



**SERVIZI**  
a rete



# Acqua, progettare il futuro

Dalla legge Galli ai cambiamenti climatici

Stazione Leopolda - Firenze / 25 - 26 Giugno 2026

## «Il relining della galleria di scarico della diga di Zoccolo»

**Roberto Bertero**  
Chief Operating Officer



**HYDRODATA**

Ingegneria delle risorse idriche

**Riccardo Bertolina**  
Area Manager Nord-Est

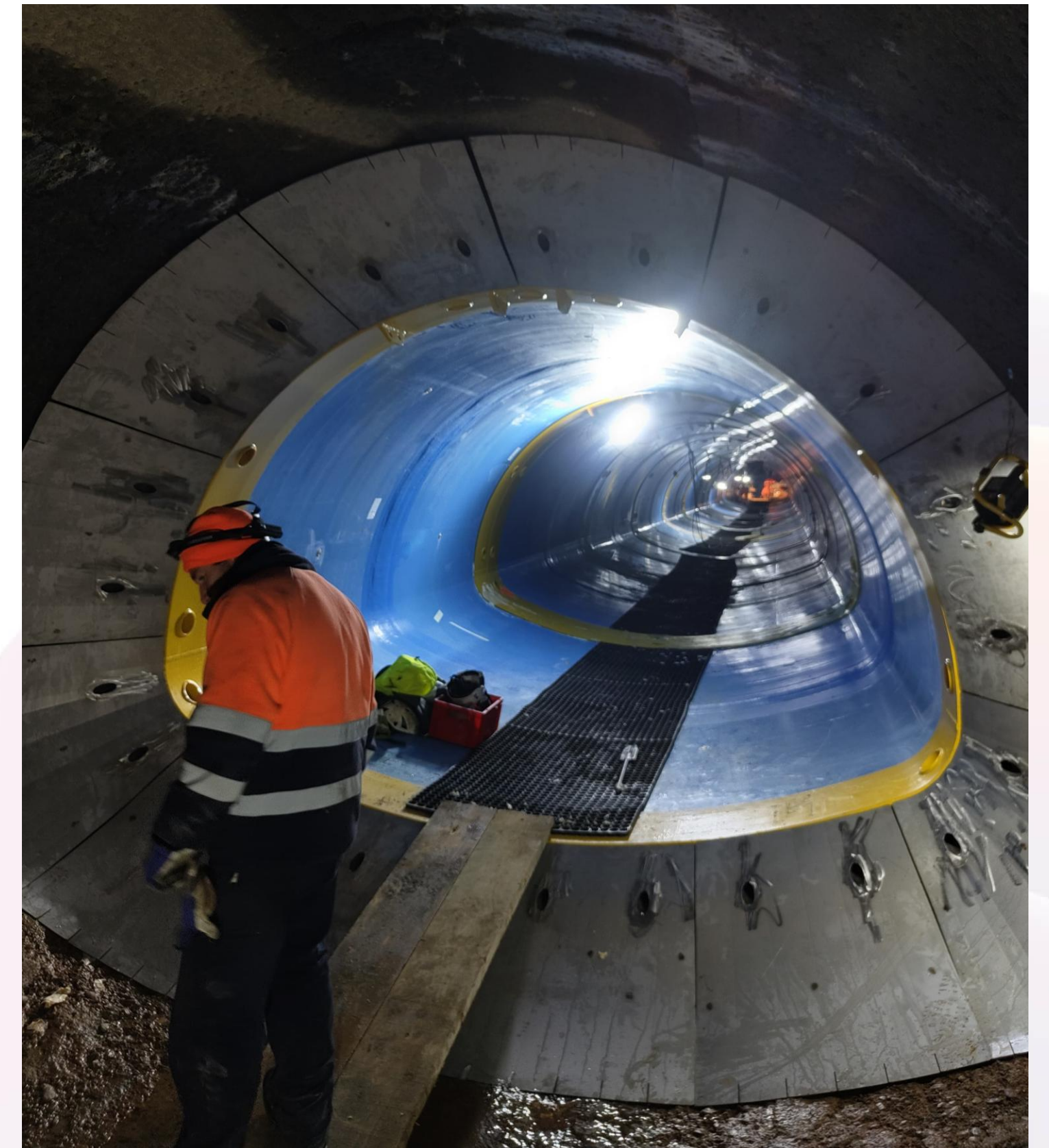
**Amiblu**



# Il relining della galleria di scarico della diga di Zoccolo



- Ubicazione e motivazione dell'intervento
- Il progetto:
  - Progetto di relining in subacqueo
  - Tecniche di riabilitazione utilizzabili con il PRFV
- Il cantiere:
  - Variazione delle condizioni iniziali: svasso e inizio lavori
  - Opere provvisionali
  - Assemblaggio delle virole
  - Posizionamento della macchina di spinta
  - Posa delle virole all'interno della galleria
  - Riempimento dell'intercapedine tra virole e galleria
  - Fine lavori e riempimento del bacino

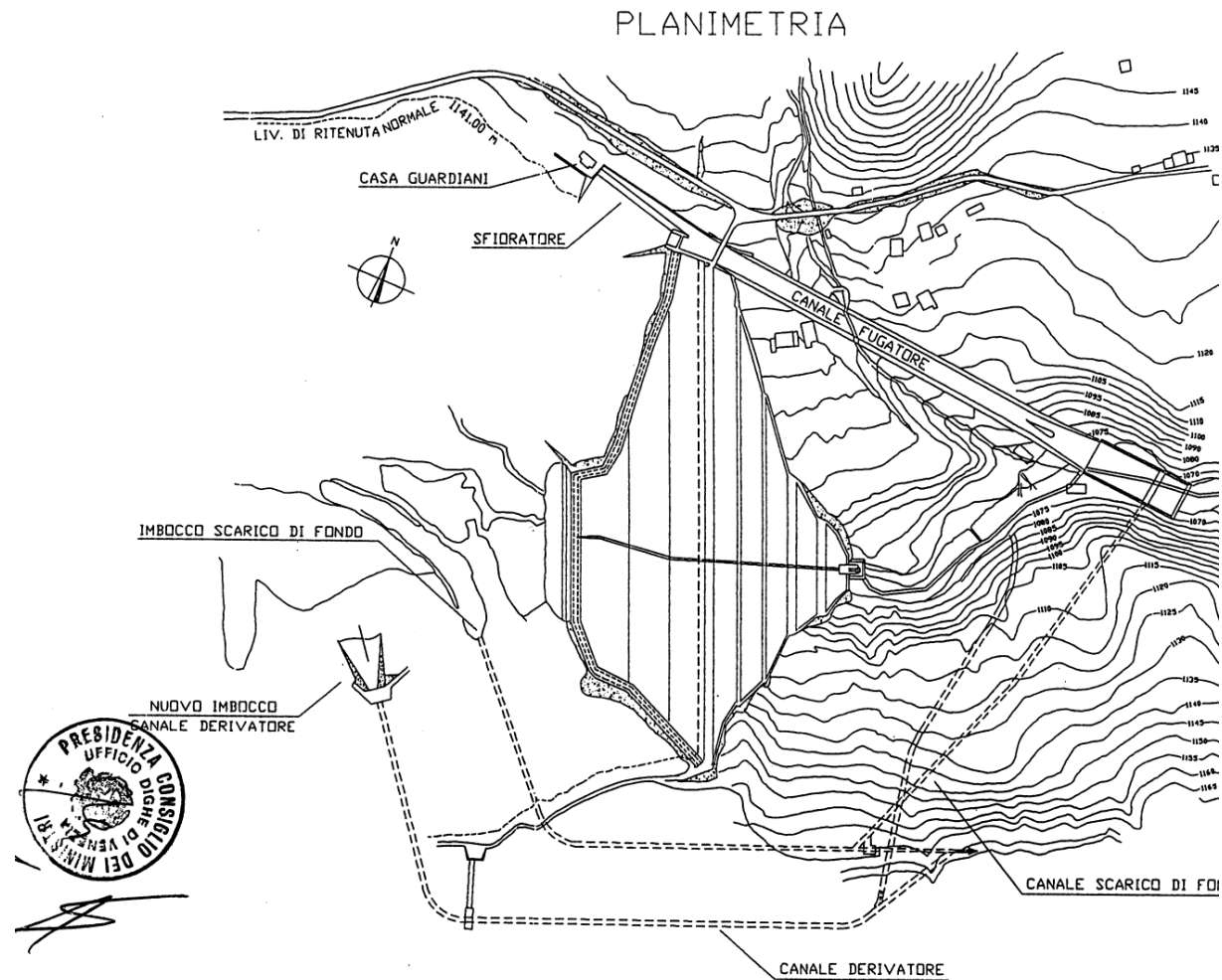
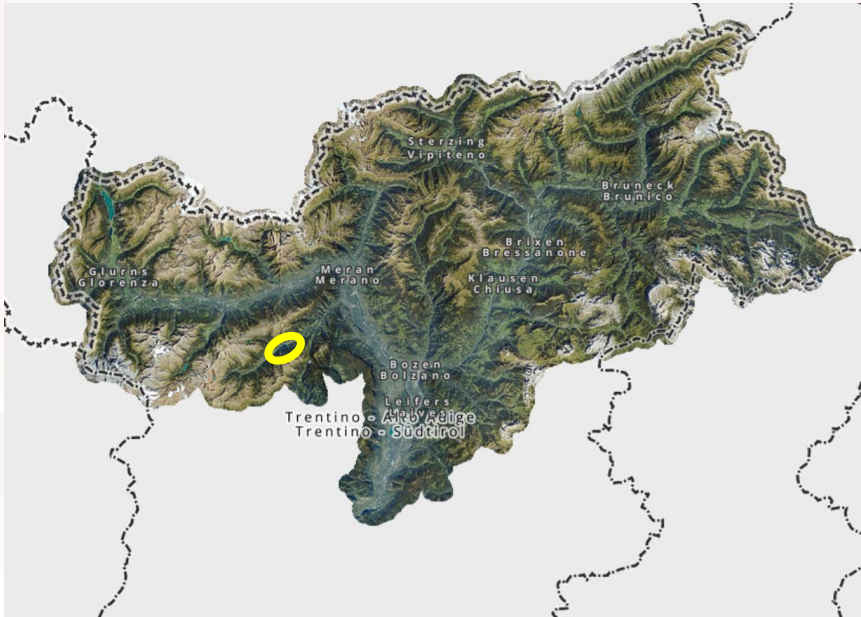




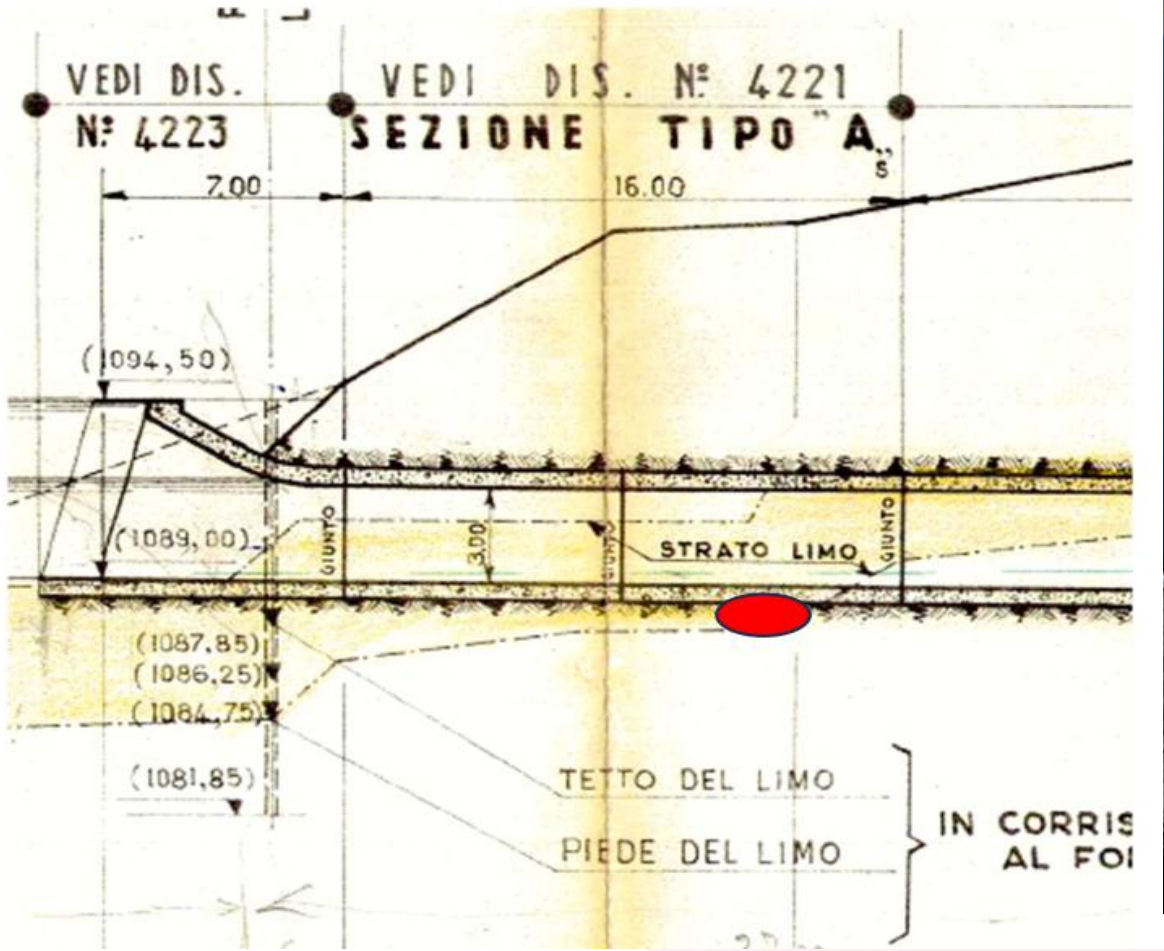
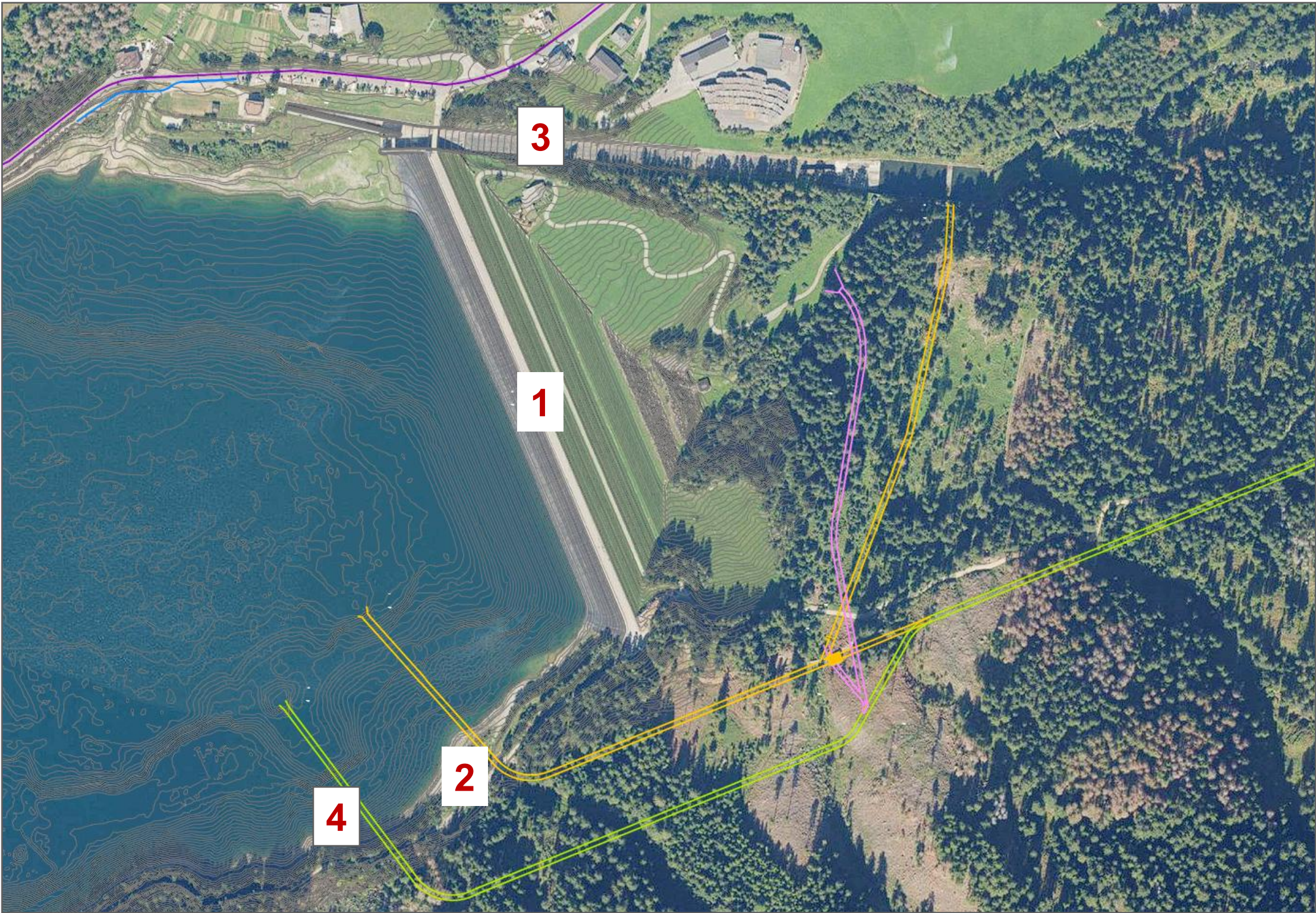
# Ubicazione e motivazione dell'intervento



