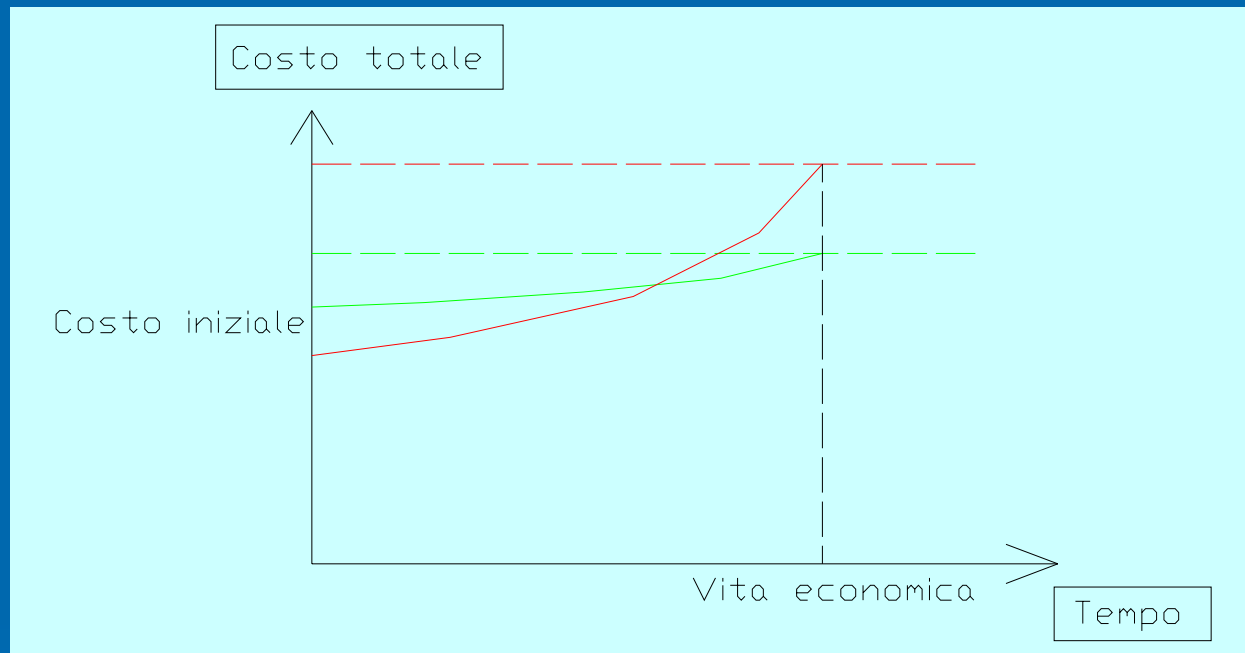


Il concetto di “durabilità”

Capacità di una struttura di mantenere inalterate nel tempo le prestazioni originarie per le quali era stata progettata.



Costo di costruzione e costo totale



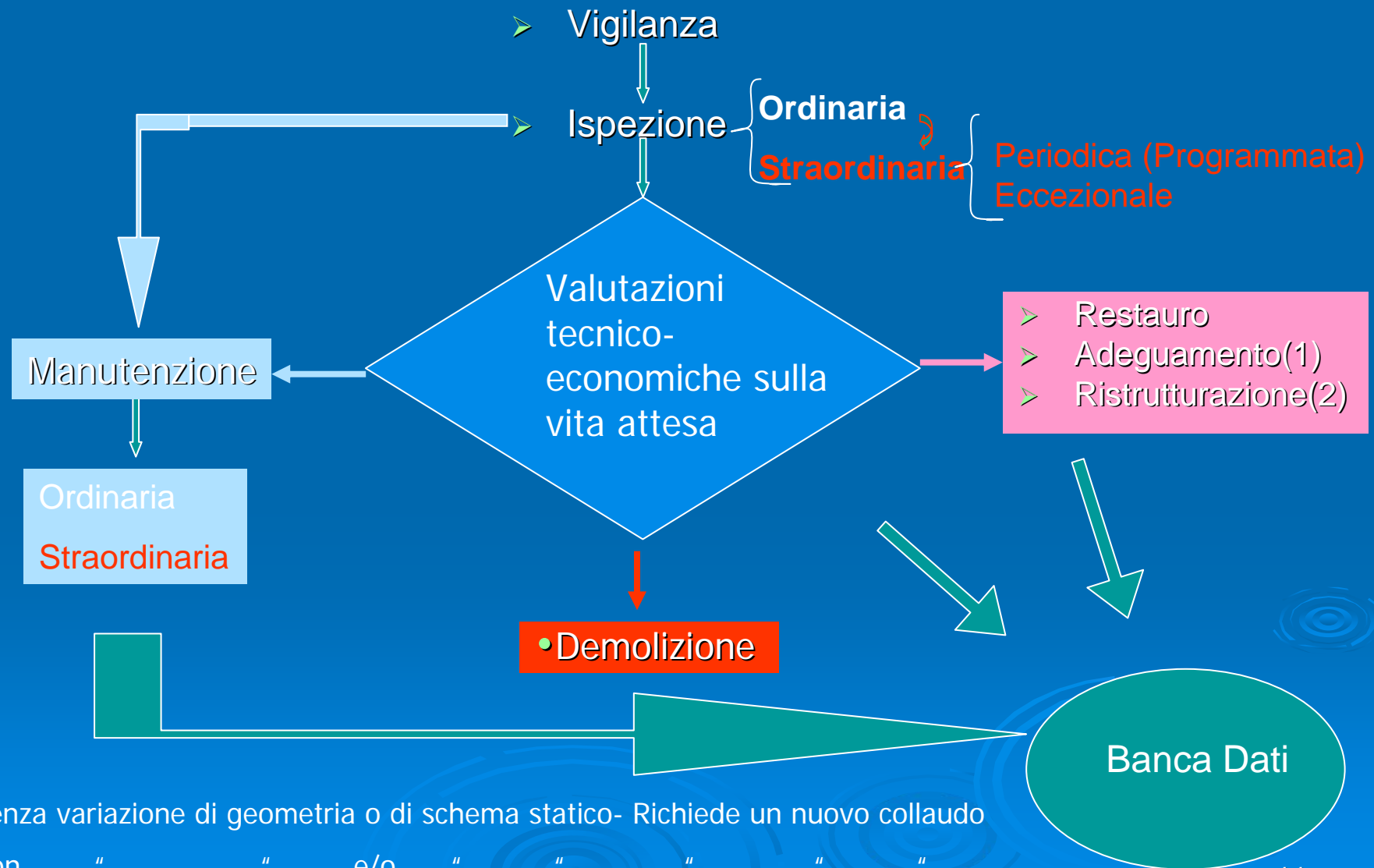
In passato si è privilegiato il costo di costruzione.

Il confronto tra le possibili soluzioni andrebbe fatto considerando anche il costo attualizzato delle manutenzioni.

Sviluppo sostenibile

- E' quello che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i loro bisogni (Brundtland 1987)
- **Conflittualità tra le esigenze a breve-medio termine (dei politici) e quelle a lungo termine (dei tecnici)**

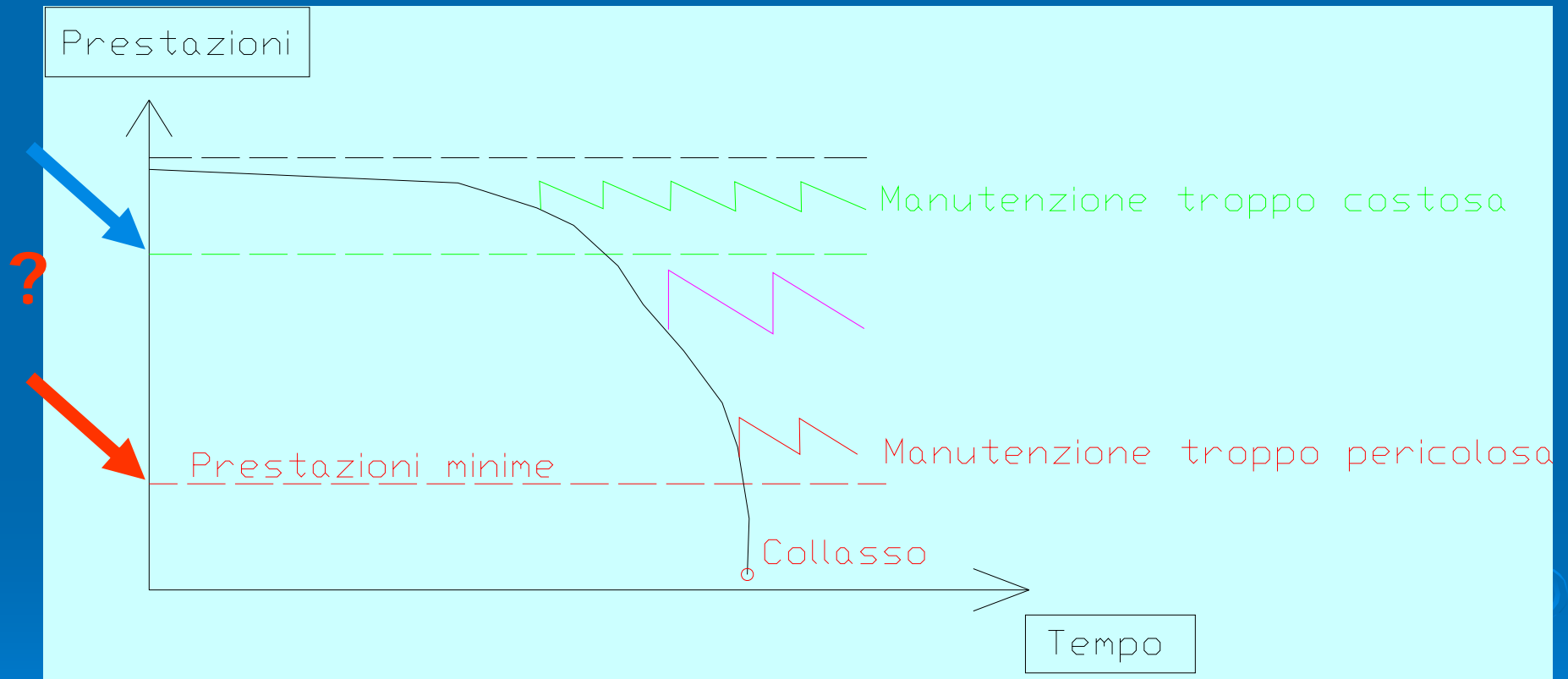
La gestione di una grande struttura



(1) Senza variazione di geometria o di schema statico- Richiede un nuovo collaudo

(2) Con " " " e/o " " " " " " " "

Le prestazioni di un ponte nel tempo



Cosa fare per aumentare la durabilità e ridurre i costi di gestione?