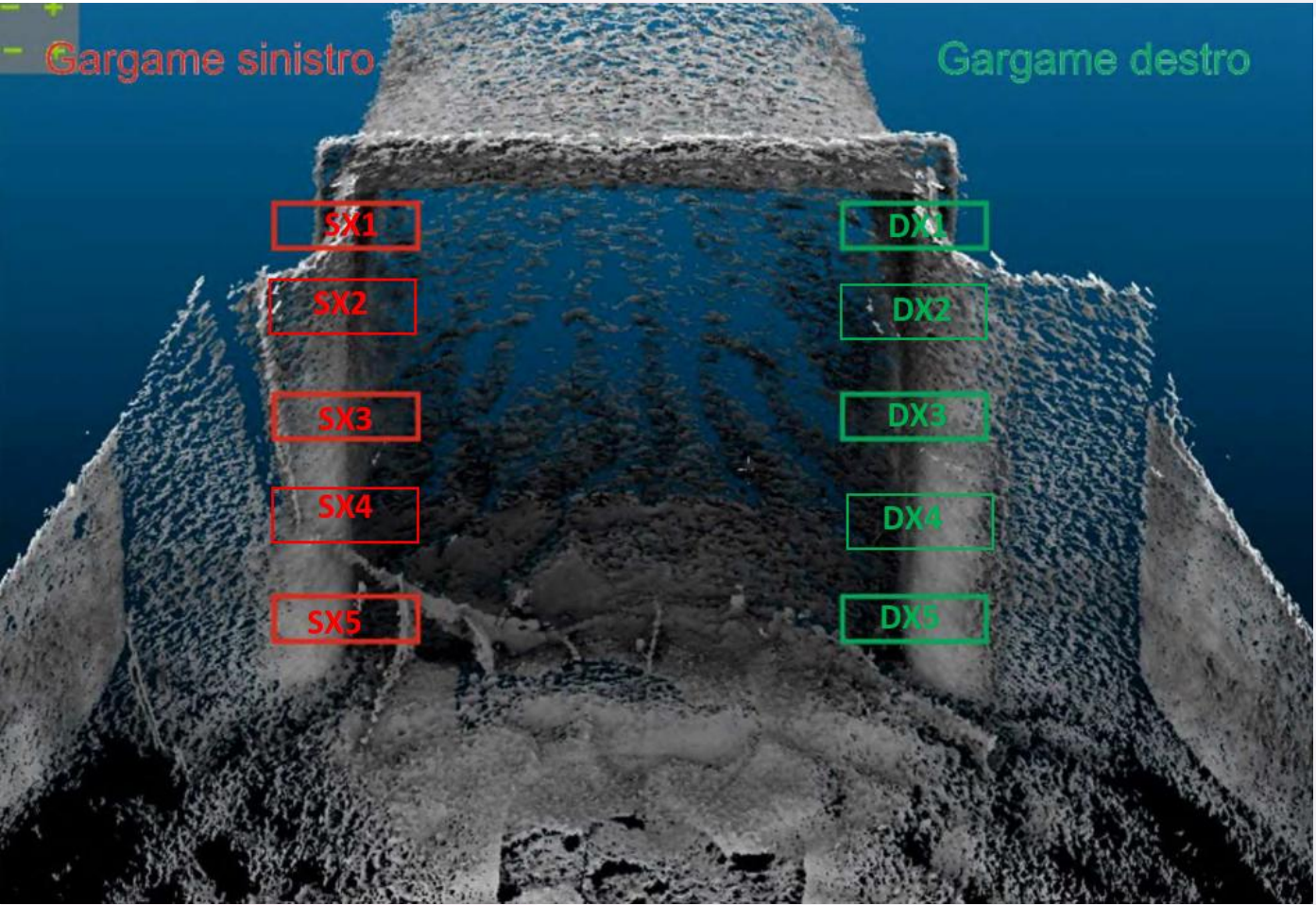
Val d'Ultimo



|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| Gestore                       | Alperia Greenpower         |
| Tipologia diga                | Diga in terra              |
| Altezza diga                  | 66,50 m                    |
| Capacità invaso               | ~33 milioni m <sup>3</sup> |
| Lunghezza galleria di scarico | 926 m                      |
| Tratto relining               | 70 m                       |



- 1 Coronamento della diga di Zoccolo
- 2 Galleria dello scarico di fondo
- 3 Scarico di superficie
- 4 Galleria di derivazione



Campagna indagini  
Restituzione rilievi sonar tridimensionali



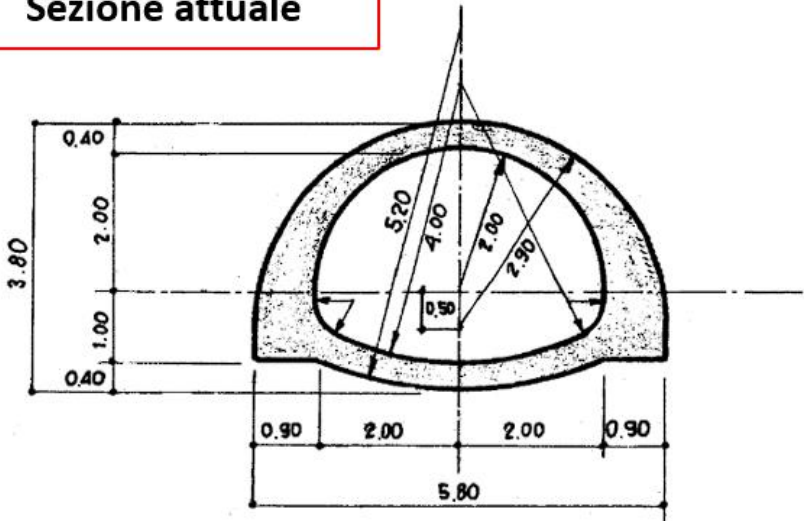
# Progetto di relining in subacqueo

## Proposta intervento in subacquea

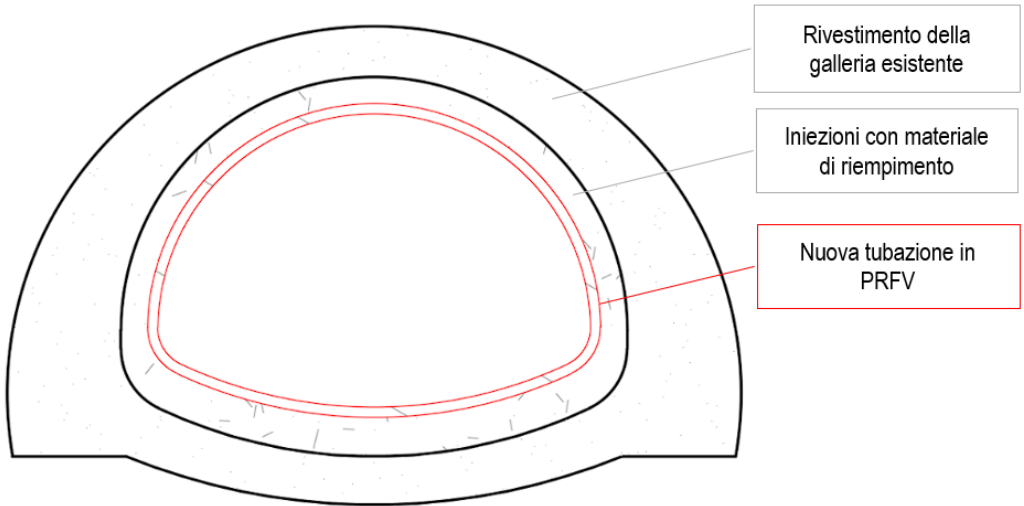
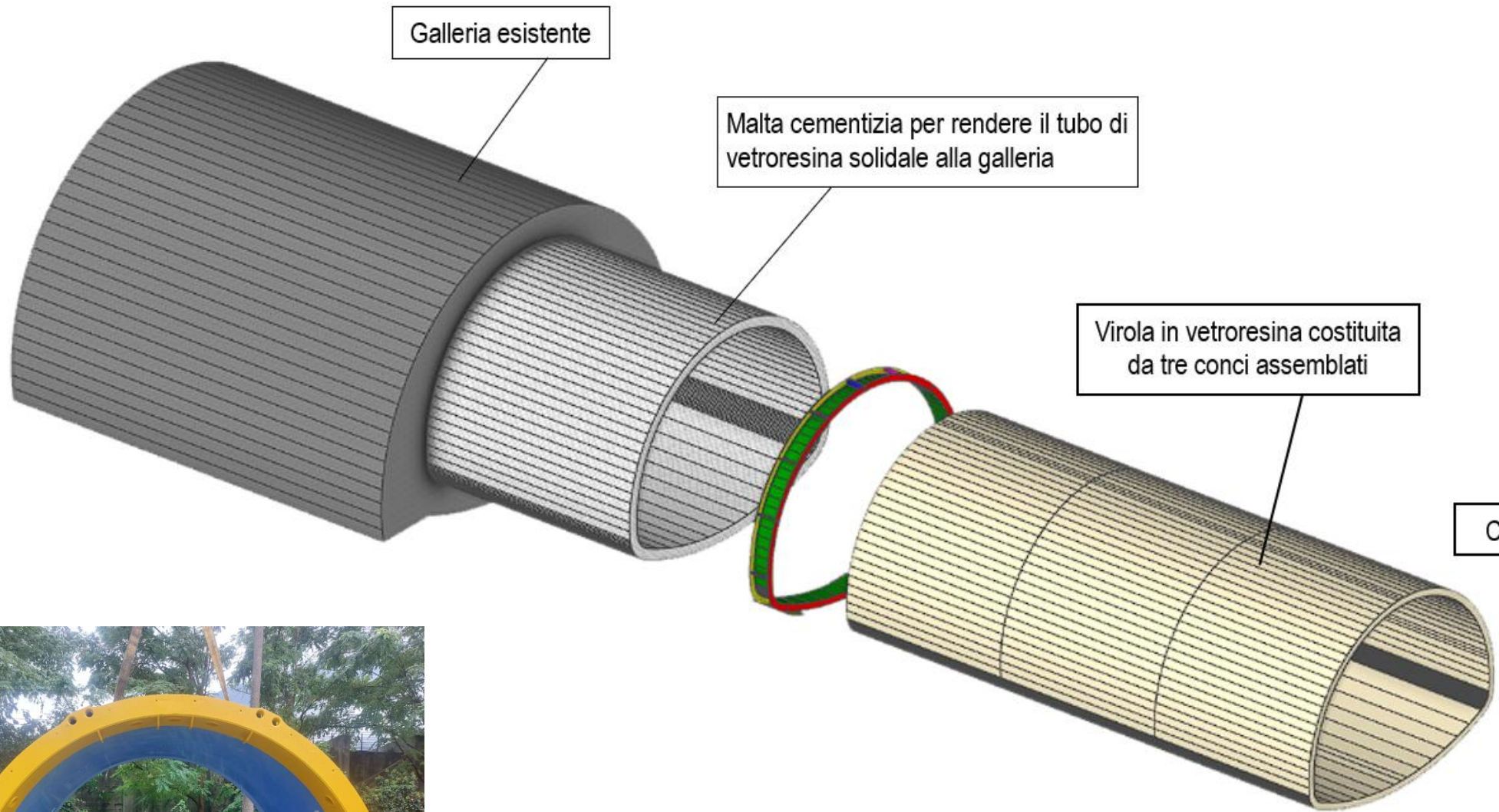
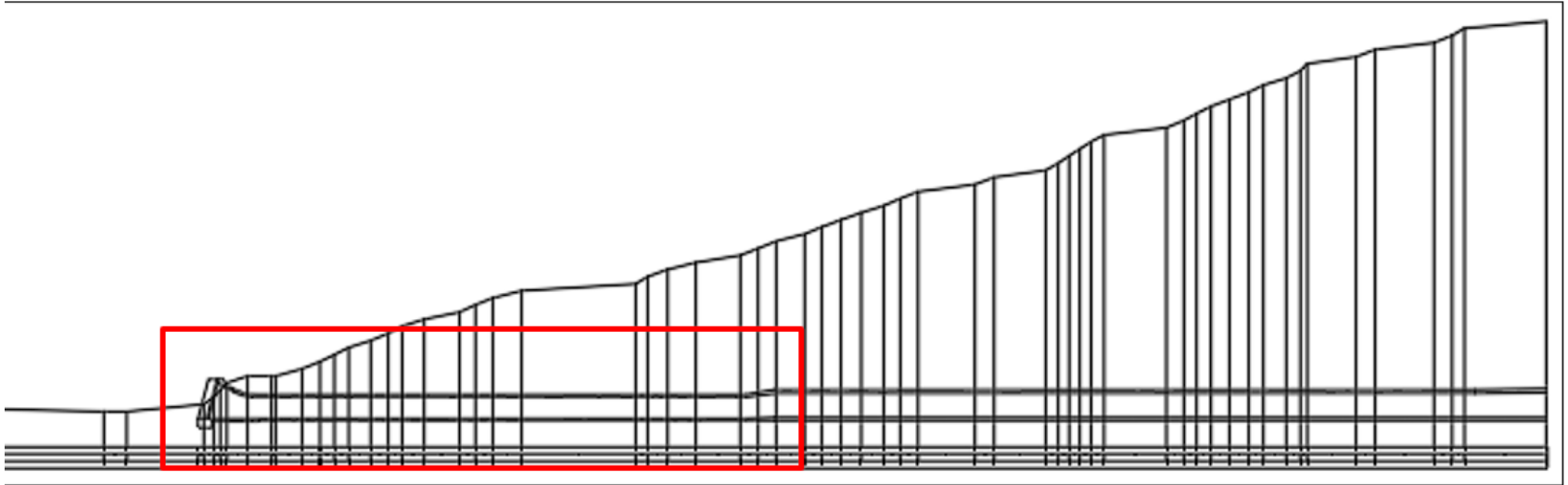
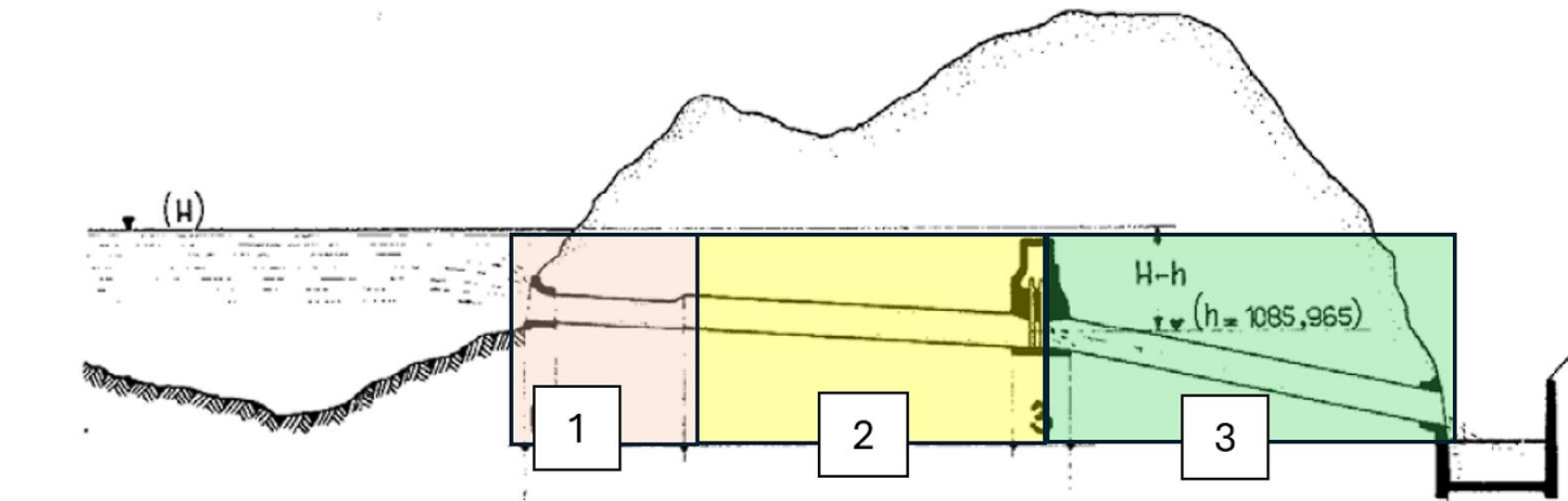
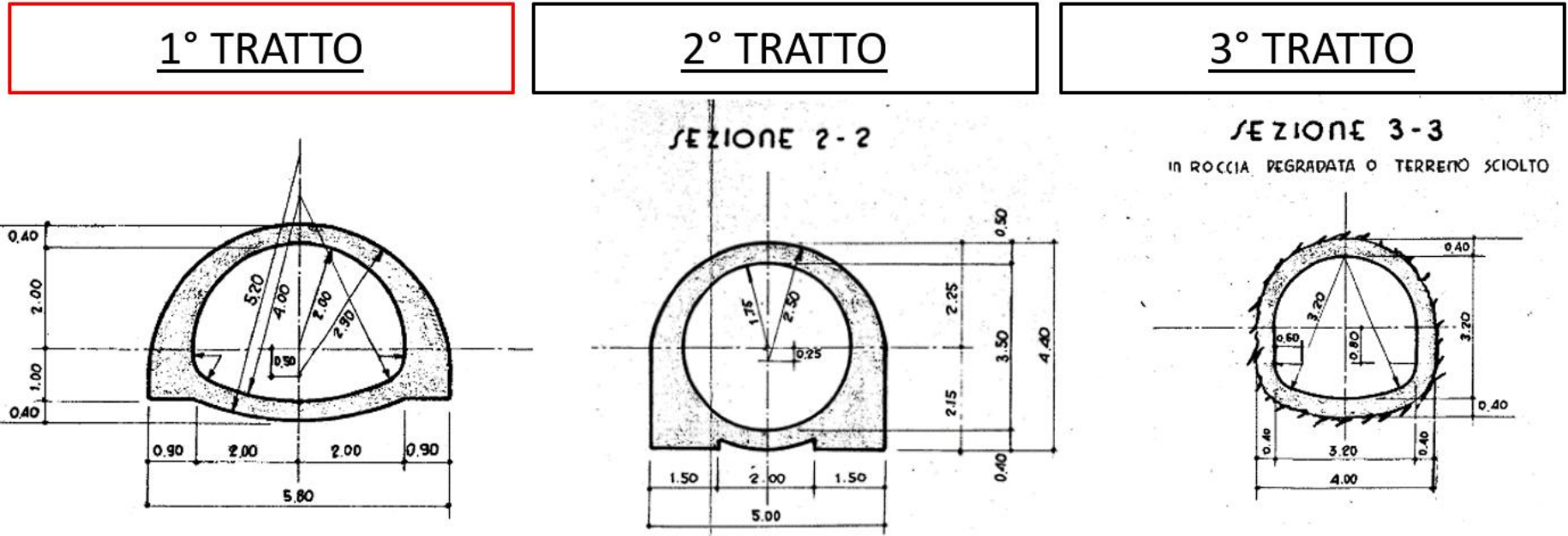
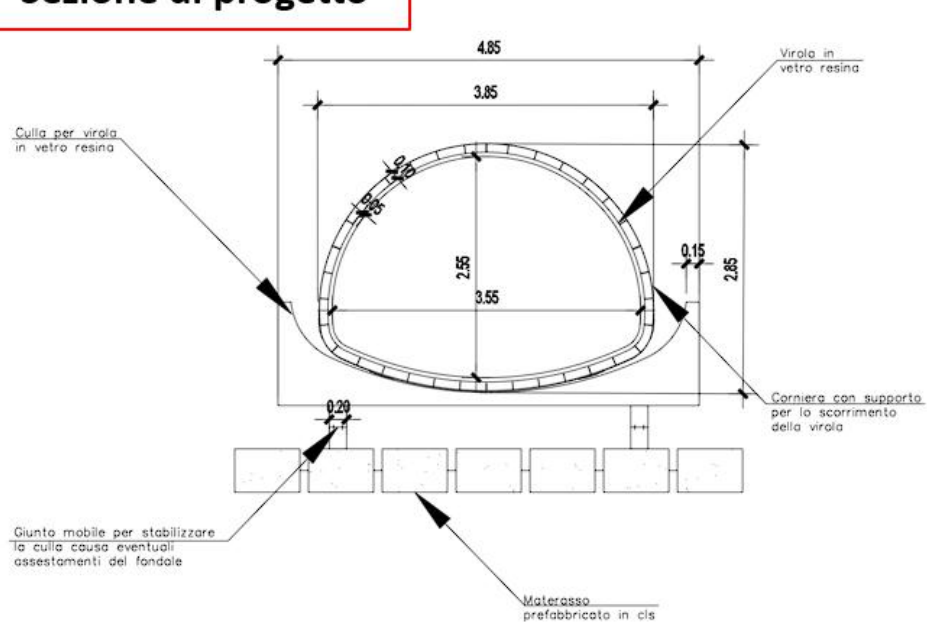
| Stato di fatto |           |                             |          |
|----------------|-----------|-----------------------------|----------|
|                | Materiale | Sezione                     | L totale |
| 1° TRATTO      | Cls       | Sez policentrica<br>9,55 m² | 76 m     |
| 2° TRATTO      | Cls       | Sez circolare<br>9,73 m²    | 450 m    |
| 3° TRATTO      | Cls       | Sez policentrica<br>8,65 m² | 401 m    |

| Stato di progetto |             |                             |          |
|-------------------|-------------|-----------------------------|----------|
|                   | Materiale   | Sezione                     | L totale |
| 1° TRATTO         | Vetroresina | Sez policentrica<br>7,17 m² | 76 m     |
| 2° TRATTO         | Cls         | Sez circolare<br>9,73 m²    | 450 m    |
| 3° TRATTO         | Cls         | Sez policentrica<br>8,65 m² | 401 m    |

Sezione attuale



Sezione di progetto



Corniere di rinforzo

Tratto di giunzione tra le due virole



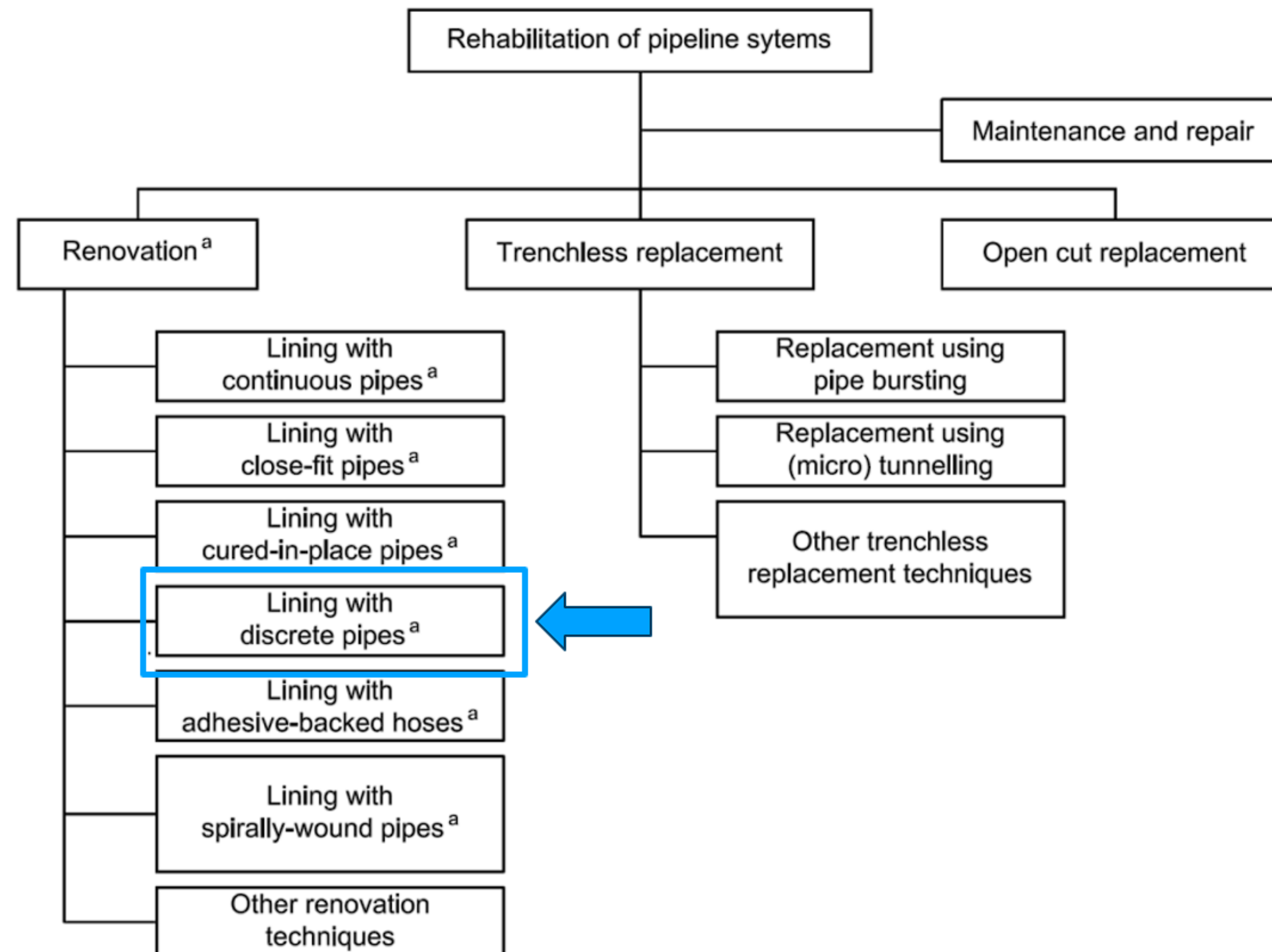


# Tecniche di riabilitazione utilizzabili con il PRFV



## UNI EN ISO 11295 – 2018

Tecniche utilizzabili  
con tubazioni in PRFV



<sup>a</sup> This International Standard is applicable.



# Tipologia di profili in PRFV



## Condotte Circolari



Tubazioni:

○ **Diametri**

dal DN 150 al **DN 4000**

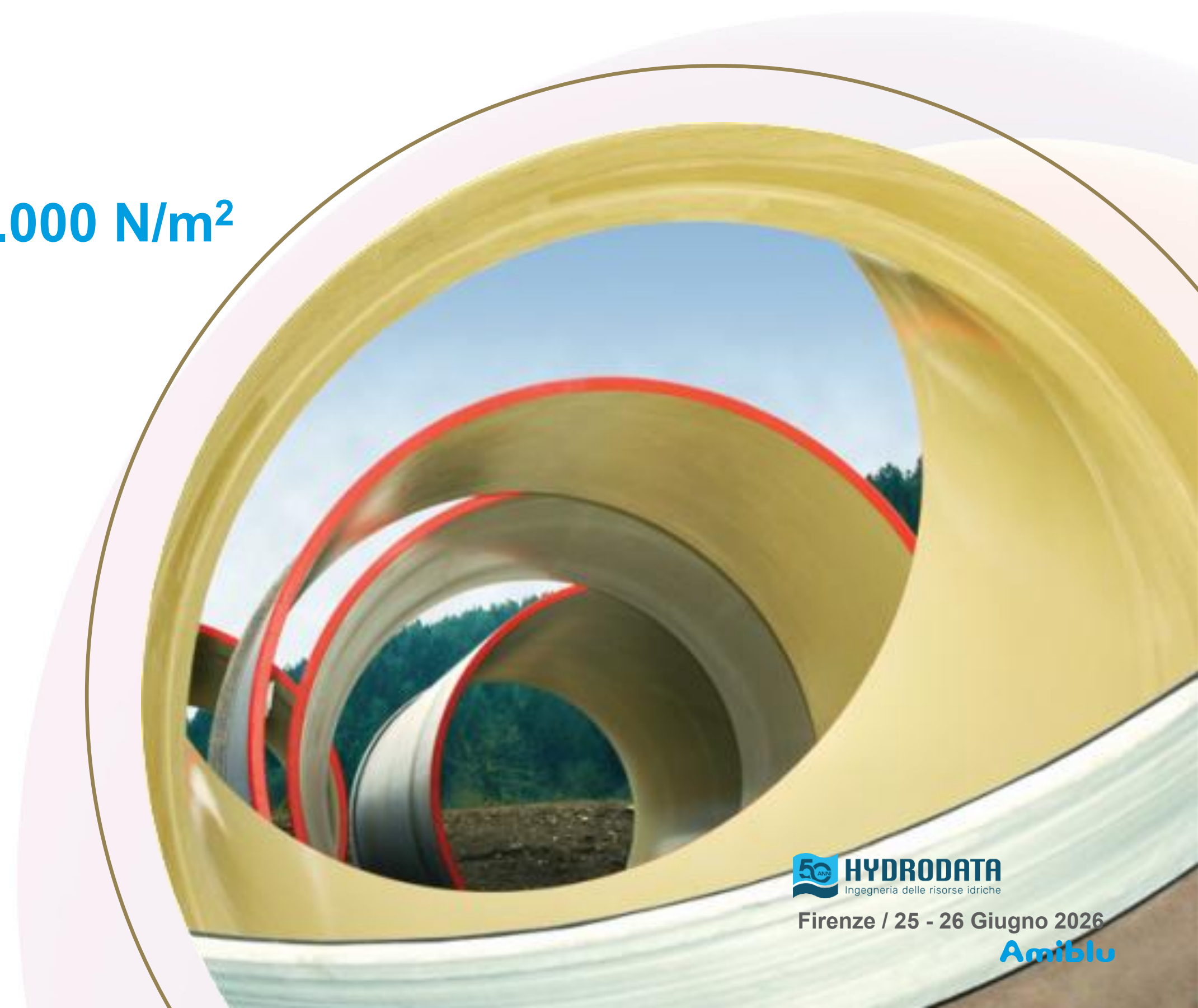
○ **Pressione**

da PN 1 a **PN 40**

○ **Rigidità**

fino ad oltre **1.000.000 N/m<sup>2</sup>**

## Profili Non Circolari





# Gamma di produzione profili Non Circolari



## Sezioni policentriche

- profili ovoidali
- profili vigentini
- profili ad arco ribassato

ISO 16611:2017: “Non-circular pipes and joints made of glass-reinforced thermosetting plastics”



## Pressione

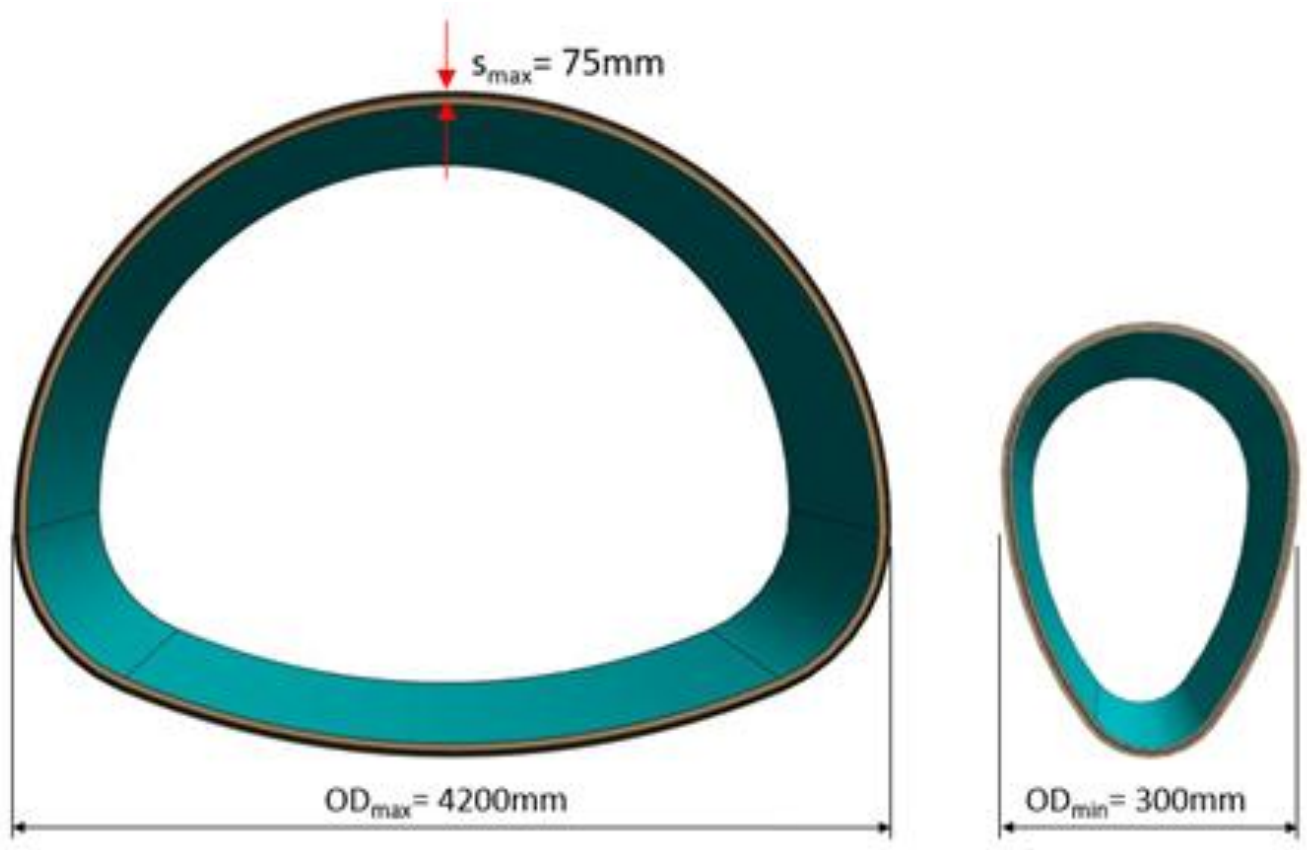
PN1

## Dimensioni

Min. 300mm – max 4200mm

## Lunghezza conci

da 0,5m - 1m - 1,5m fino a 3m



|                                          |                                            |                                |                             |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Egg shape 2:3</b><br>                 | <b>Egg shape 2:4</b><br>                   | <b>Egg shape 2:3.5</b><br>     | <b>Egg shape 2:2.5</b><br>  |
| <b>Mouth shape 2:1.75</b><br>            | <b>Mouth shape 2:1.25</b><br>              | <b>Mouth shape 2:1</b><br>     | <b>Helmet shape 2:2</b><br> |
| <b>Egg shape 2:2</b><br>                 | <b>Pear shape 2:2.5</b><br>                | <b>Mouth shape 2:1.5</b><br>   | <b>Mouth shape 2:2</b><br>  |
| <b>Heightened circular shape 2:3</b><br> | <b>Heightened circular shape 2:2.5</b><br> | <b>Parabolic shape 2:2</b><br> | <b>Kite shape 2:2</b><br>   |