➤ In costruzione:

- - Costruire “bene” (allungare la durata delle concessioni)
- - “ pensando ai costi di esercizio (Trattare le superfici dei calcestruzzi, usare materiali più “nobili” etc)

➤ In esercizio:

- - Sistema ispettivo efficiente
- - Interventi tempestivi
- - Monitoraggio permanente

- Considerazioni generali
- **Qualche considerazione sulla progettazione**
- Interventi sulle opere d'arte
- Interventi sulle gallerie
- Interventi sulle pendici latitanti

Incertezze sugli interventi e volatilità dei prezzi,
ovvero ***il peso delle riserve dell'appaltatore***



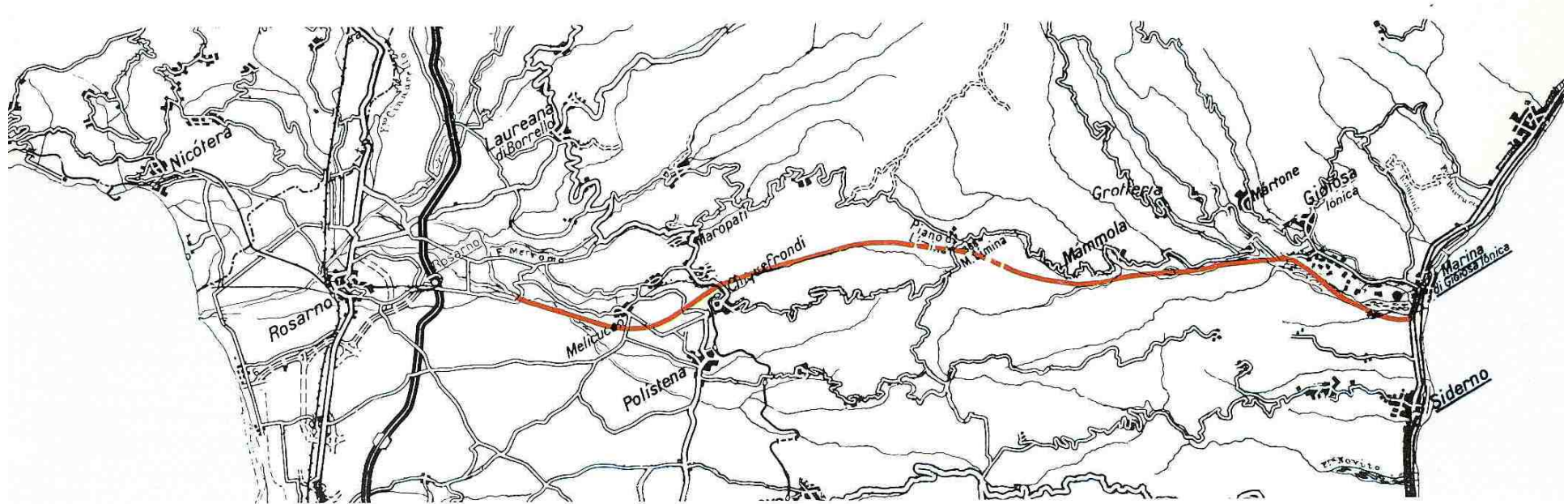
SCELTA DEL TRACCIATO

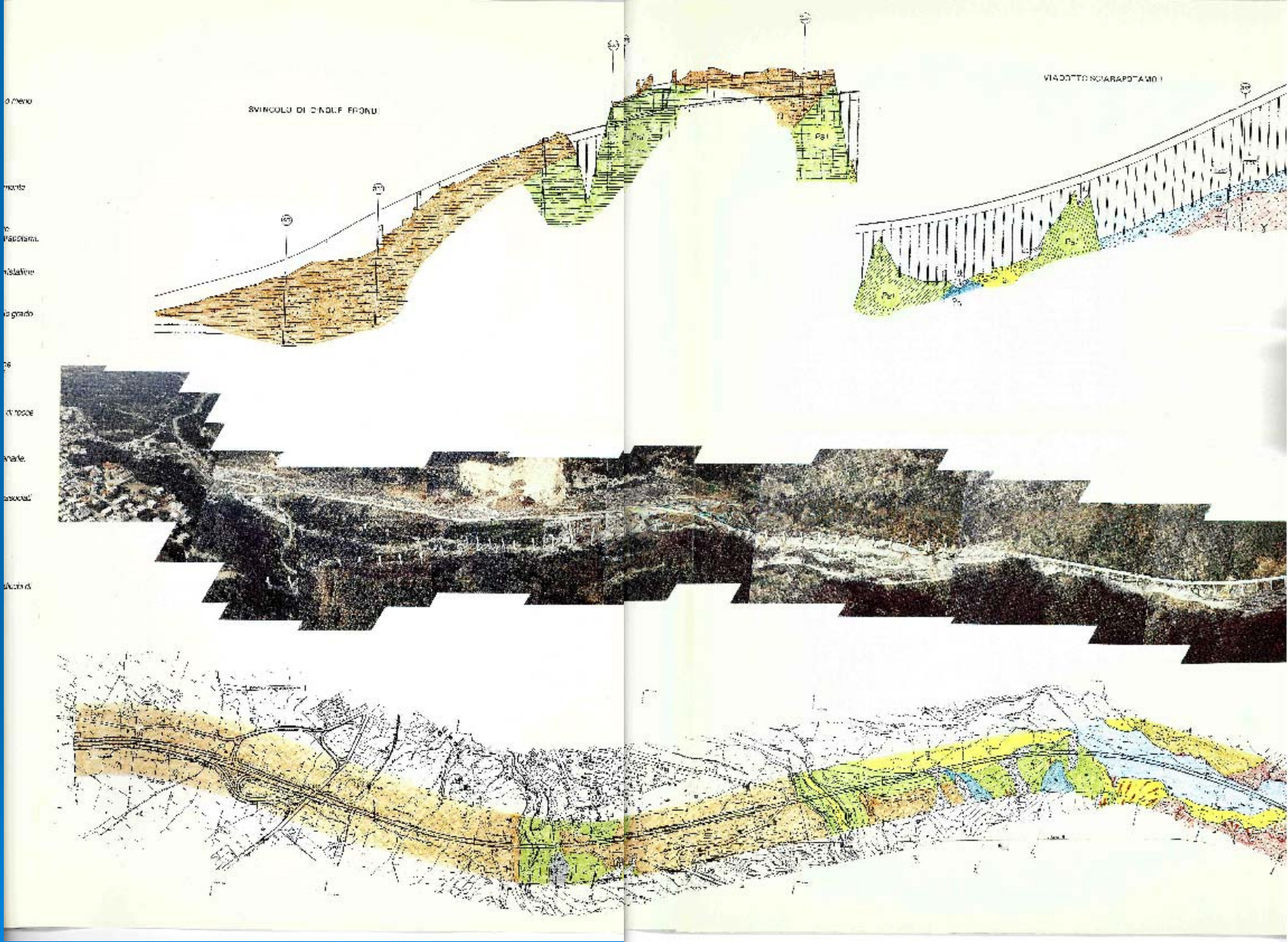
UBICAZIONE DEI SOSTEGNI

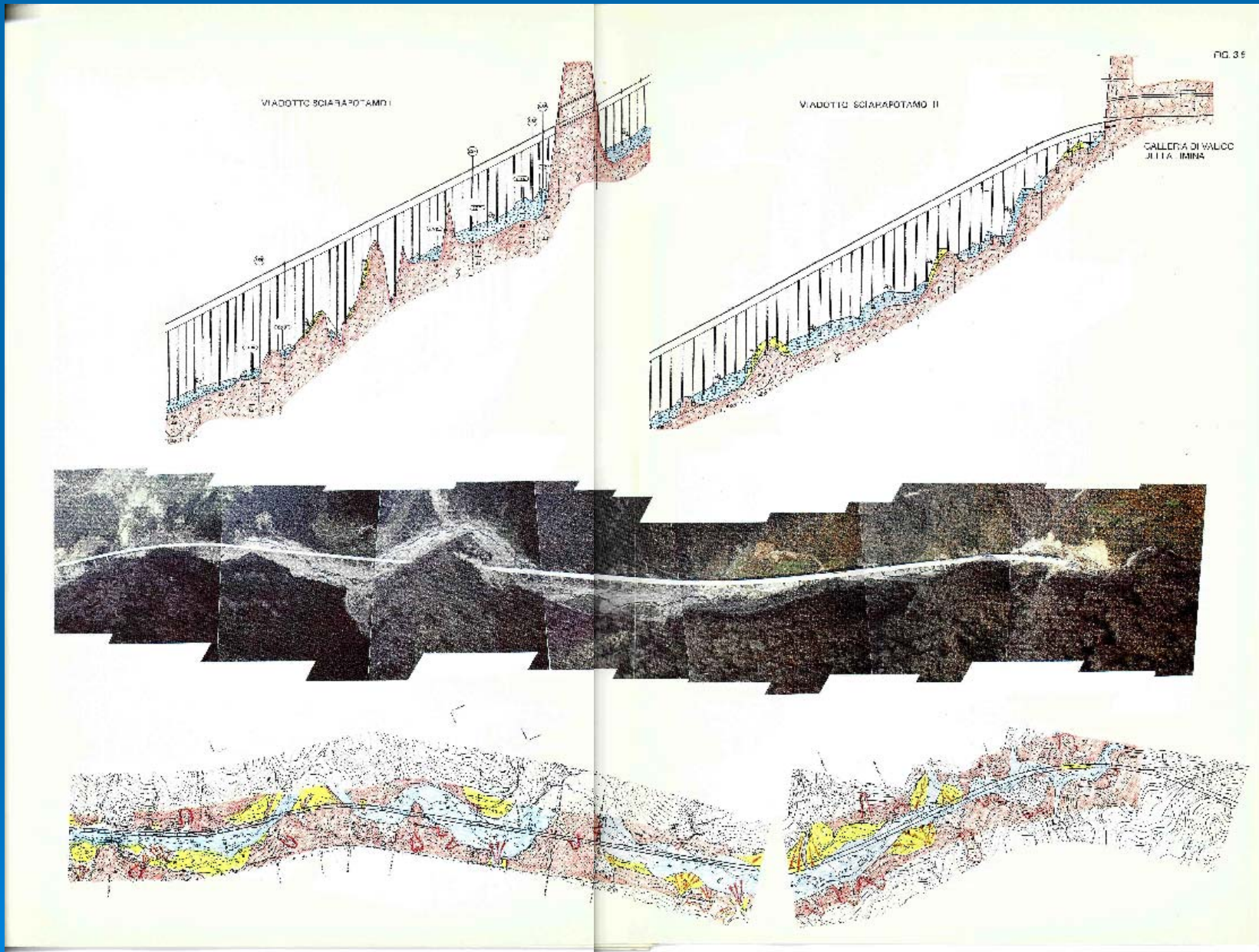
SCELTA DELLO SCHEMA STATICO

Una strada “difficile”:

la trasversale da Rosarno a Marina di Gioiosa Ionica











Mario Paolo Petrangeli AICAP CZ 2010

Incertezze sugli interventi e volatilità dei prezzi,
ovvero ***il peso delle riserve dell'appaltatore***



SCELTA DEL TRACCIATO

UBICAZIONE DEI SOSTEGNI

SCELTA DELLO SCHEMA STATICO

Una scelta di tipo A: il ponte sul DIB in Algeria





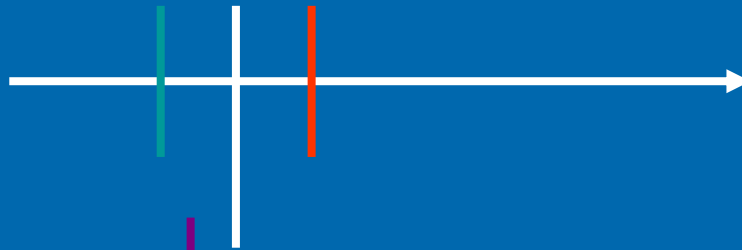
Mario Paolo Petrangeli AICAP CZ 2010



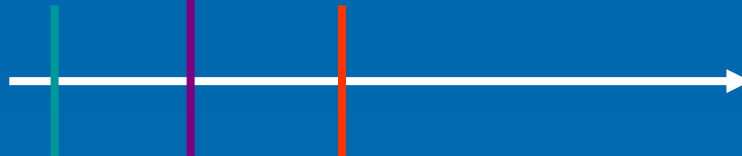
Mario Paolo Petrangeli AICAP CZ 2010

Incertezze sugli interventi e volatilità dei prezzi,
ovvero ***il peso delle riserve dell'appaltatore***

Sol A più costosa



Sol B più incerta



SCELTA DEL TRACCIATO

UBICAZIONE DEI SOSTEGNI

SCELTA DELLO SCHEMA STATICO

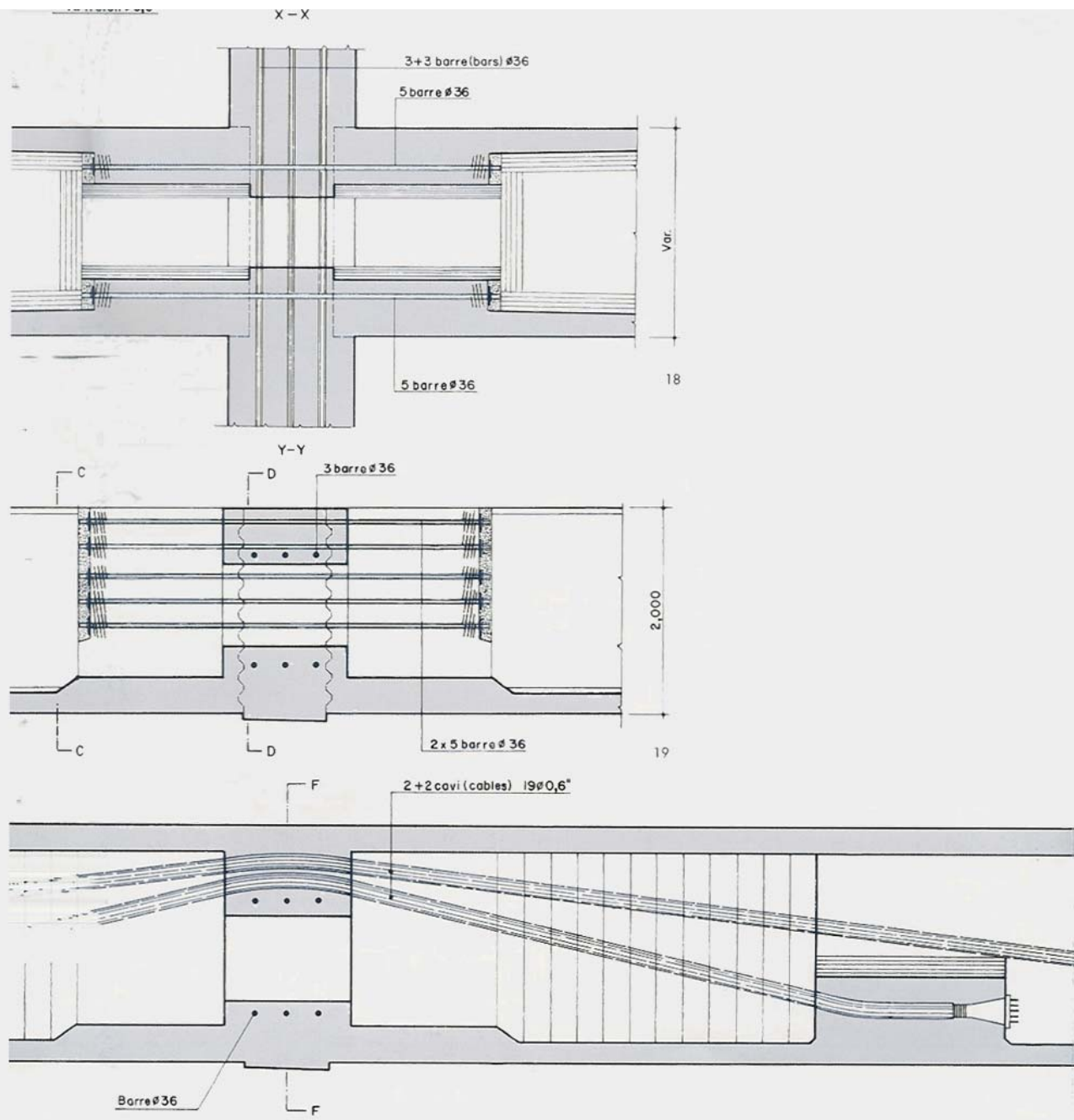
Quando la struttura può essere soggetta ad eventi estremi (frane, atti terroristici, eventi bellici), e quindi è impossibile garantire l'integrità di tutte le sue parti, bisogna fare in modo che i danni rimangano circoscritti e non si inneschi un processo rovinoso a catena che porta alla perdita dell'intera opera



Il ponte di Gimigliano (CZ) interessato da una frana

I viadotti
dell'autostrada
Beyrouth-Damasco
interessati da eventi
bellici





Il viadotto dopo i bombardamenti aerei



- Considerazioni generali
- Qualche considerazione sulla progettazione
- **Interventi sulle opere d'arte**
- Interventi sulle gallerie
- Interventi sulle pendici latitanti

Il viadotto PARDAZZO in provincia di ENNA



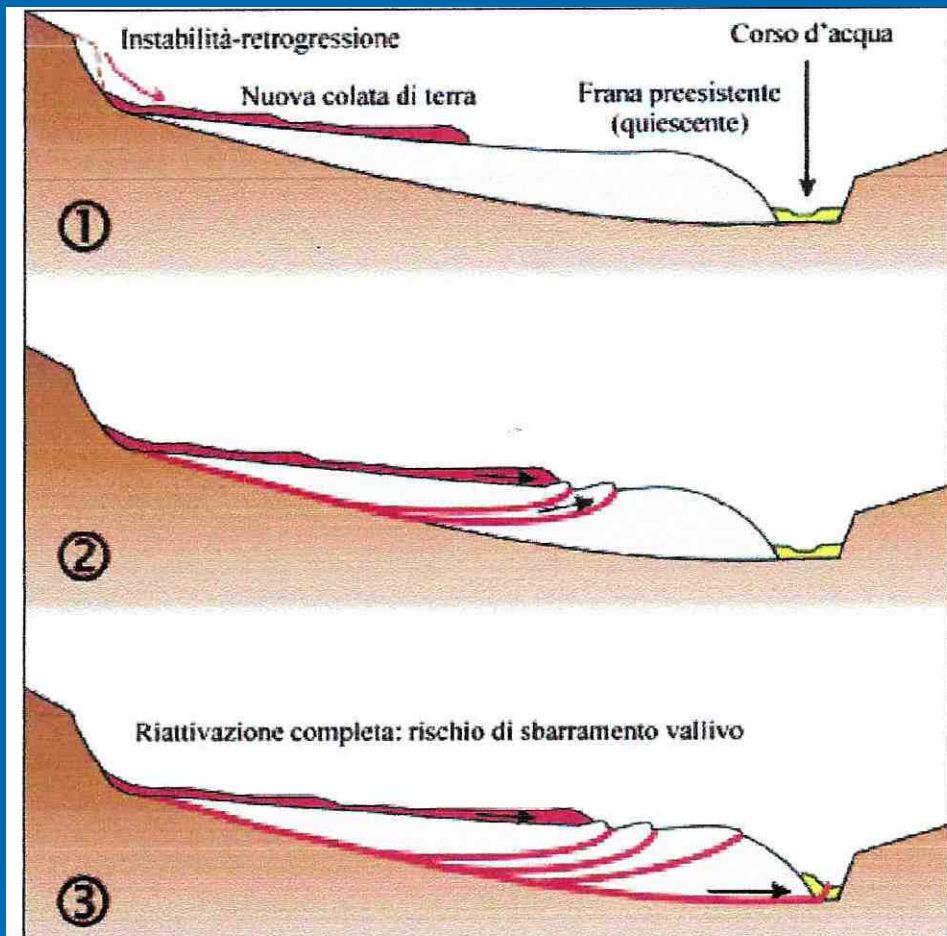


Figura 7 – La riattivazione spesso avviene attraverso modalità ricorrenti:

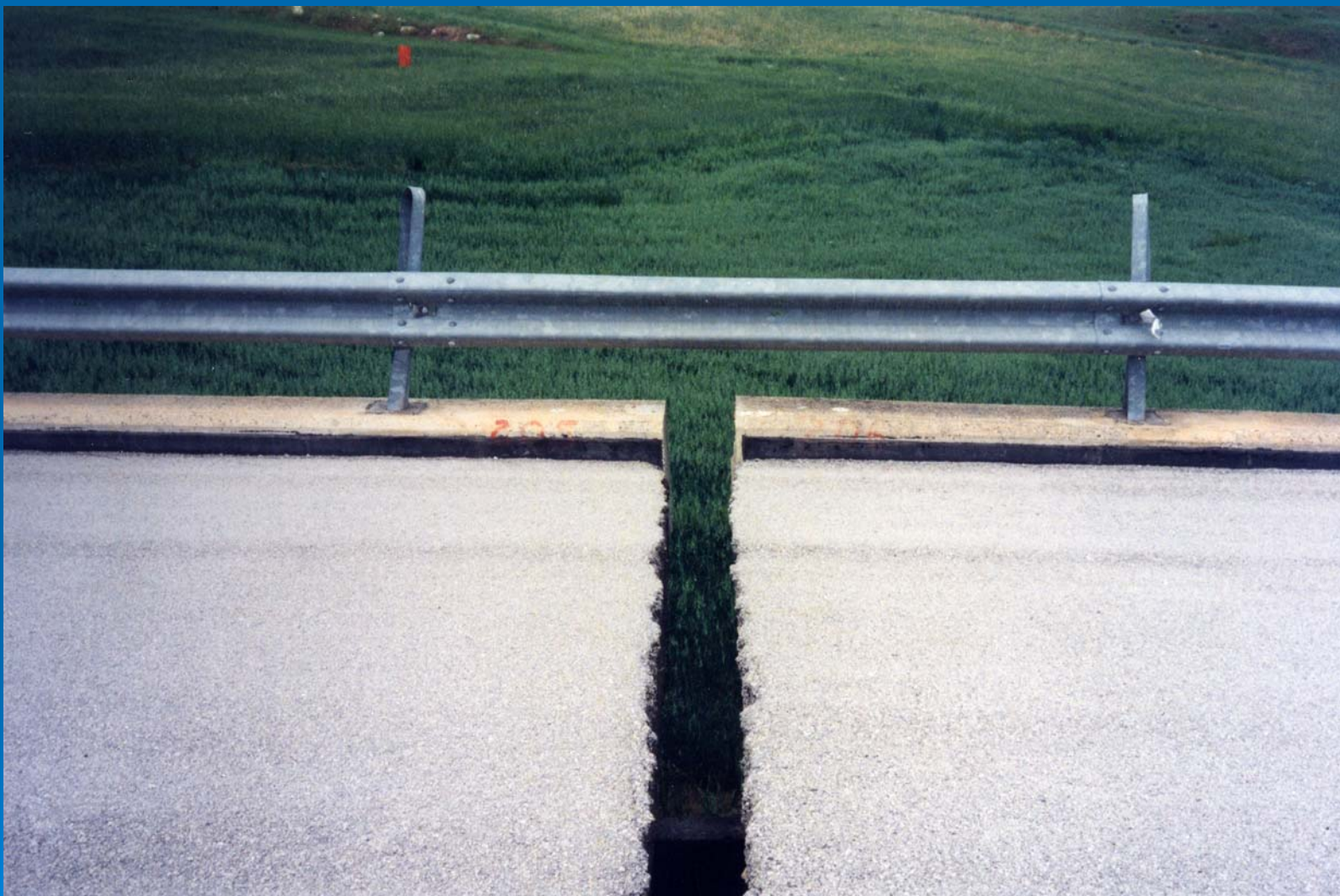
- 1 - sovraccarico e aumento pressioni interstiziali
- 2 - prime deformazioni nella parte di monte
- 3 - propagazione delle superfici di rottura verso valle; talvolta dislocazione del piede.