# Progetto di relining in subacqueo

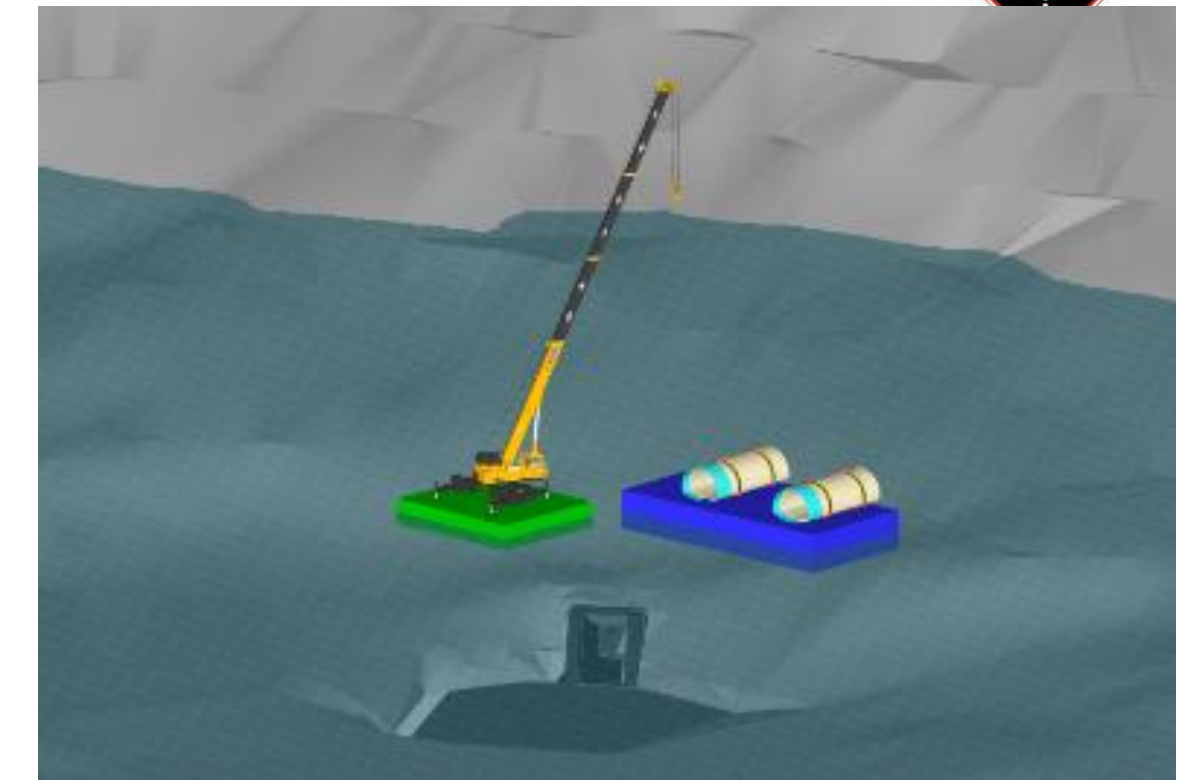
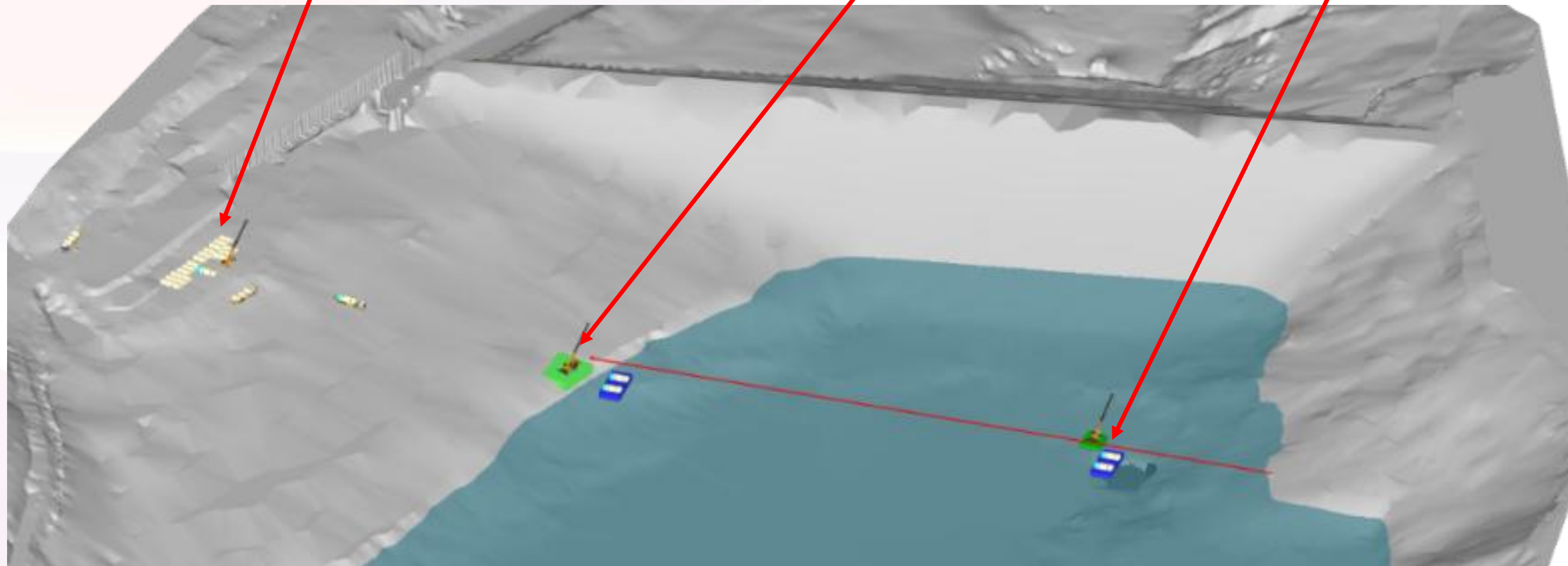


## Predisposizione del cantiere e ulteriori indagini

**Area di cantiere 1**  
Deposito delle virole e delle attrezzature di cantiere

**Area di cantiere 2**  
Movimentazione e traino delle virole

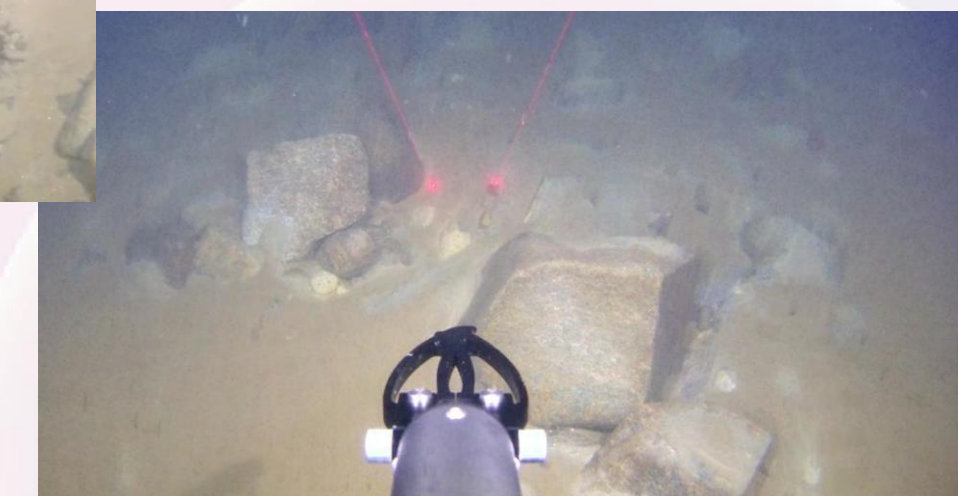
**Area di cantiere 3**  
Intervento e installazione