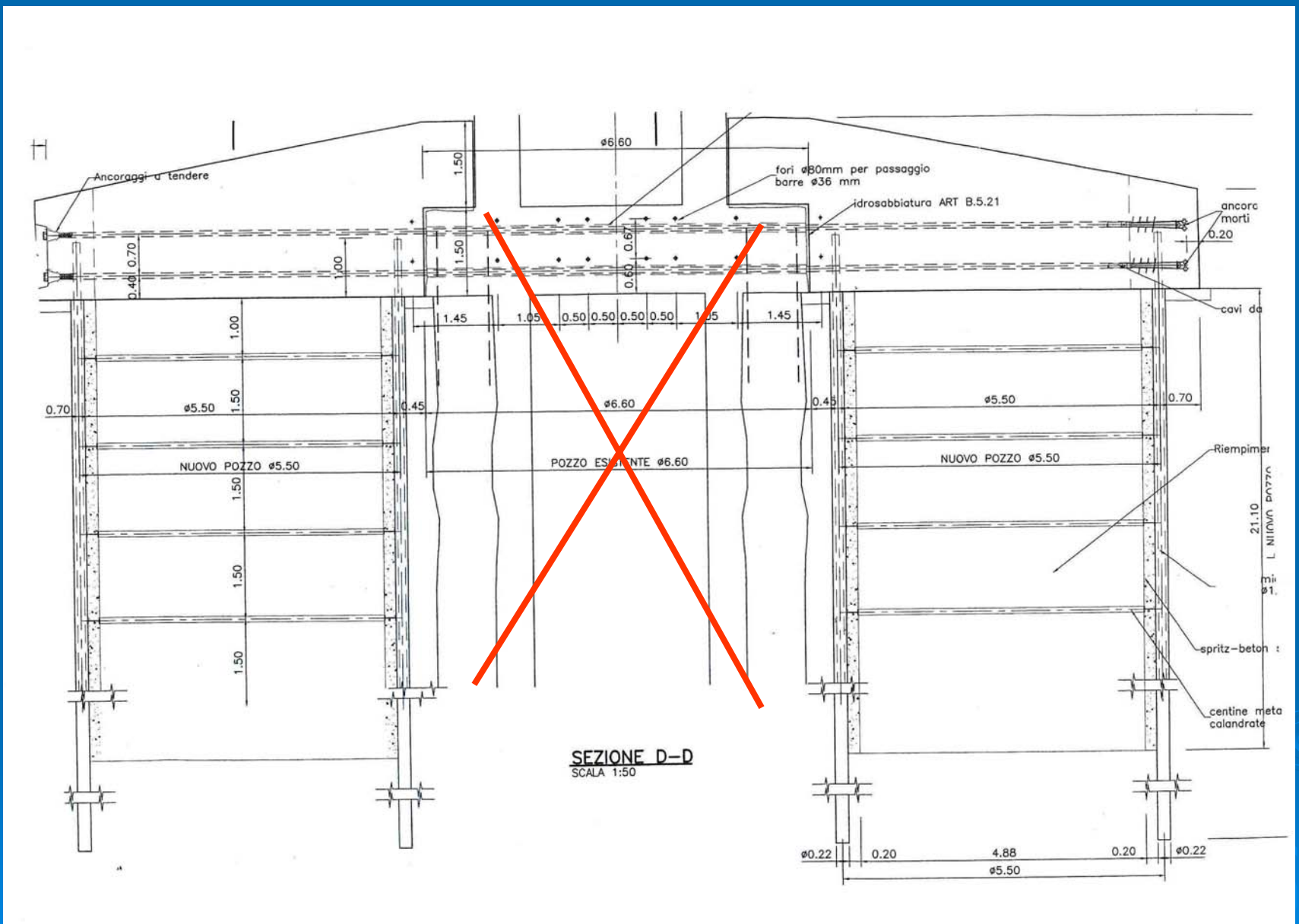
La riattivazione di antiche frane per colata

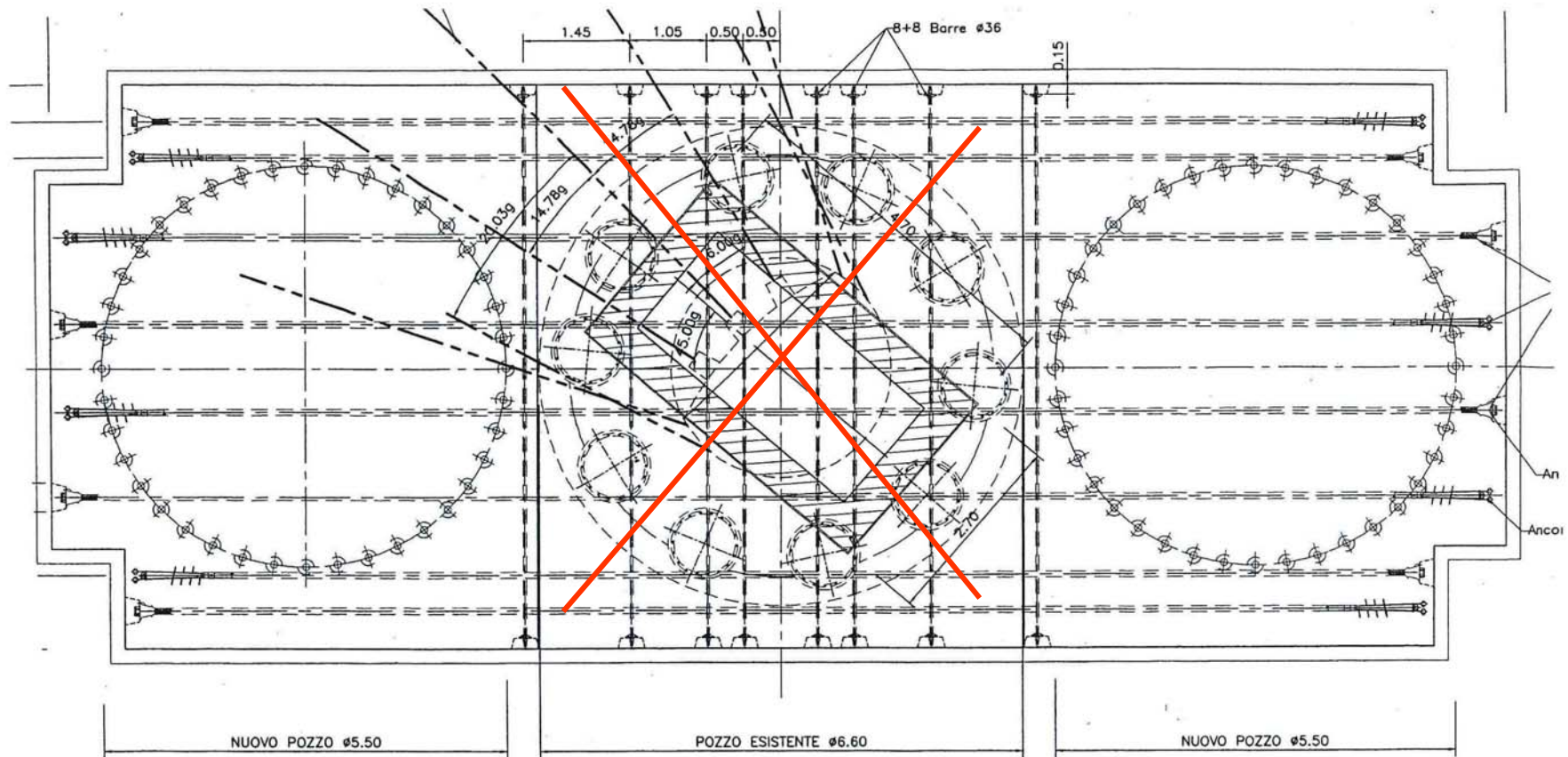
La pendenza delle pendici supera raramente 20-25°

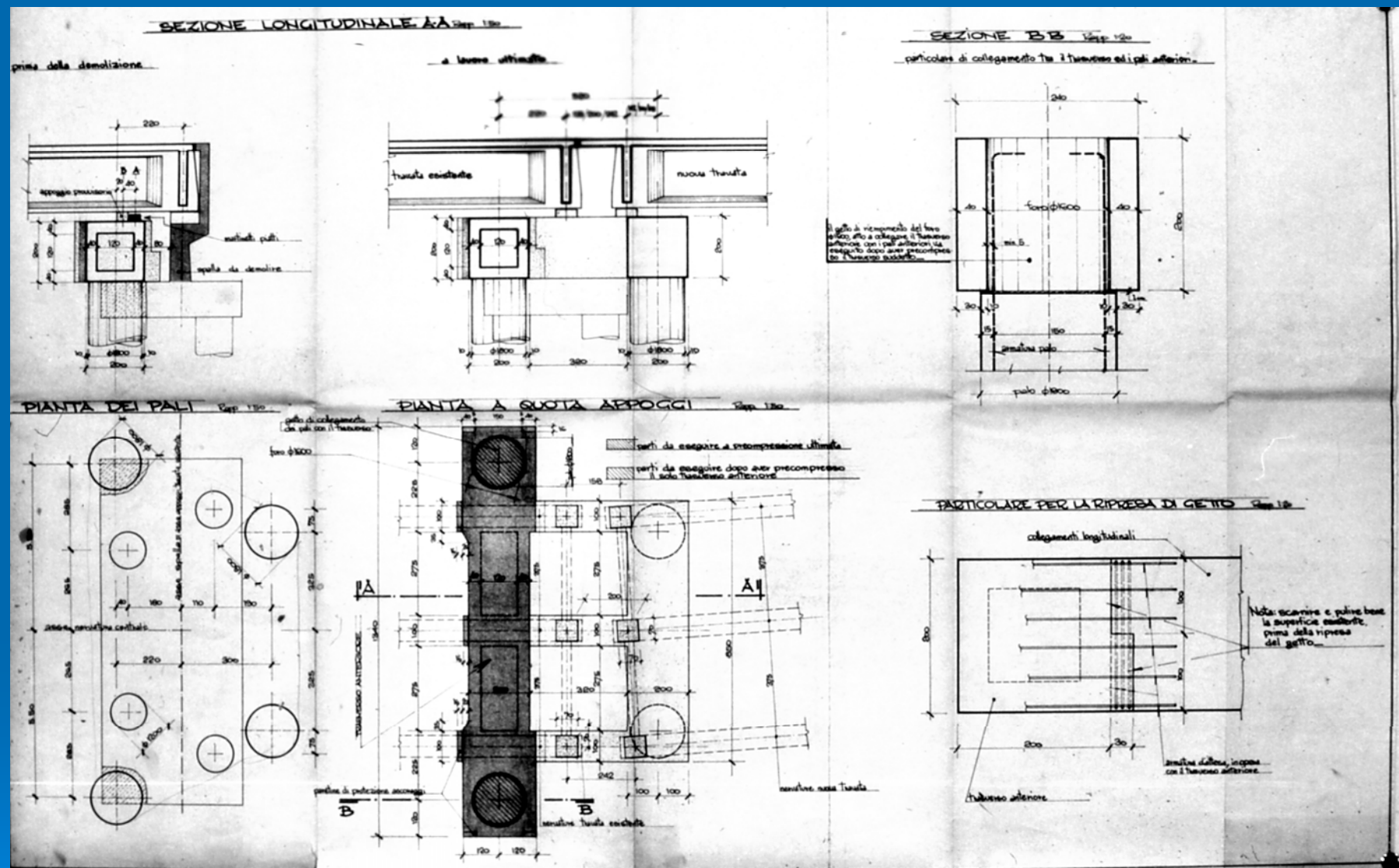












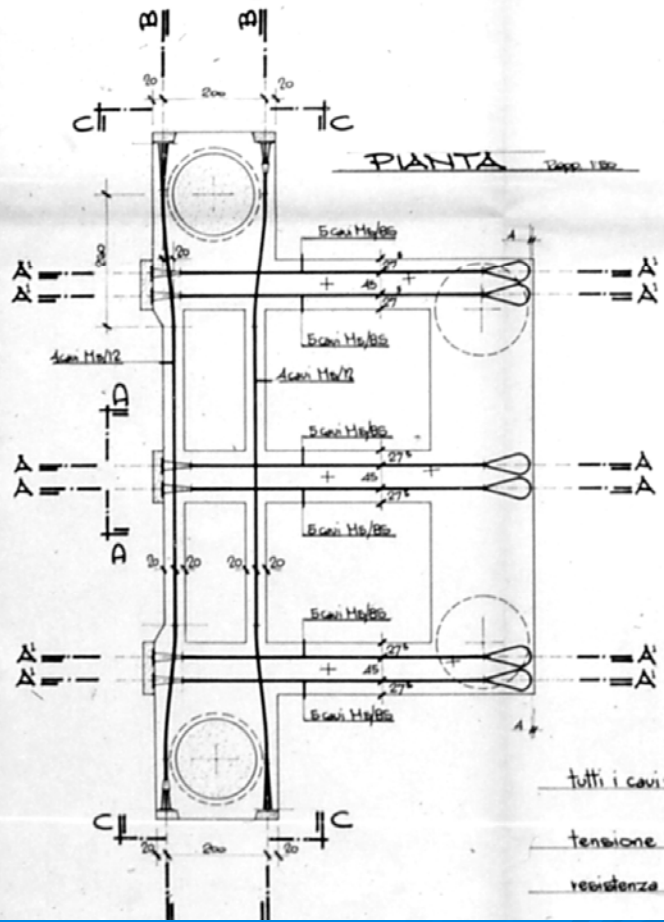
SEZIONE AA e A'-A' Fig. 150



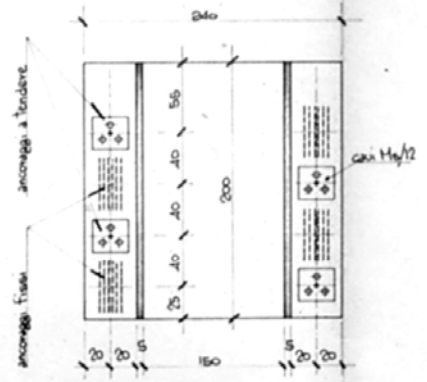
SEZIONE B-B Fig. 150



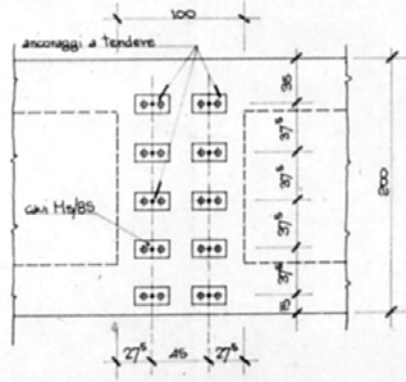
PIANTA Fig. 150



VISTA C-C Fig. 150



VISTA D-D Fig. 150



tutti i cavi sono del tipo Morandi: Hs/12 dt. 8
 Hs/BS dt. 30
 tensione di tessitura 13000 kg/cm²
 resistenza minima del calcestruzzo all'atto della tessitura R_{bt} = 300 kg/cm²

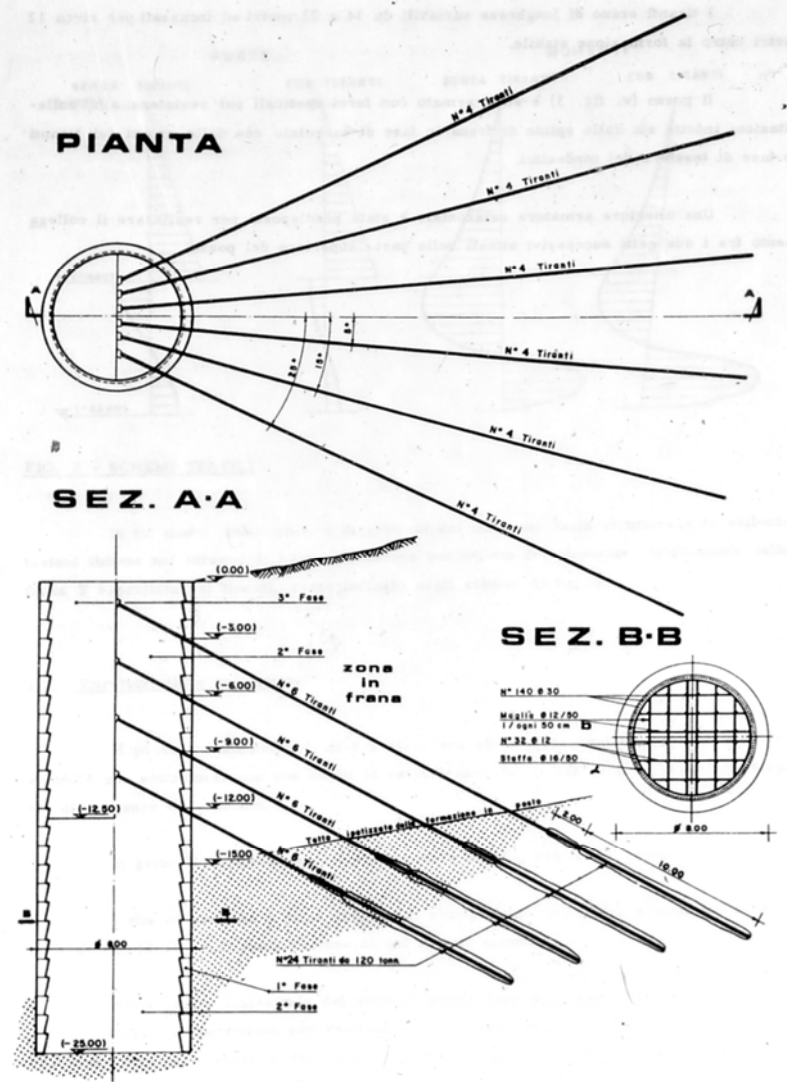
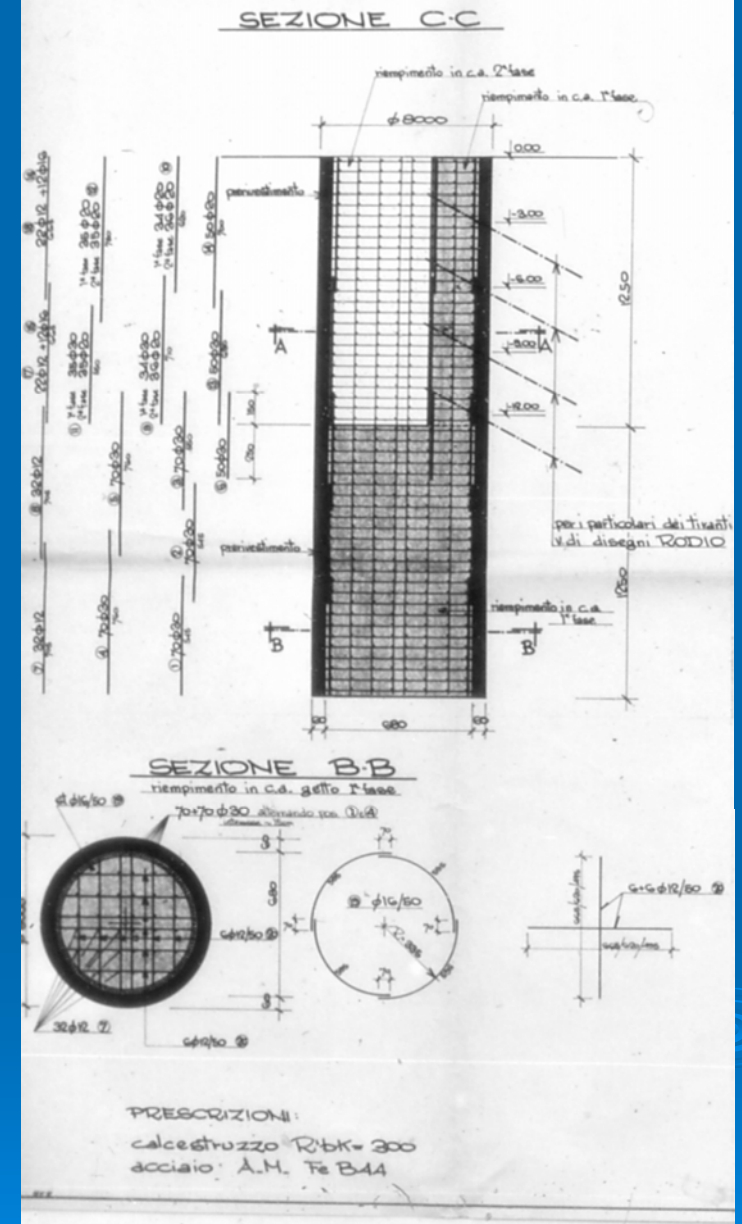