**Area 2**



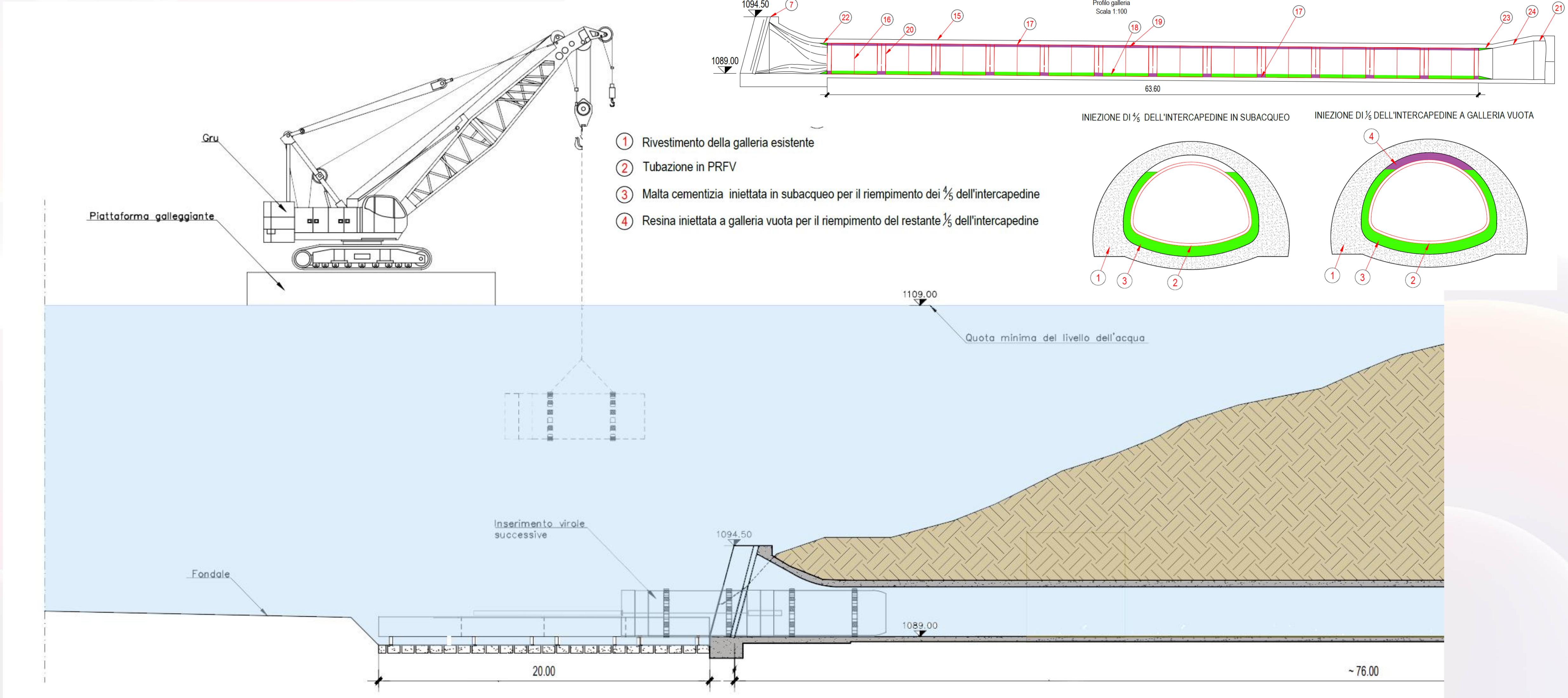
**Ispezioni in subacquea**





# Progetto di relining in subacqueo

## Fasi realizzative in progetto

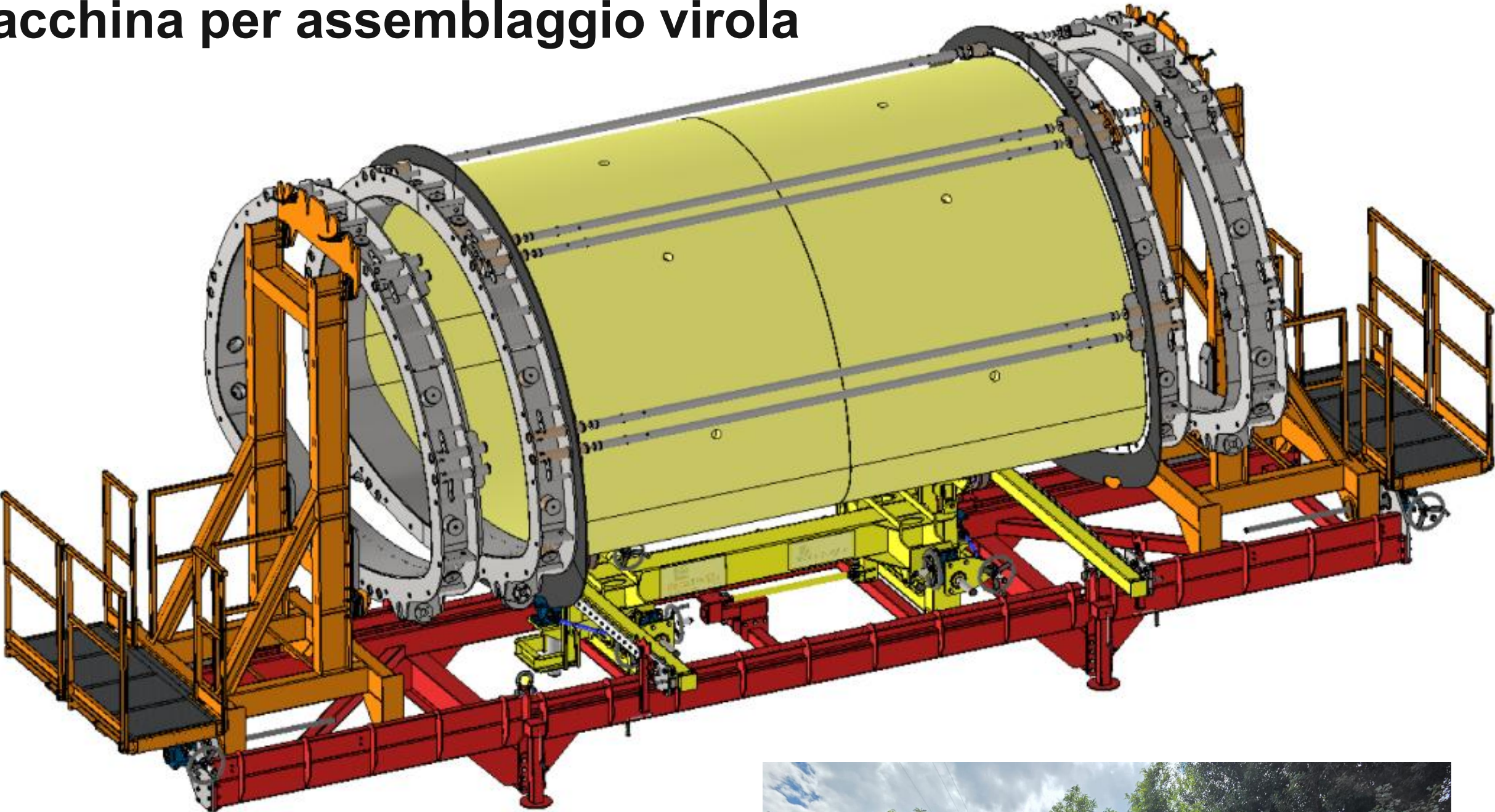




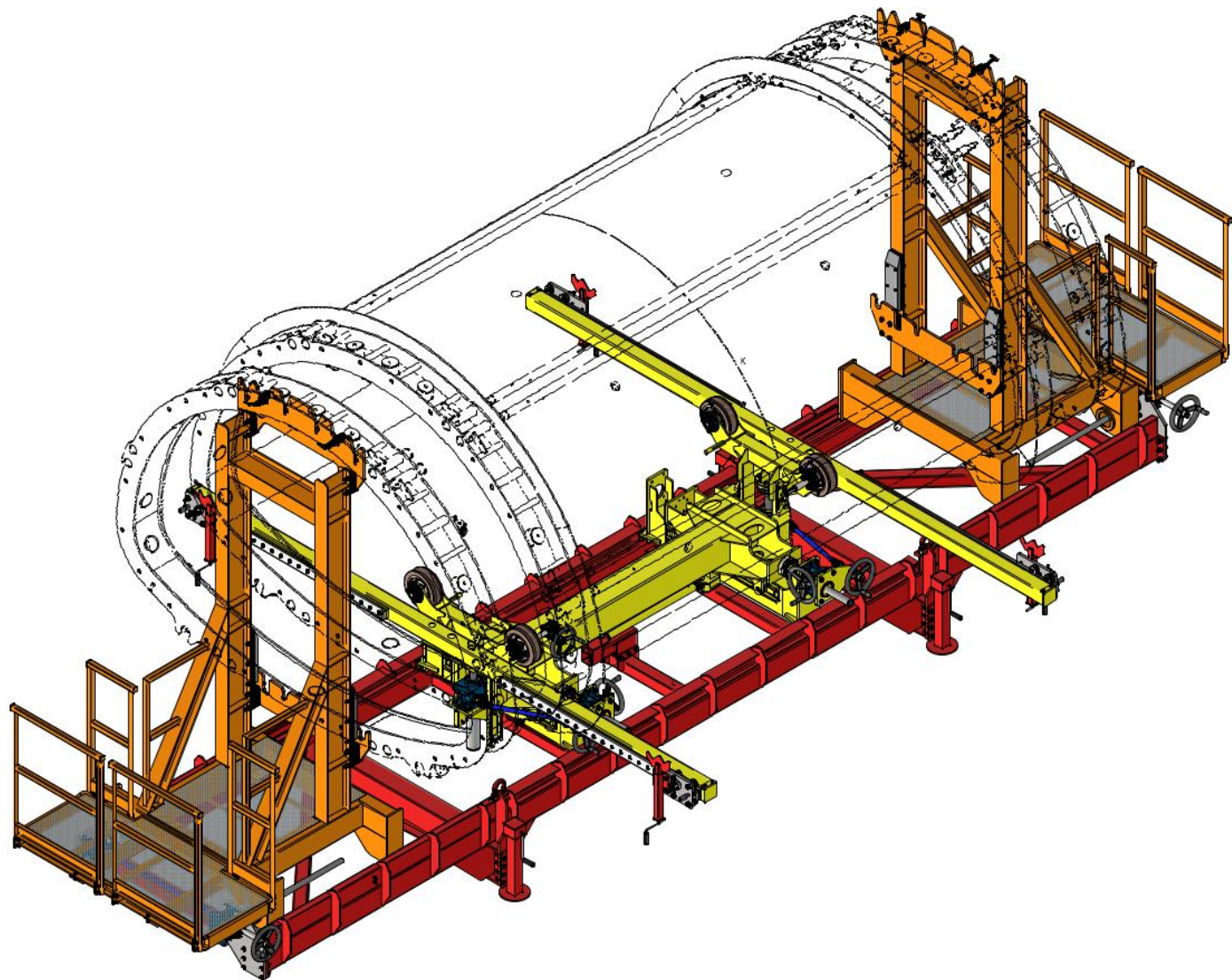
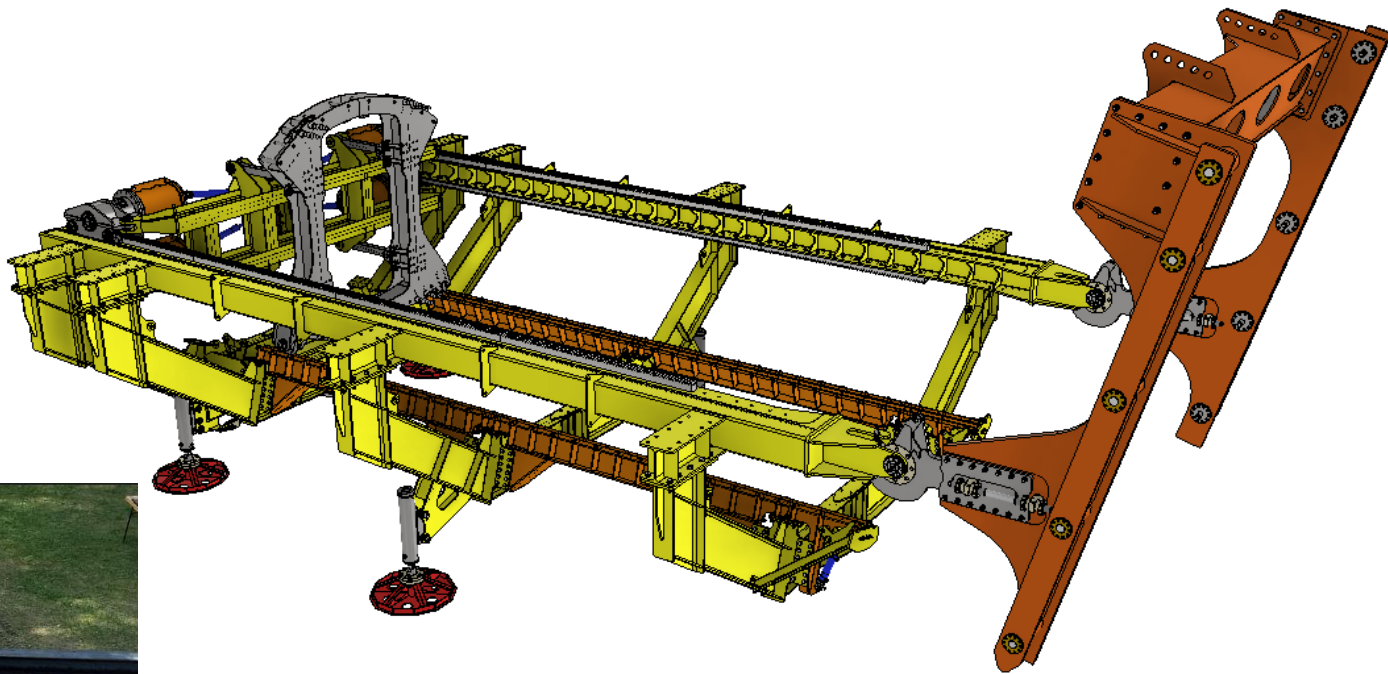
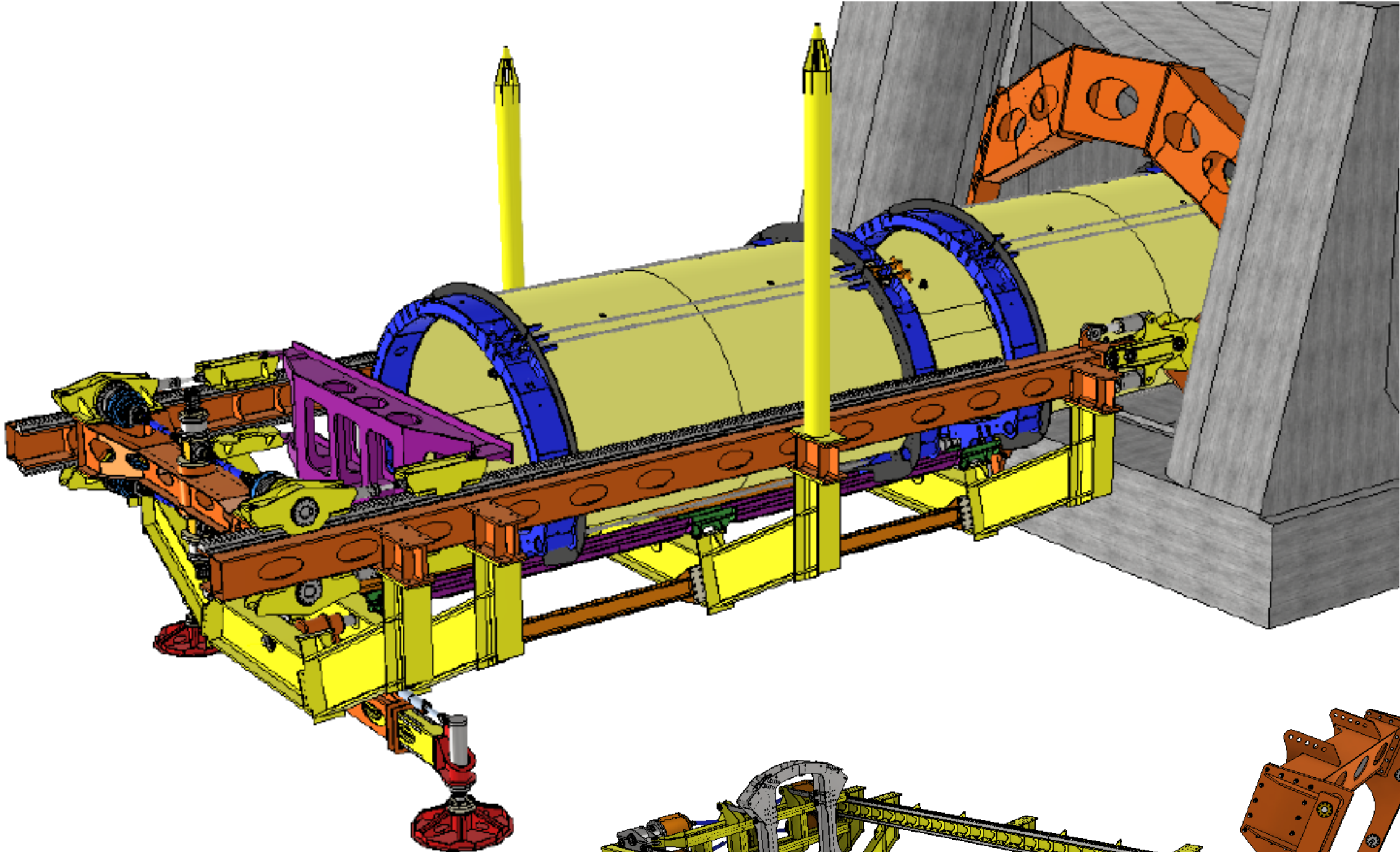
# Progetto di relining in subacqueo