FIG. 3 - DISEGNO ESECUTIVO DELLA FONDAZIONE A POZZO

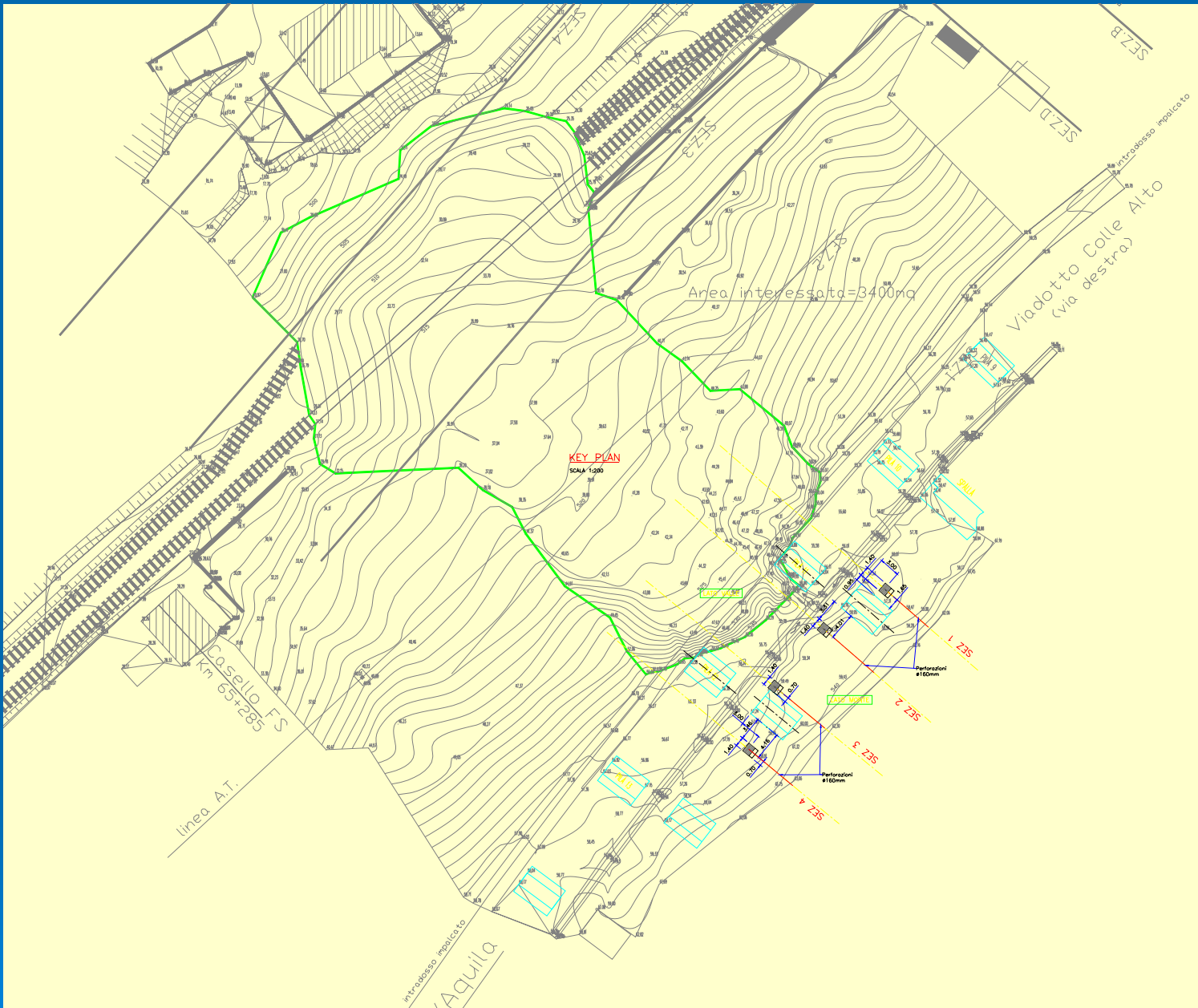


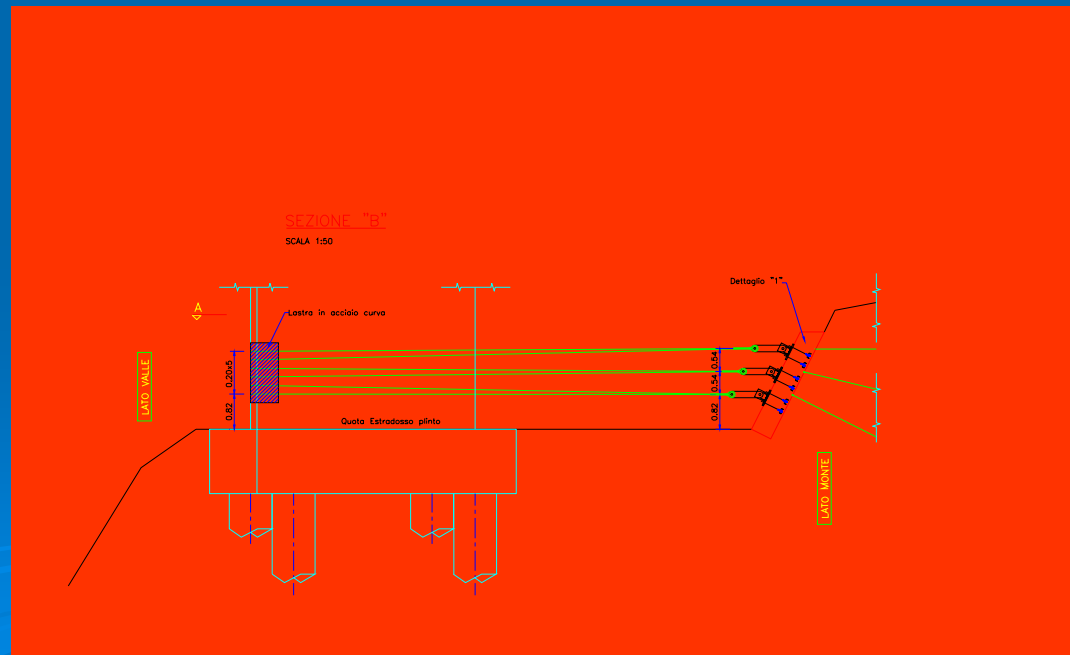
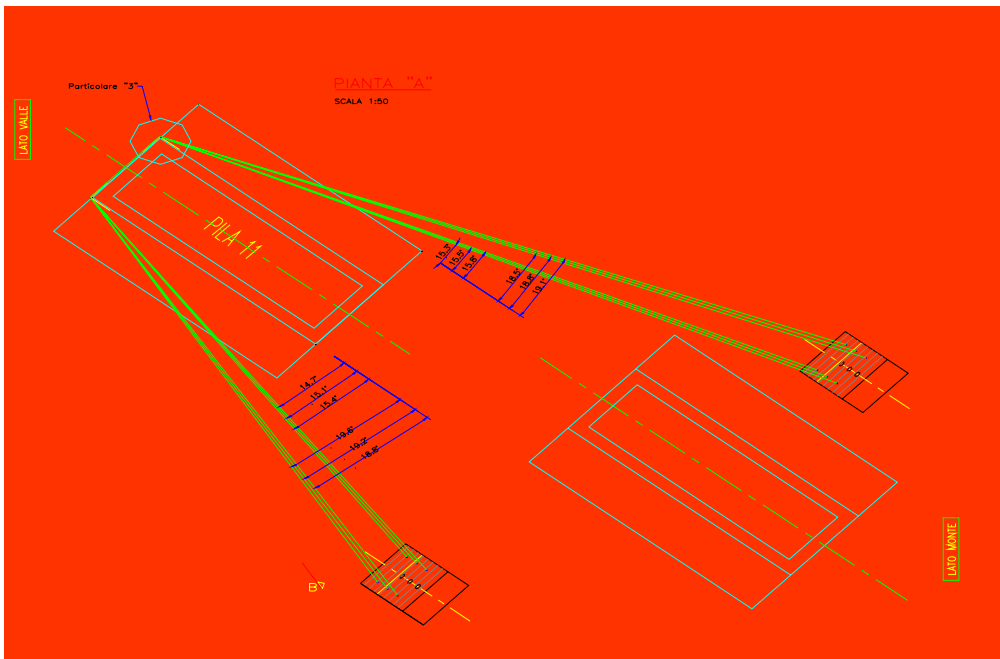
PRESCRIZIONI:
 calcestruzzo R_{ik} = 300
 acciaio: A.M. Fe B44



Il viadotto COLLE BASSO della A24 presso Arsoli



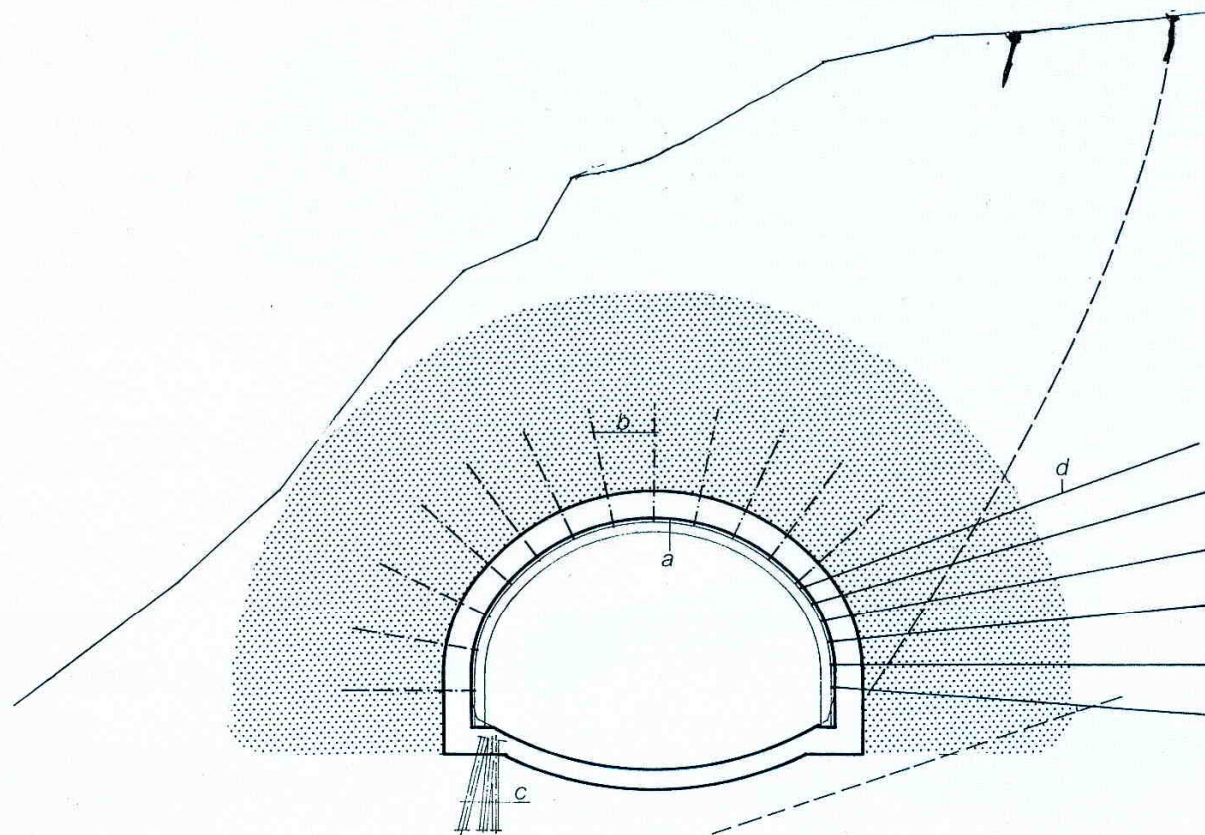




- Considerazioni generali
- Qualche considerazione sulla progettazione
- Interventi sulle opere d'arte
- **Interventi sulle gallerie**
- Interventi sulle pendici latitanti



4.13 Galleria Torbido, lato Jonio - Opere di sostegno realizzate con micropali, profilati e tiranti



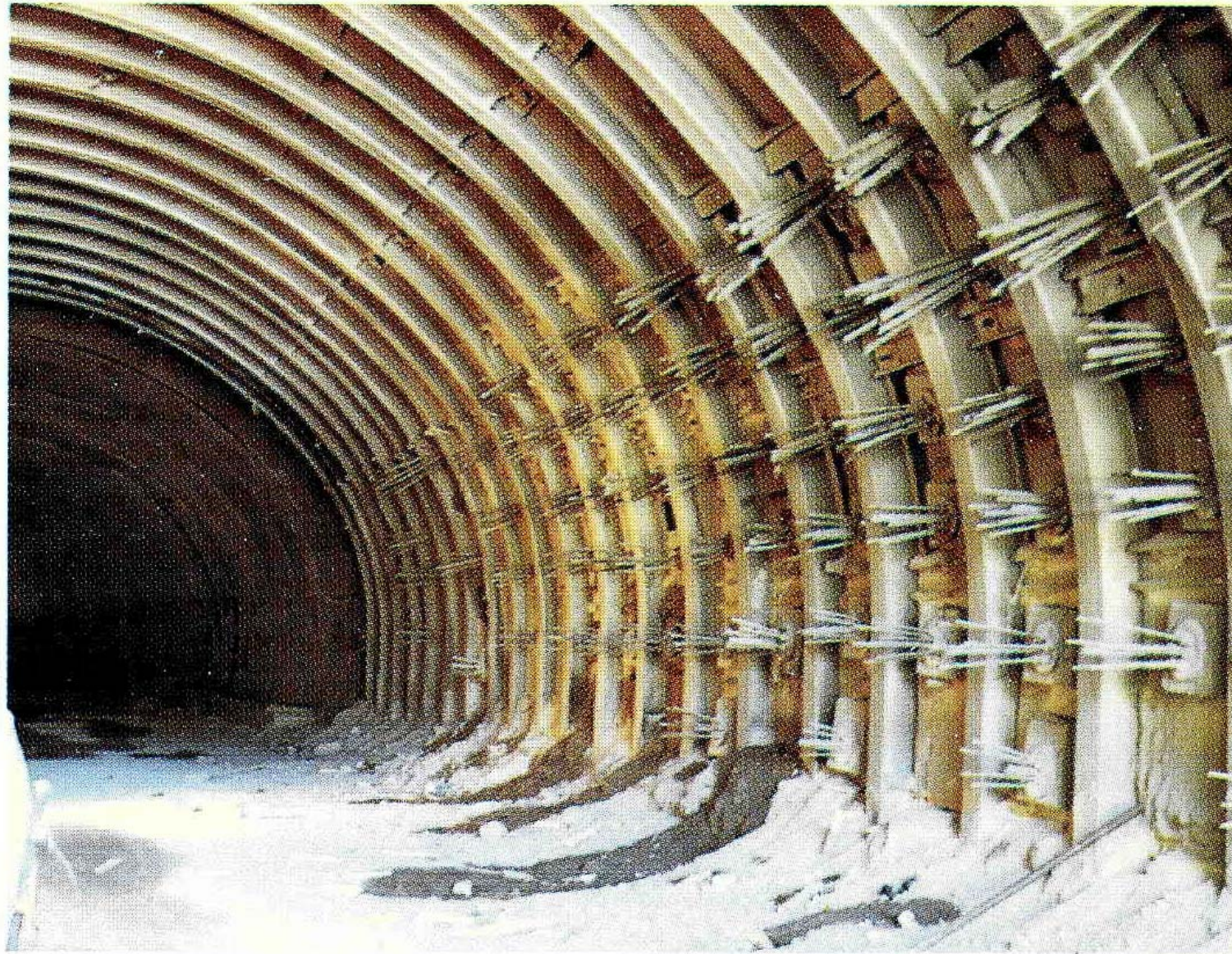
a – centine di rinforzo

*b – bulloni e iniezioni di
consolidamento della roccia*

c – micropali piedritto di valle

d – tiranti

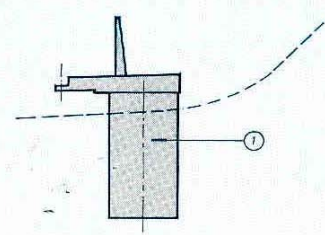
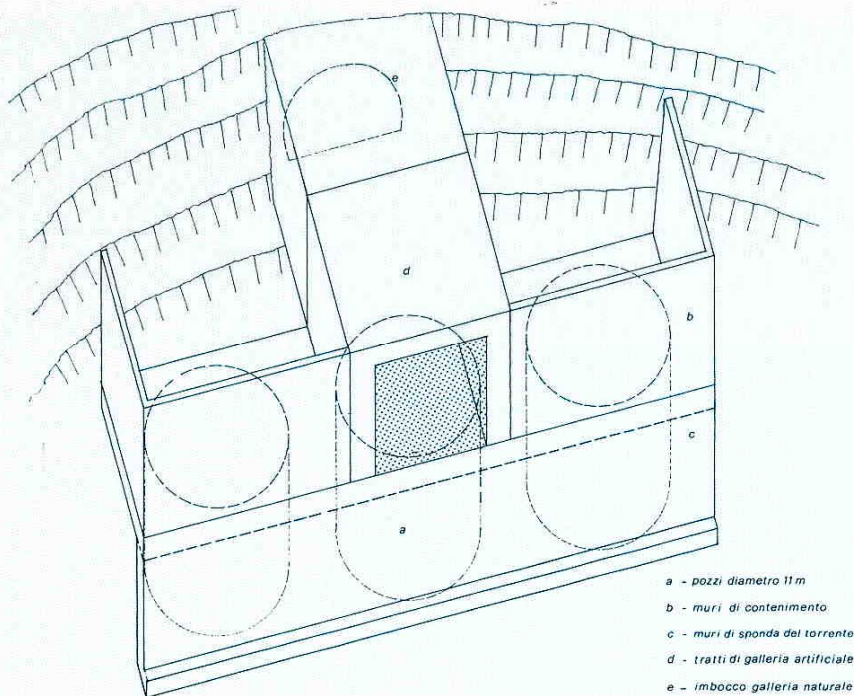
4.11 Galleria Torbido, imbocco lato Limina - Schema dell'intervento



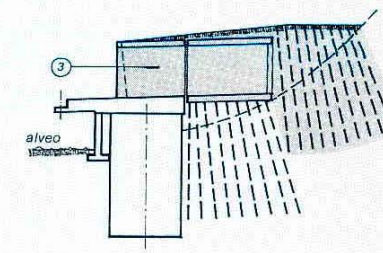
4.10 Galleria Torbido, imbocco lato Limina - I tiranti di rinforzo



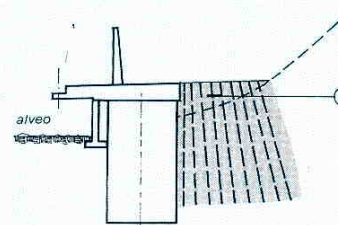
**Imbocco della
galleria della Limina
lato Tirreno**



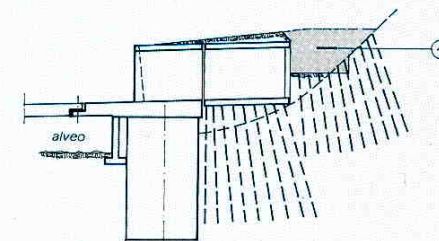
① Costruzione dei pozzi e del solettone con i muri



③ Costruzione dei portali di imbocco e loro rinterro. Consolidamento della ripa



② Rinterro e consolidamento del terreno a tergo dei pozzi. Sistemazione alveo



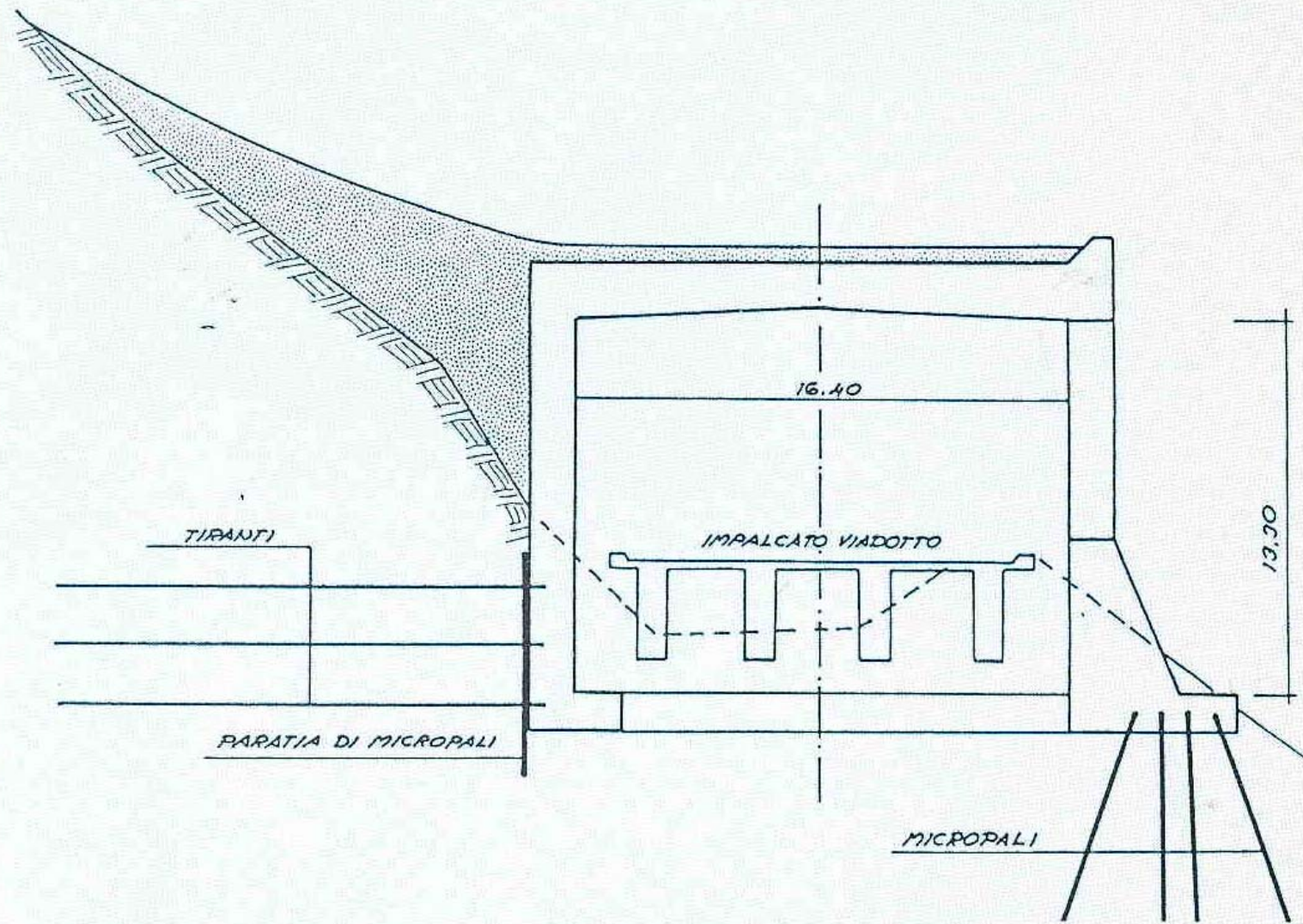
④ Scavo a sezione obbligata per l'imbocco della galleria naturale



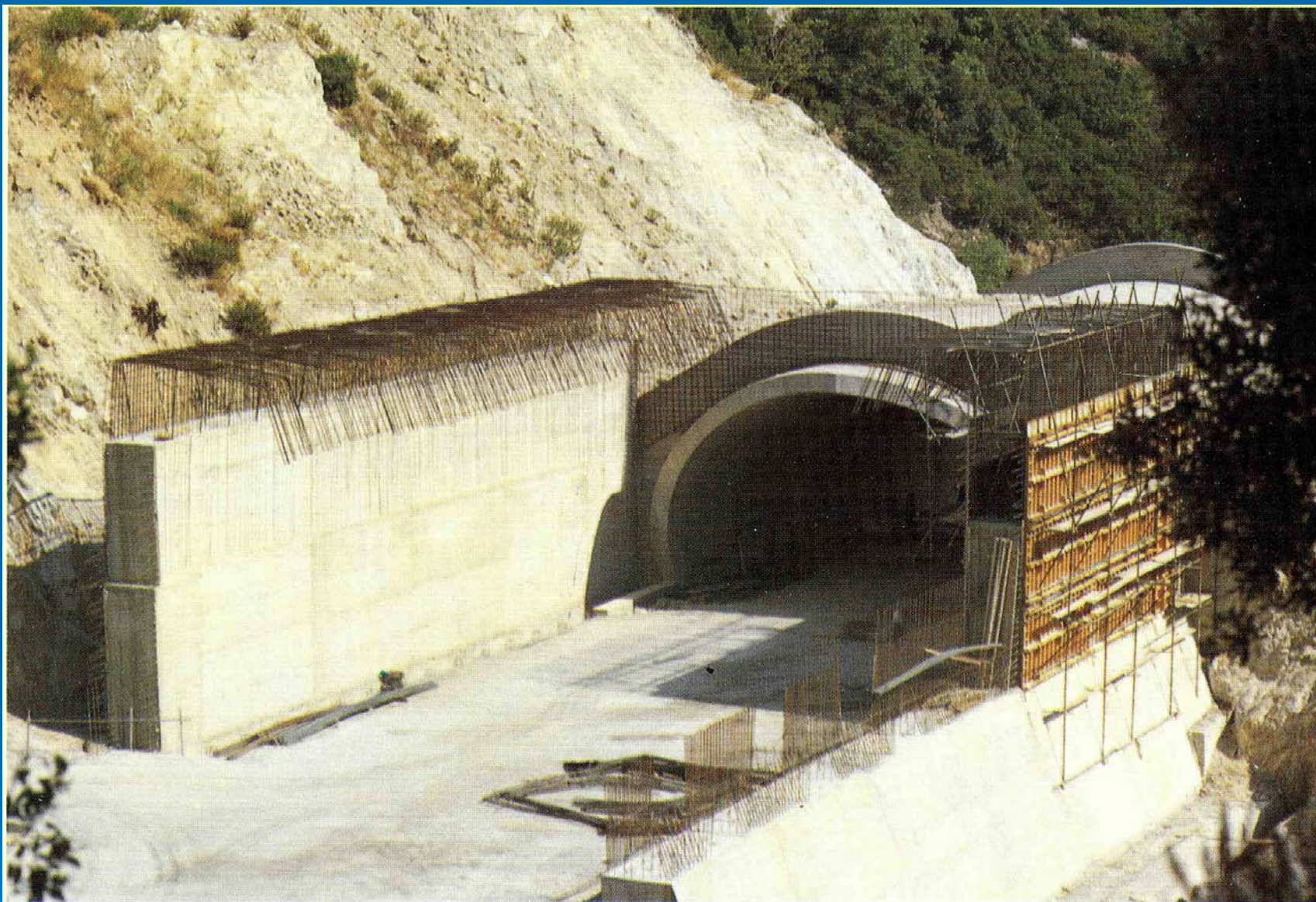
4.4 Consolidamento in fase di realizzazione