Macchina per assemblaggio virola



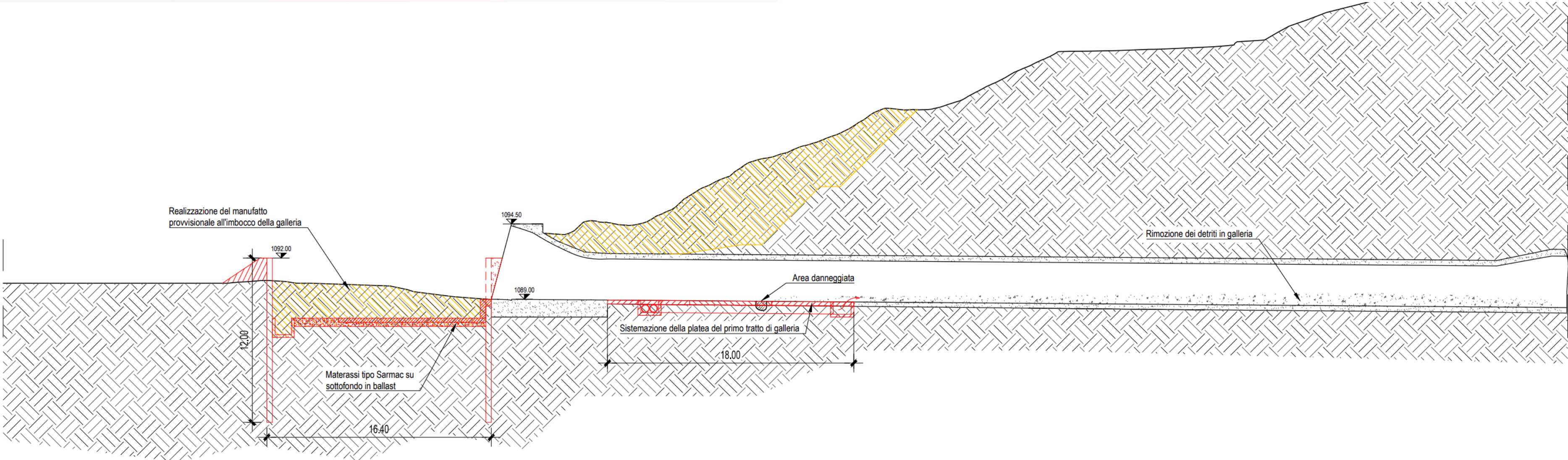
Macchina spinta subacquea



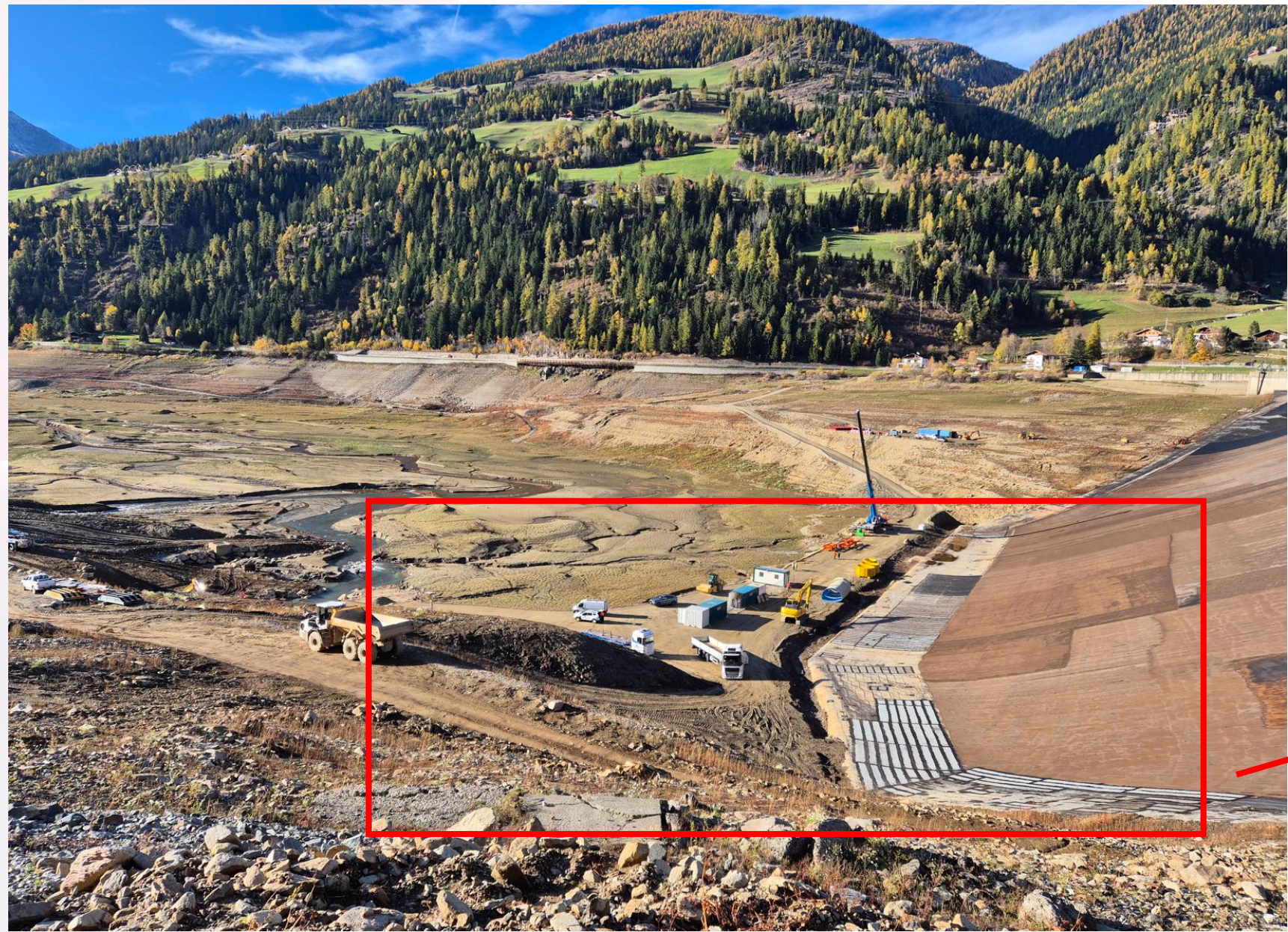


# Variazione delle condizioni iniziali: svaso e inizio lavori

## Adeguamento del progetto in asciutto



Ispezione della galleria in asciutto

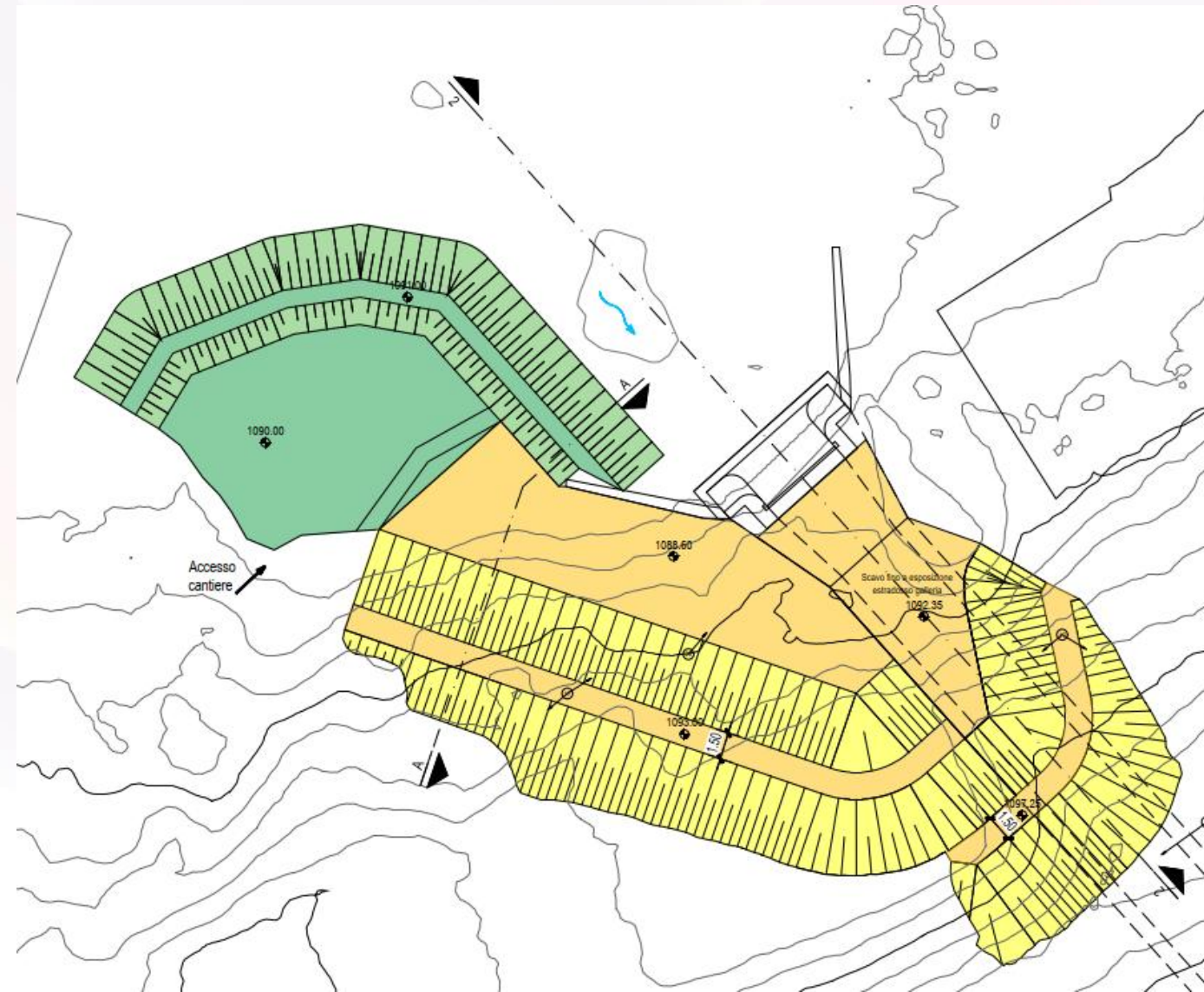


Predisposizione nuova area di cantiere

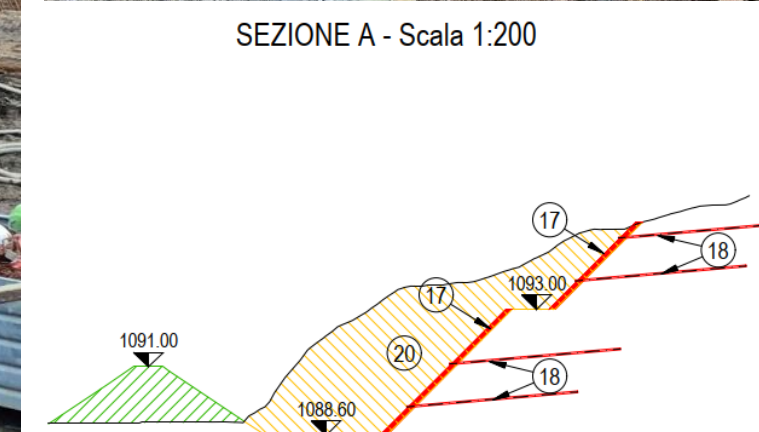




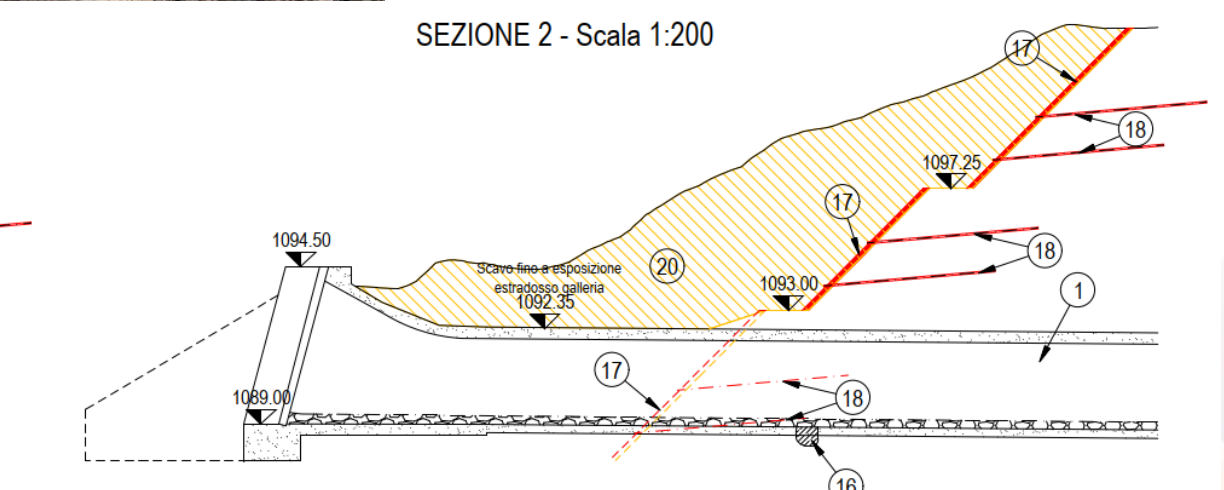
## Consolidamento scarpata



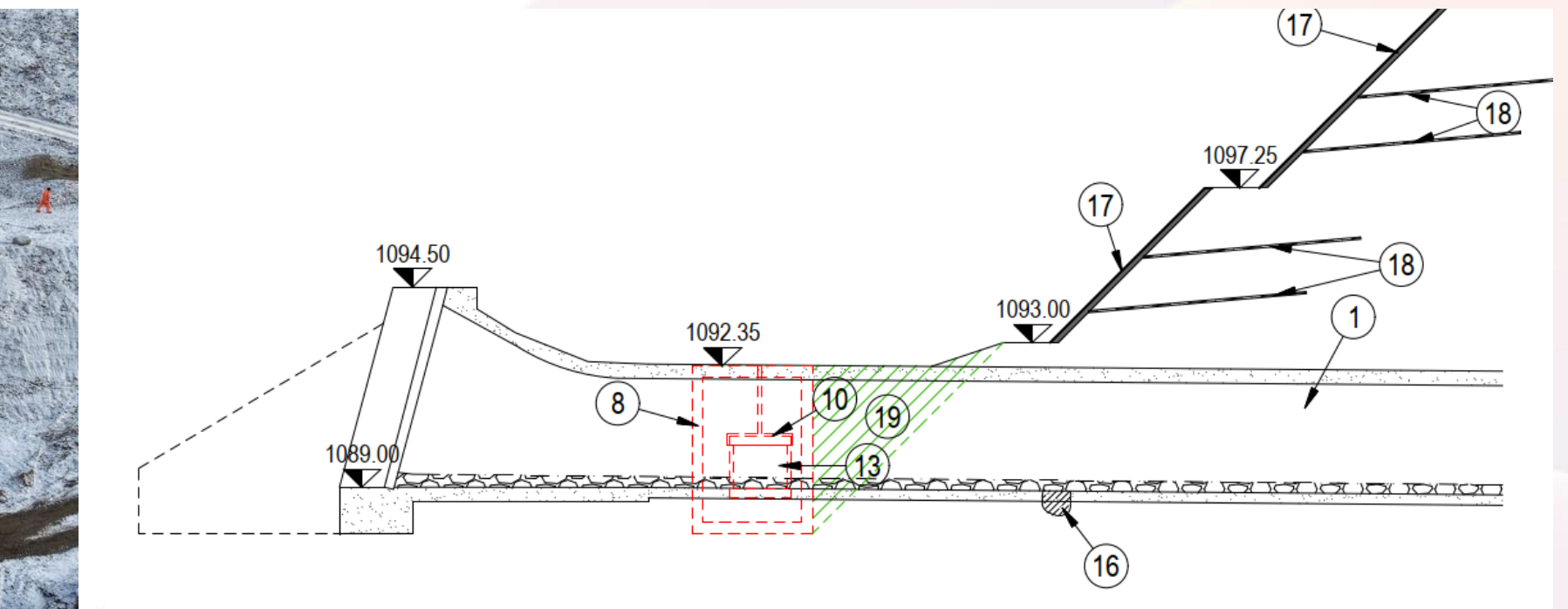
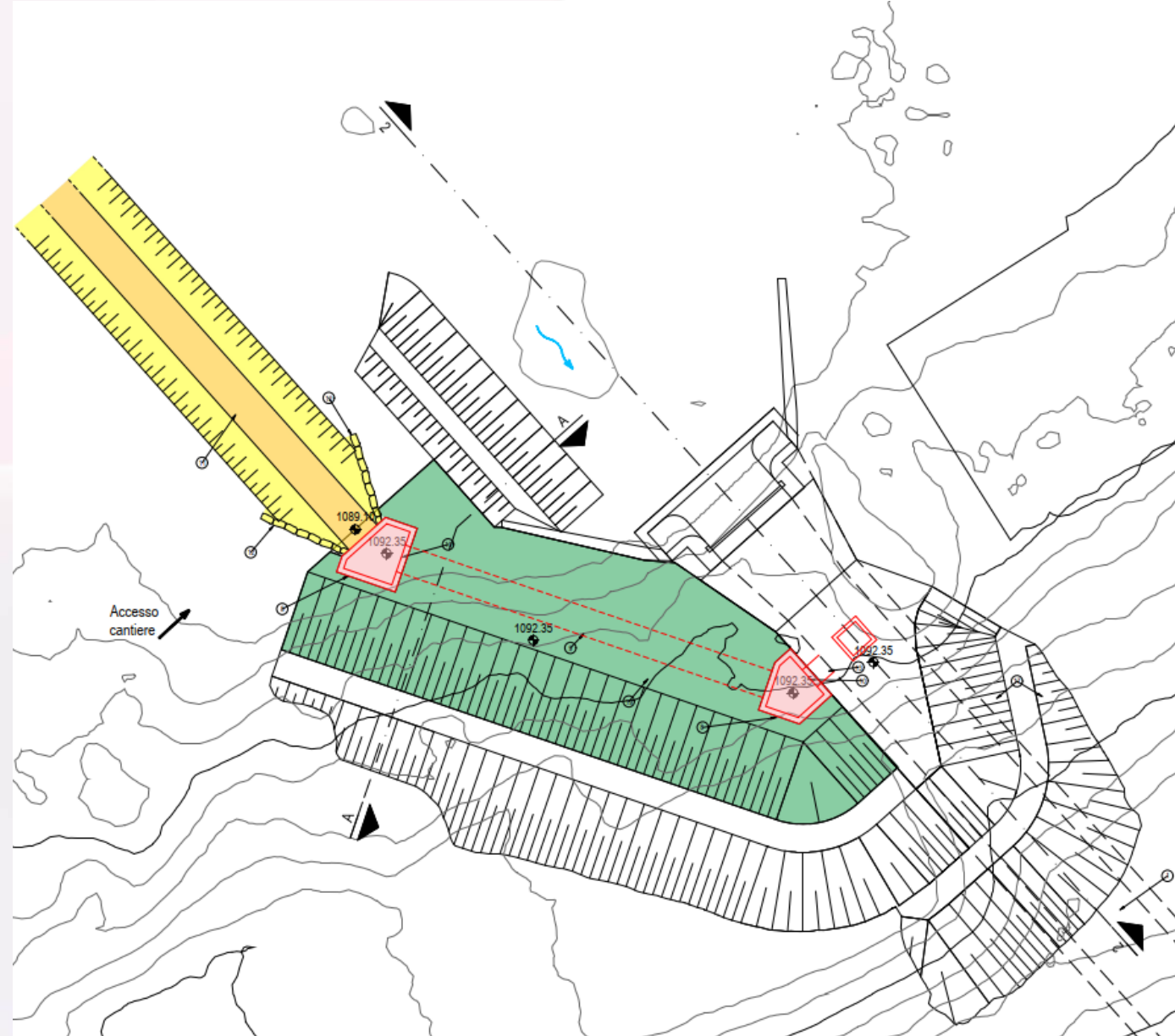
SEZIONE A - Scala 1:200



SEZIONE 2 - Scala 1:200



## By-pass

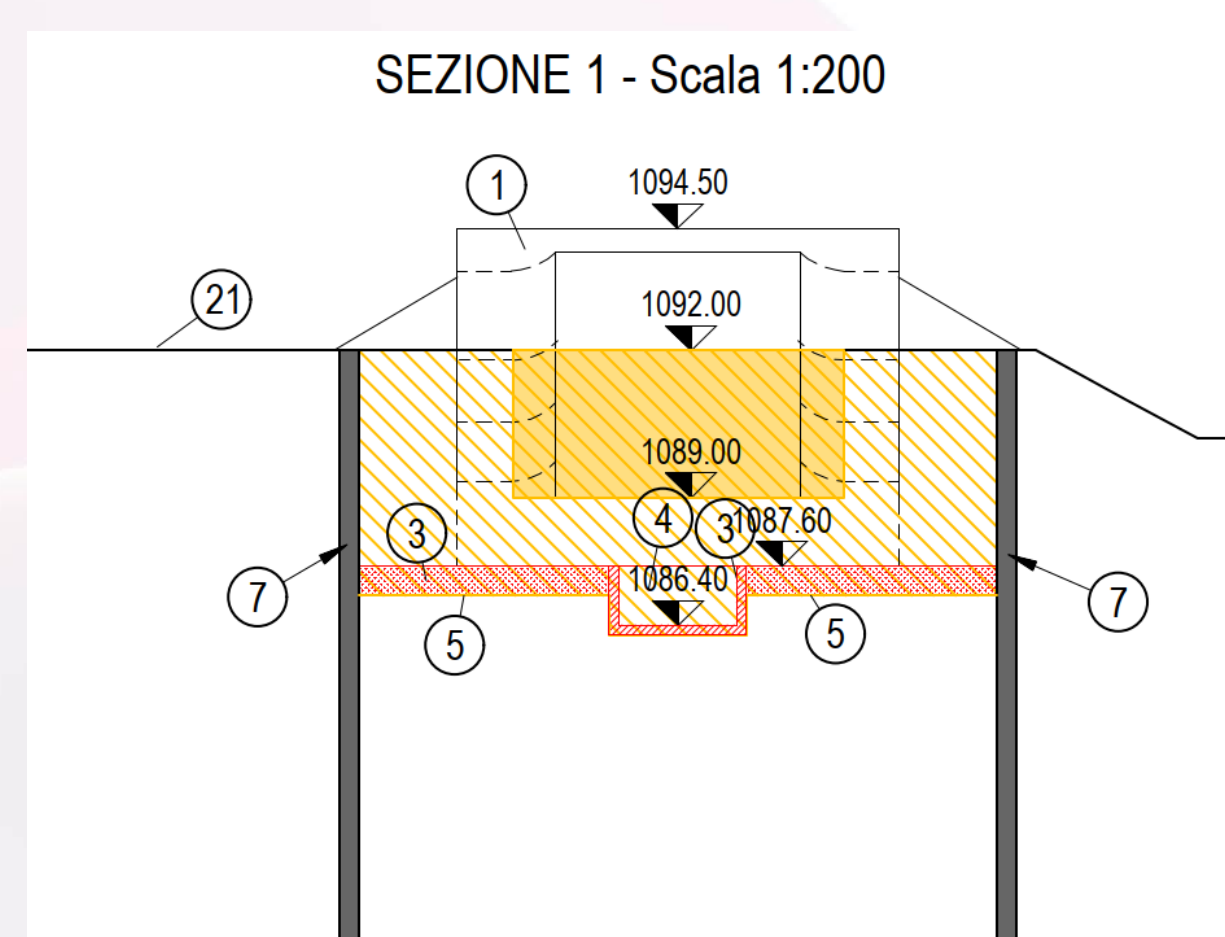
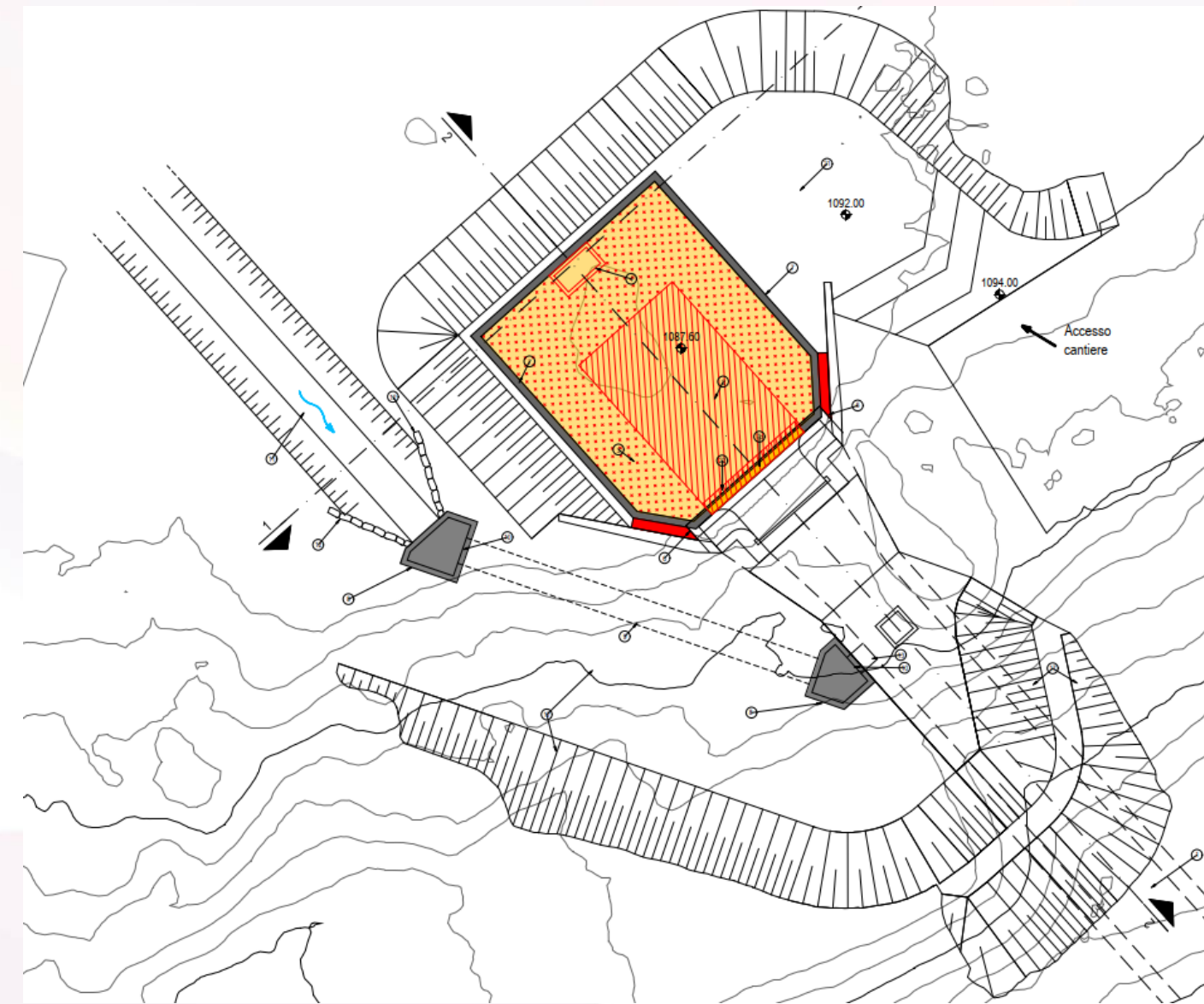




# Opere provvisorie



Manufatto provvisorio all'imbocco galleria, canale di bypass, impianto di pompaggio