4.5 Consolidamento finito



4.8 Schema dell'intervento al piede della Galleria S. Nicodemo



4.9 Fase costruttiva dell'opera di consolidamento e sostegno all'imbocco della Galleria S. Nicodemo

- Considerazioni generali
- Qualche considerazione sulla progettazione
- Interventi sulle opere d'arte
- Interventi sulle gallerie
- **Interventi sulle pendici latitanti**

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FRANA “Covatta” – Ripalimosani (CB)

Lunghezza: 1400
m

Larghezza:

- Alimentazione 300
m

- Canale 100 m

- Accumulo 400
m

Inclinazione media:
11°



Profilo in asse

Spessore:

- canale

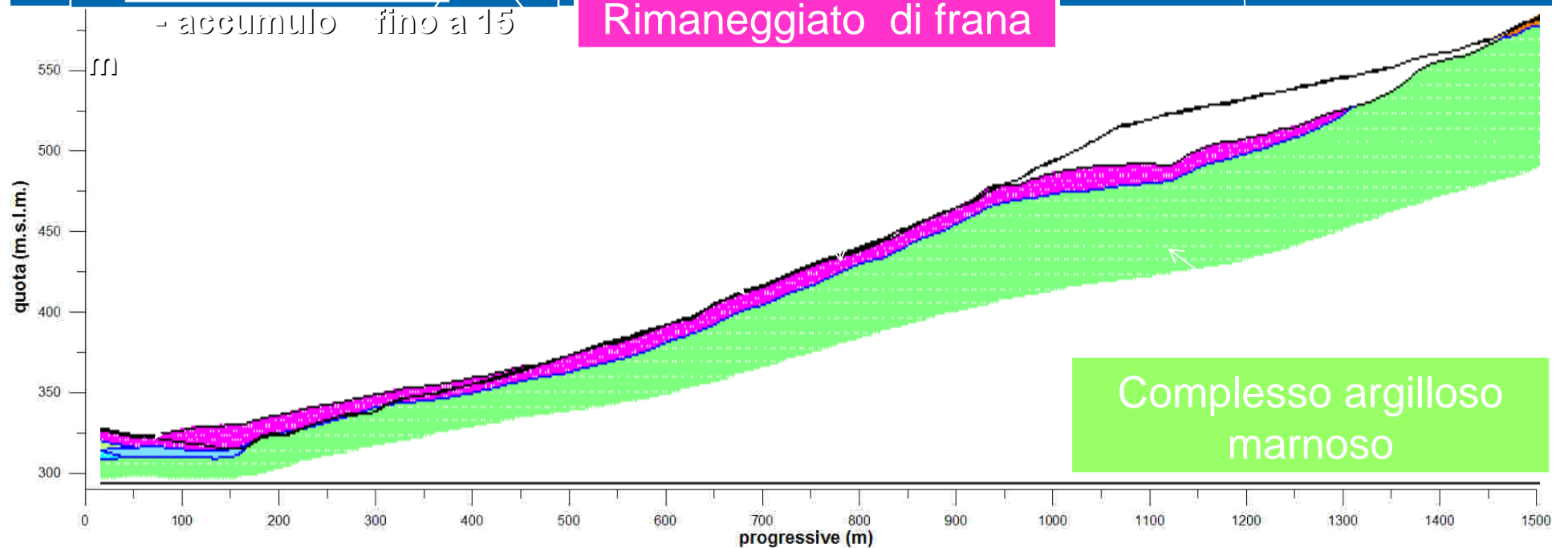
5

m

- accumulo fino a 15

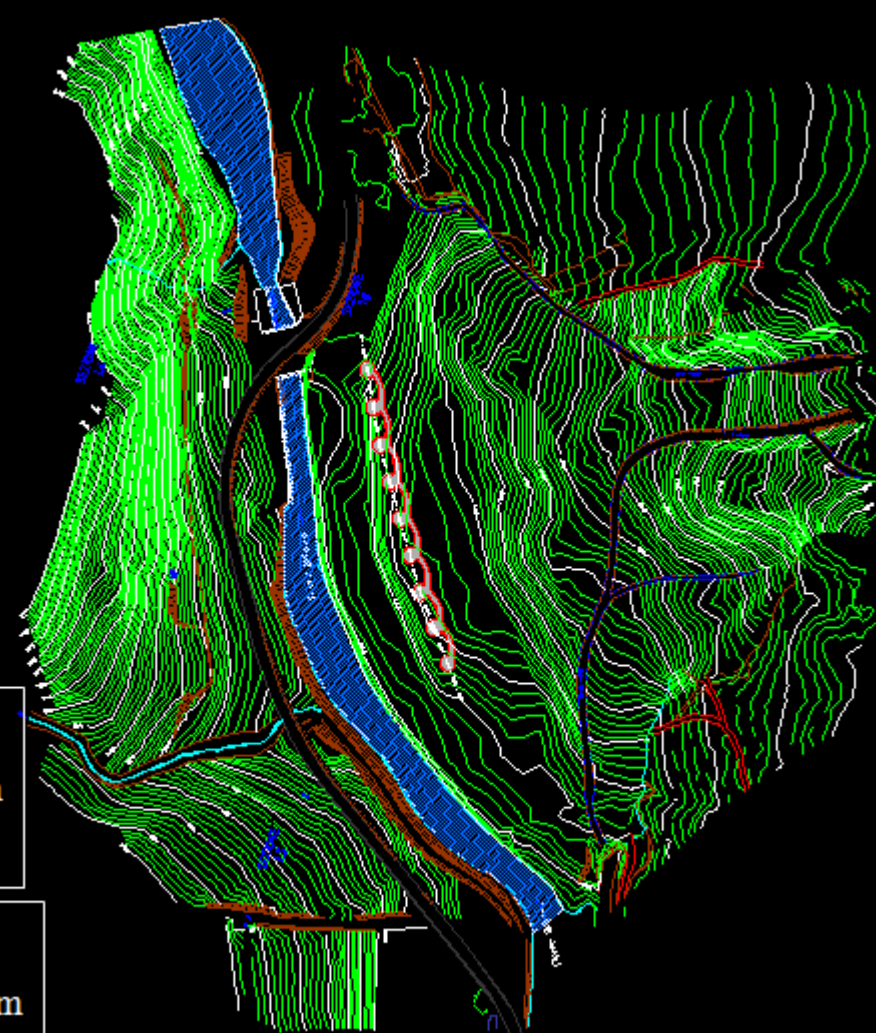
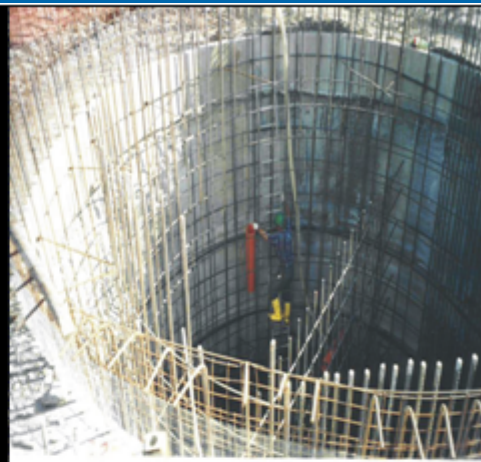
Profilo pre-frana

Rimaneggiato di frana



INTERVENTI PRIMO LOTTO: sistemazione al piede

(Gruppo di progettazione coordinato dall' Ing. V. Napoli)

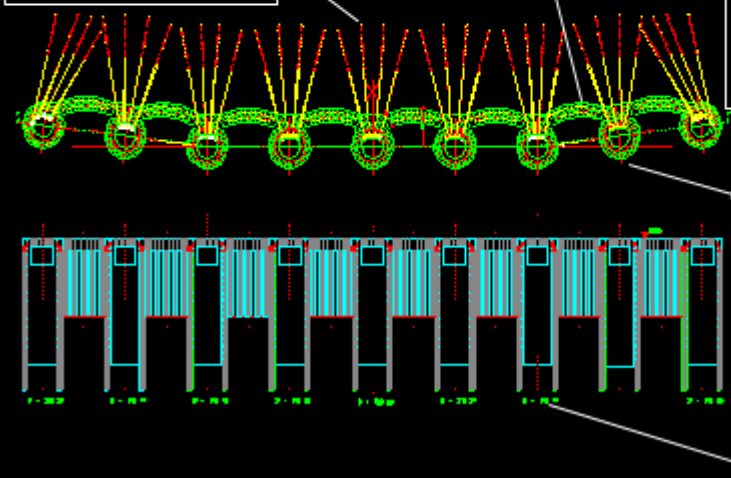


Tiranti
Lunghezza: 25 m

Paratie di pali di
Diametro: 1.5 m
Prof: 18 m

Corona di pali
Diametro: 1.2 m
Prof: 35 m

Pozzi
Diametro: 7.5 m
Prof: 34 m



SECONDO LOTTO : finalità

- Controllo dell'area di alimentazione di monte
- Predisposizione di uno sbarramento tra zona di alimentazione e canale di frana
- Regimazione acque superficiali e di infiltrazione

INTERVENTI PREVISTI

- Completa riprofilatura della zona di monte (banche in terre rinforzate e/o trattamento a calce)
- sbarramento con pozzi e paratie di pali a valle dell'area di alimentazione
- Esecuzione drenaggi profondi e sistema di frenaggio superficiale diffuso
- Opera di scarico idraulico a valle dell'area

INTERVENTI SECONDO LOTTO



Completa
riprofilatura dell'area



Opera di scarico
idraulico interrata
(tubazione \varnothing 800)

Opera di sbarramento
con pozzi e paratie di pali

CONCLUSIONI

- Essere coscienti delle situazioni da affrontare
- Scegliere le soluzioni meno rischiose, anche se inizialmente più costose
- Monitoraggio permanente per interventi tempestivi
- Massima attenzione all'idrologia : un drenaggio efficace è migliore di qualsiasi struttura di contenimento

Grazie per l'attenzione