# Assemblaggio delle virole

## Assemblaggio dei conci in PRFV con le corniere in acciaio

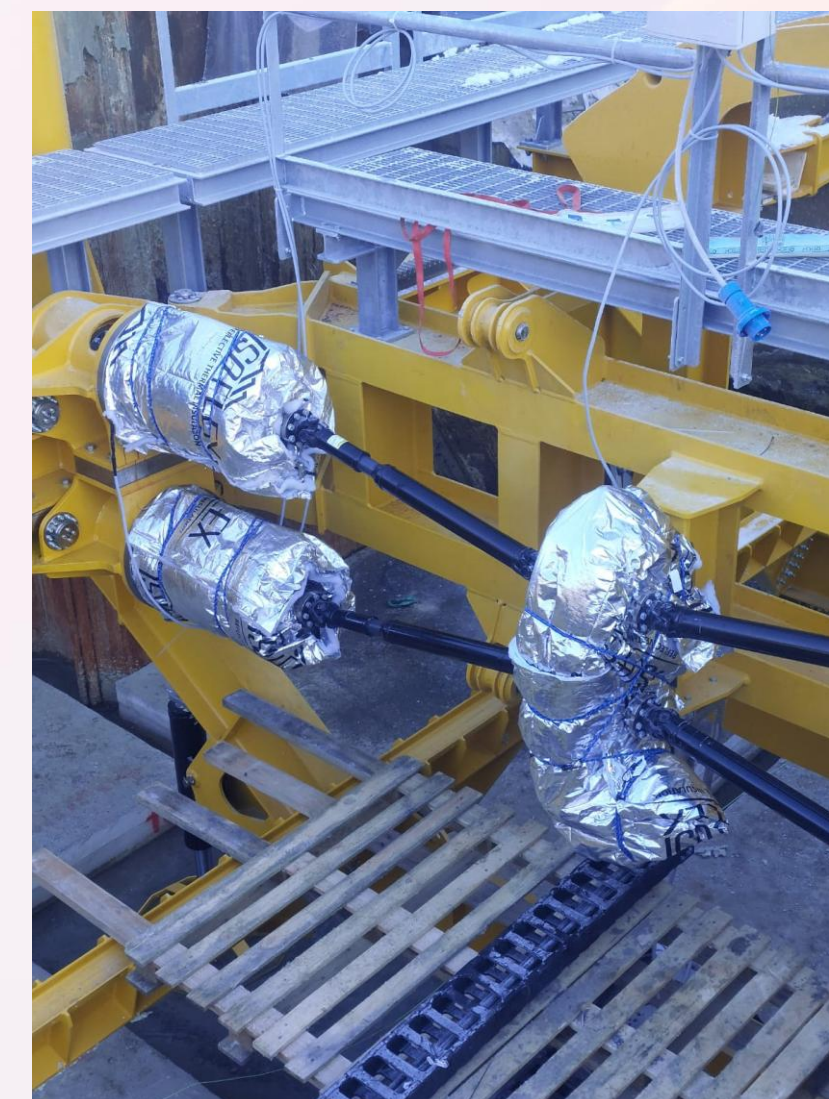
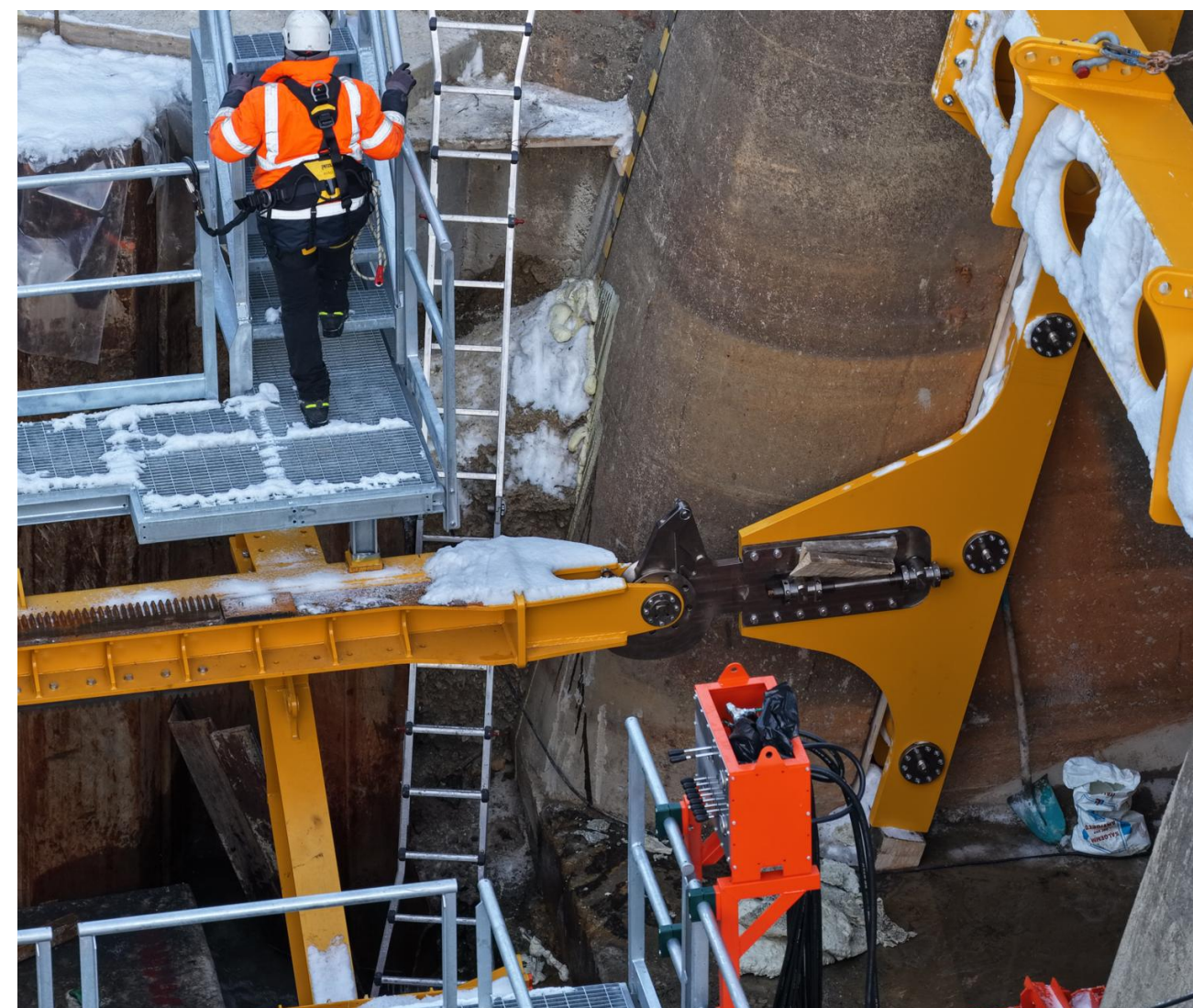




# Posizionamento della macchina di spinta

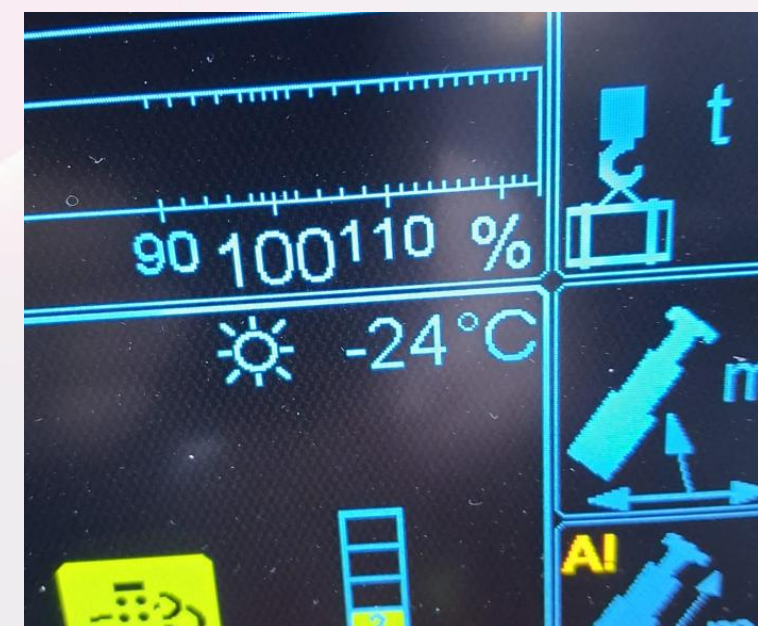


Assemblaggio e posa della macchina di spinta delle virole di fronte all'imbocco della galleria



Difficoltà riscontrate:

- Temperature rigide



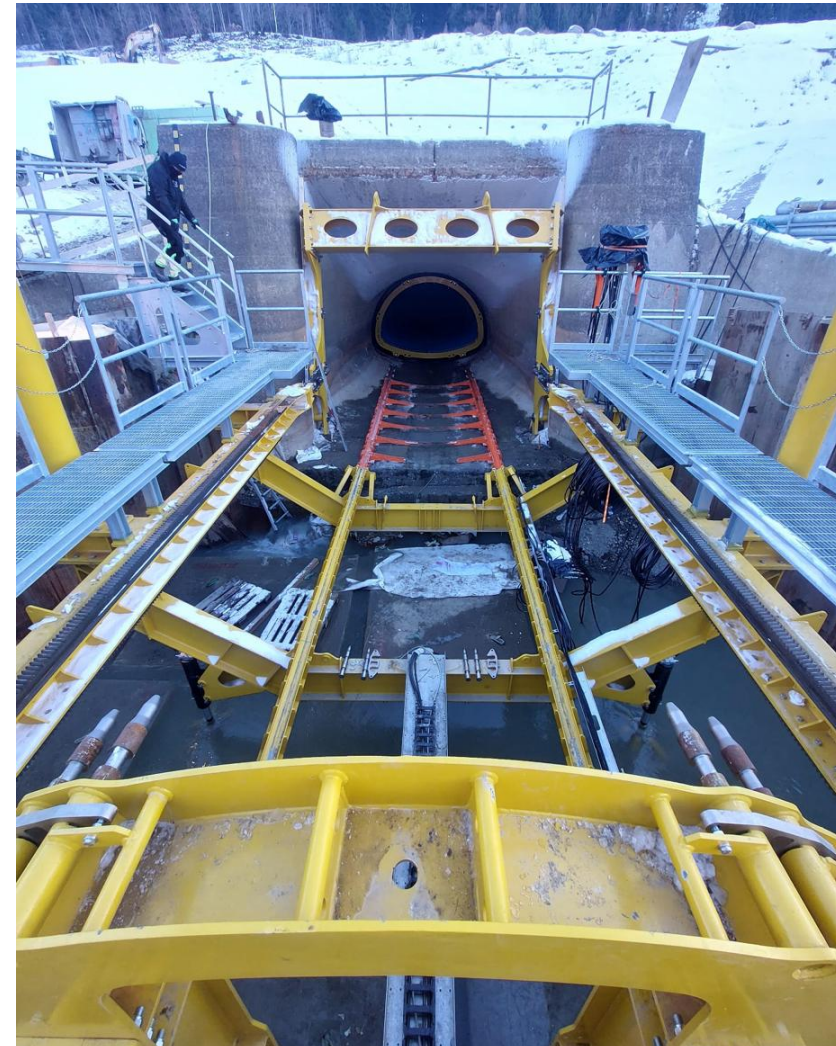


# Posa delle virole all'interno della galleria

Posizionamento prima virola 8 gennaio 2026



Posizionamento virole successive



Difficoltà riscontrate:  
• Allagamenti

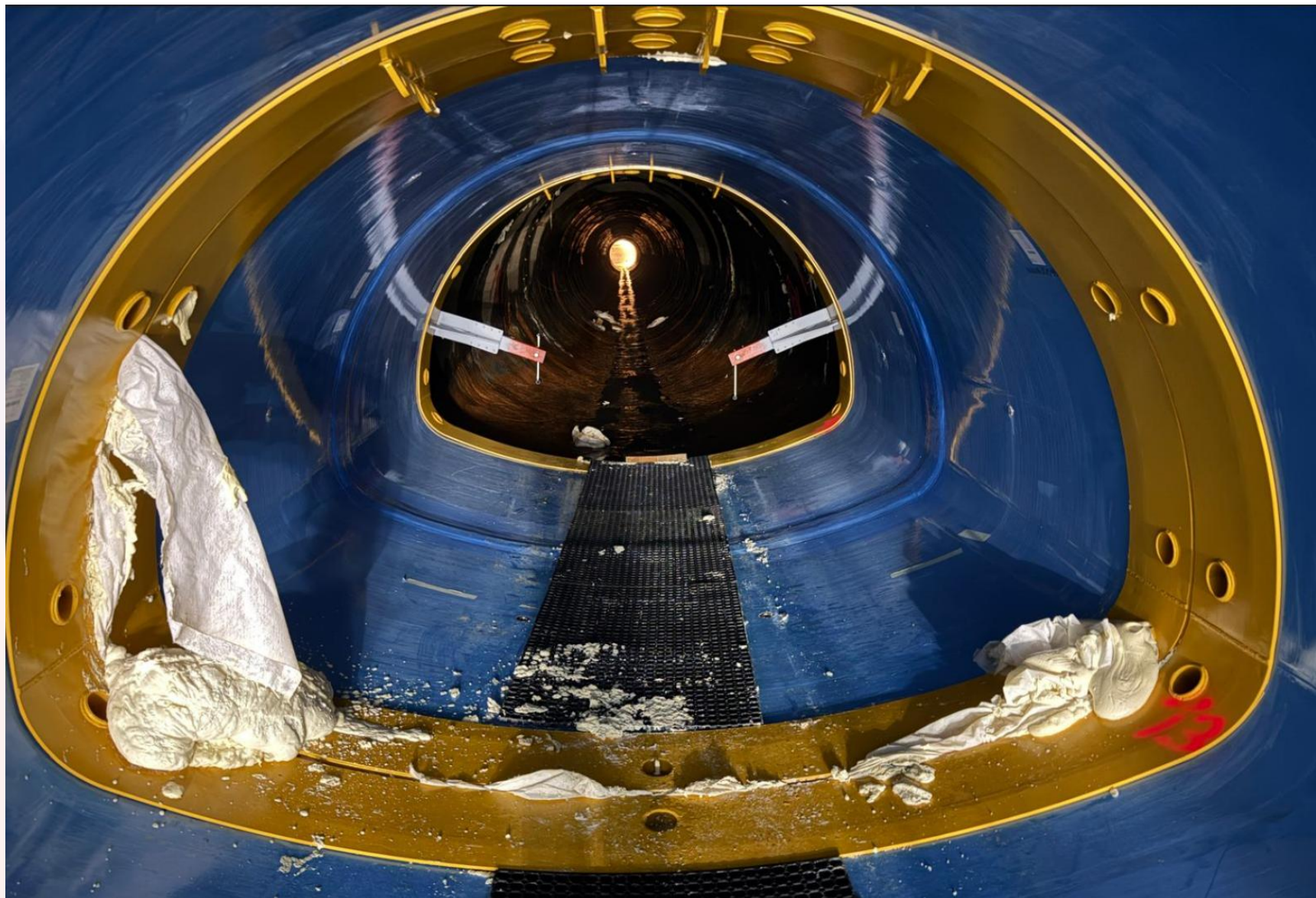
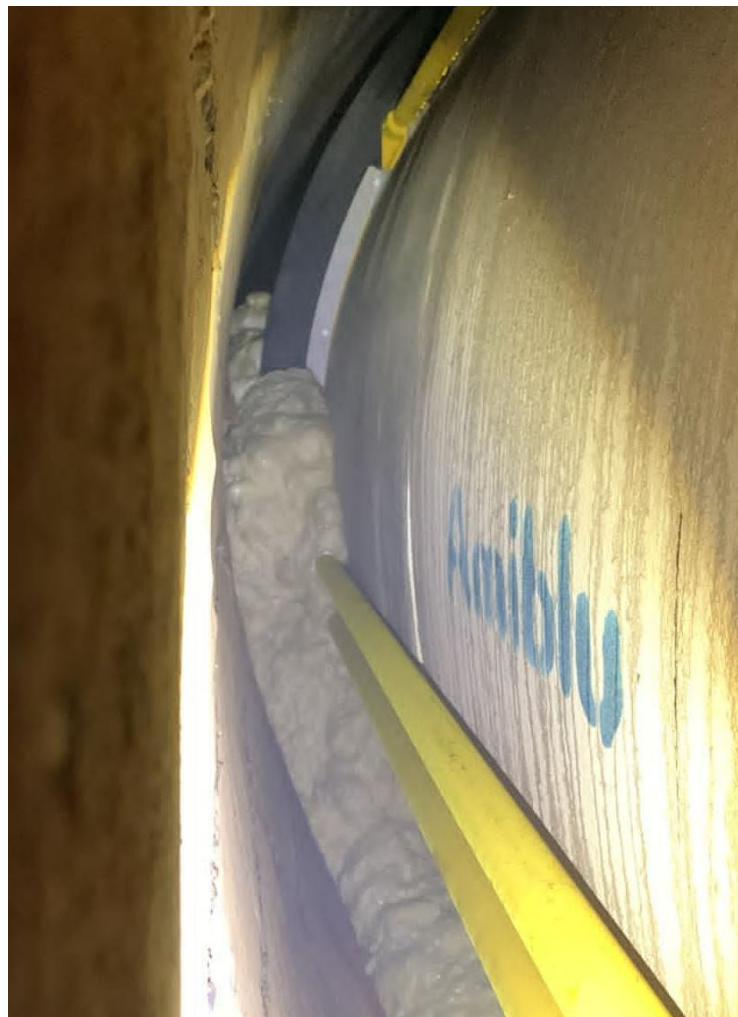




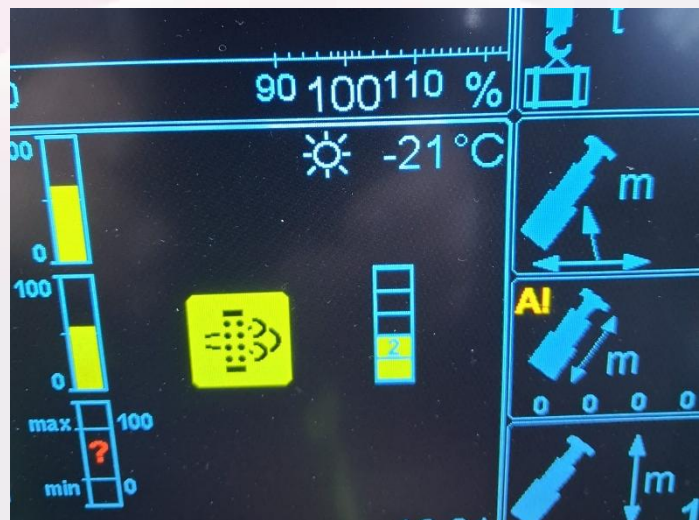
# Riempimento dell'intercapedine tra virole e galleria



## Iniezioni di resina nell'intercapedine



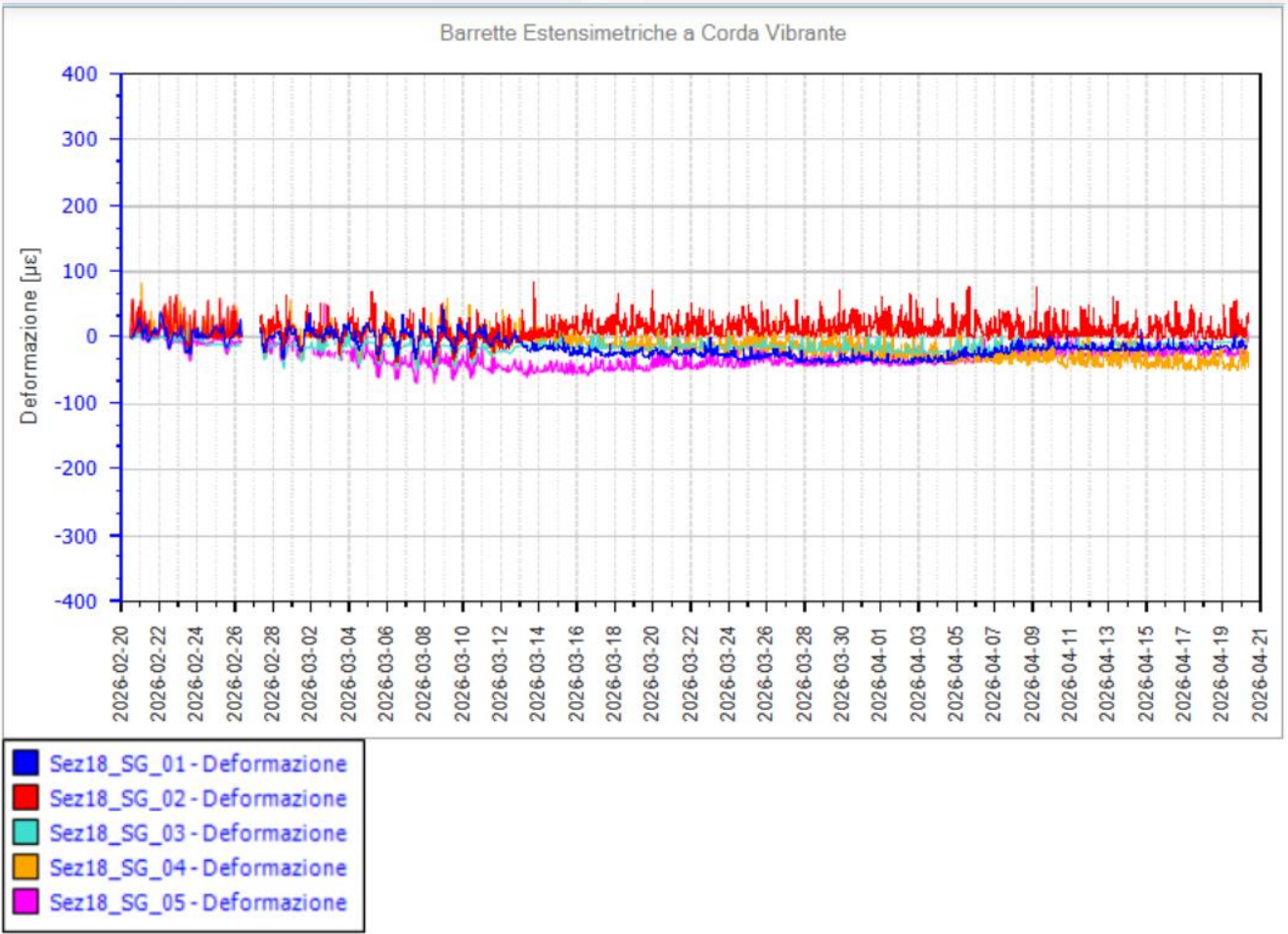
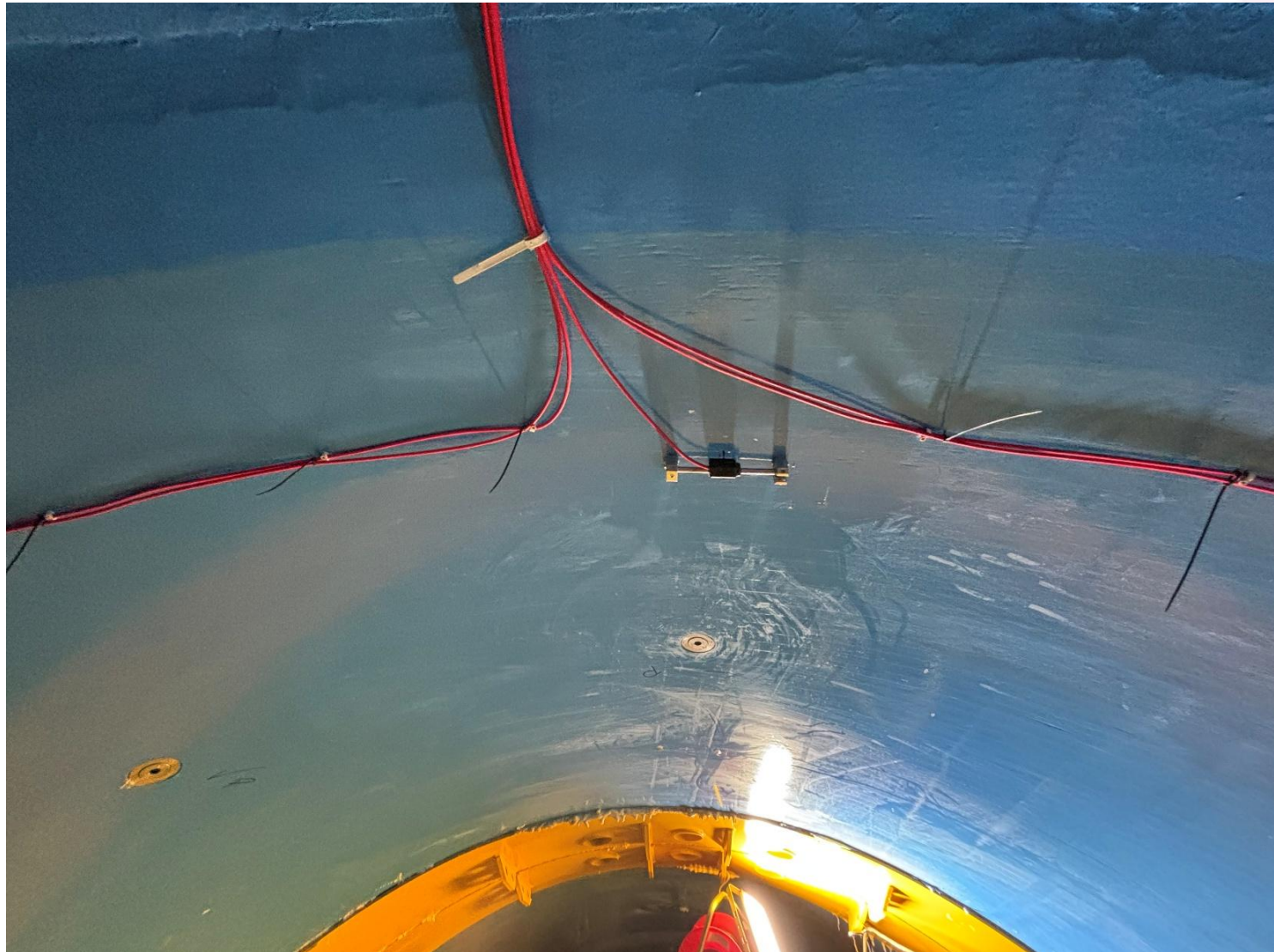
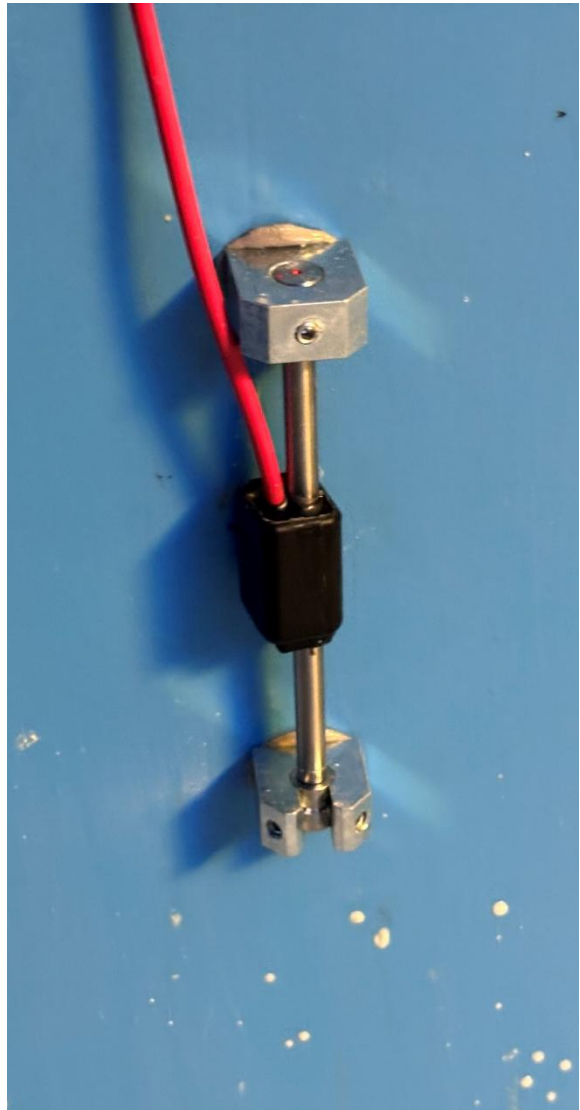
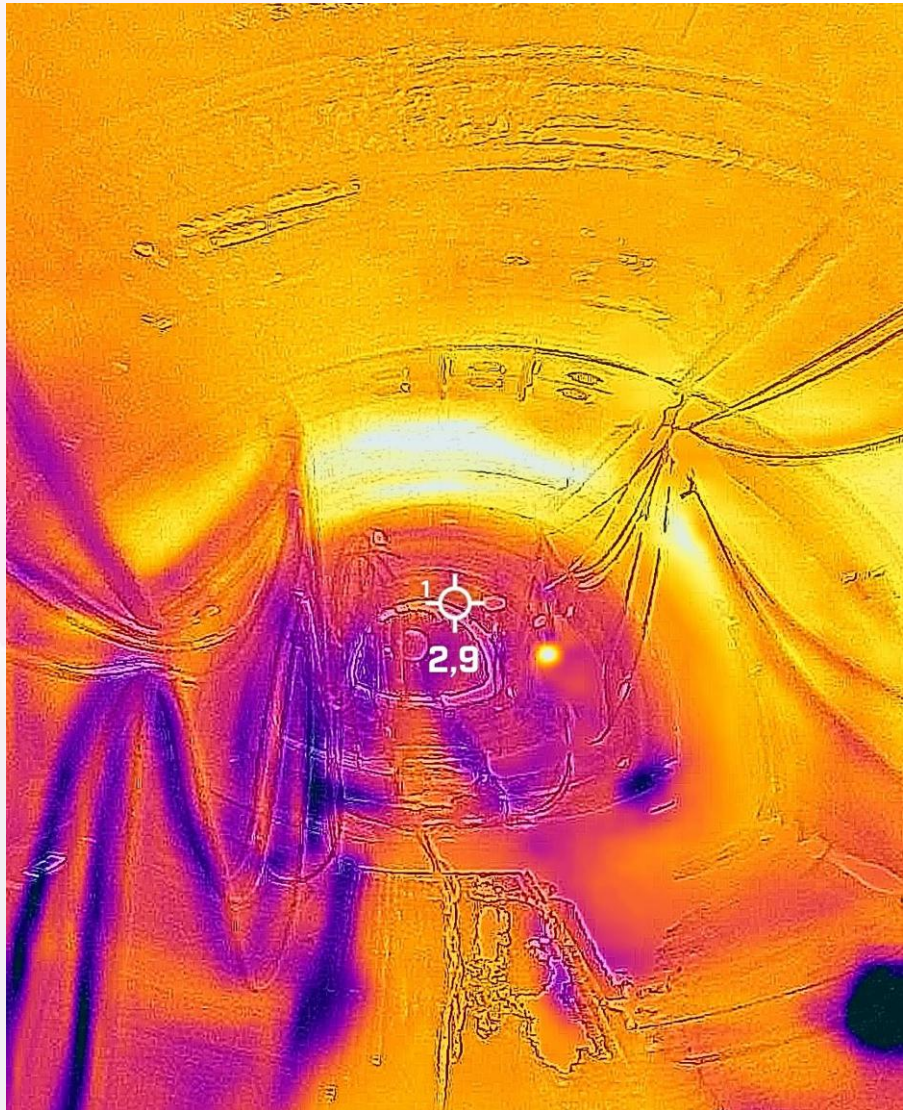
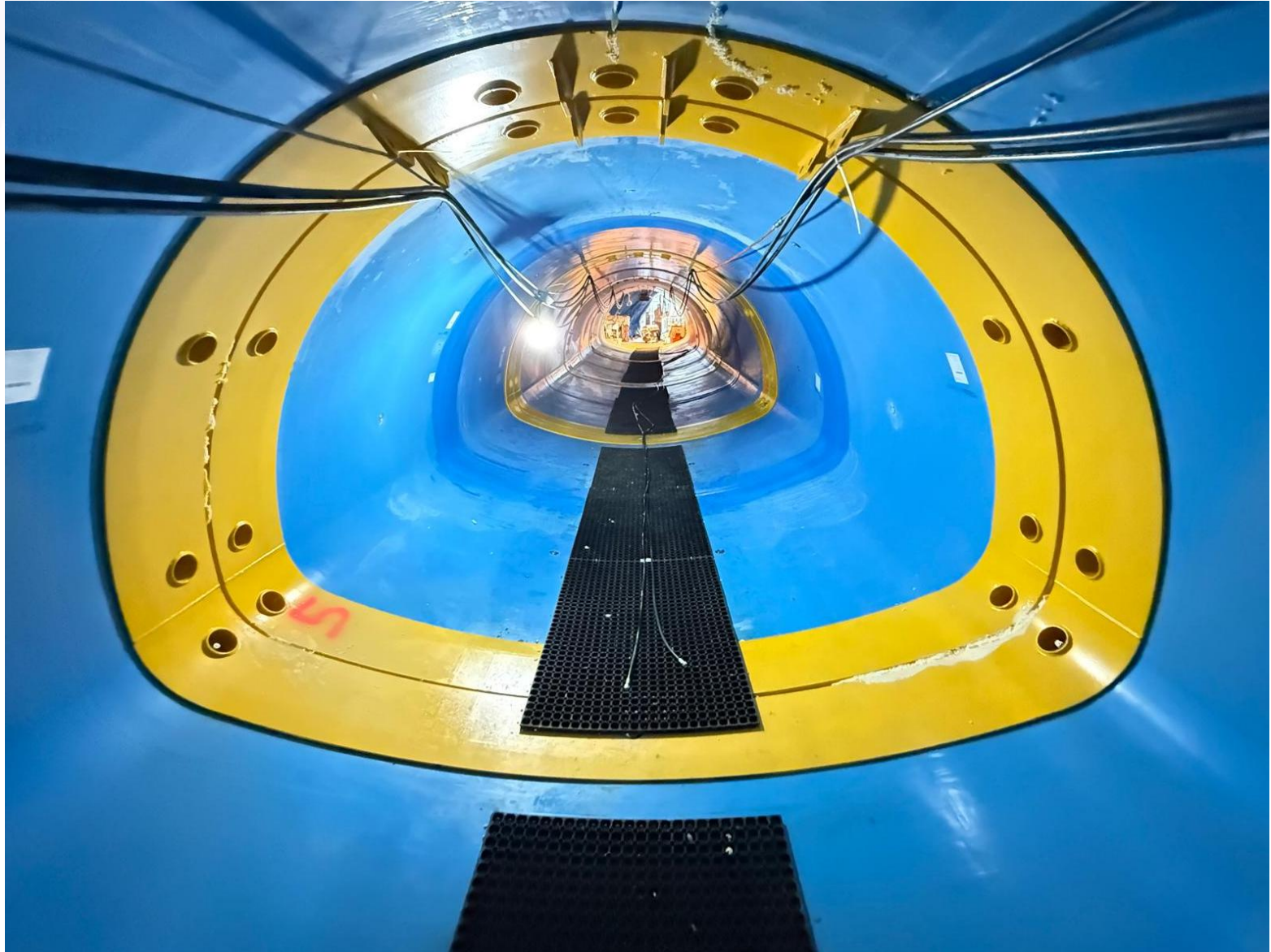
Difficoltà riscontrate:  
• Temperature rigide





# Fine lavori e riempimento del bacino

Realizzazione dei raccordi, verifica, chiusura lavori





















# Il relining della galleria di scarico della diga di Zoccolo



Giugno 2026



GRAZIE