

# 3º TALLER HISPANO – ARGENTINO DE SEGURIDAD DE PRESAS

## Problemas Geotécnicos en la Construcción de Presas Argentinas

Ingeniero Oscar A. Vardé  
Academia Nacional de Ingeniería  
11 de Noviembre de 2019



Organizado por el ORSEP y la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica y del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de Argentina juntamente con la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica de España, con el apoyo del CAF.



# Casos Históricos

- Alicura
- Casa de Piedra
- El Chocón



# Alicura

- Datos Generales:
  - Presa de Tierra
  - Altura Máxima 130 m
  - Volumen 6 millones de m<sup>3</sup>
  - Obras Complementarias Ubicadas en Margen Izquierda
- Proyecto y Dirección de Obra
  - Consorcio Consultores Alicura, Electrowatt, Sweco





# Vista Aérea – Obras Margen Izquierda





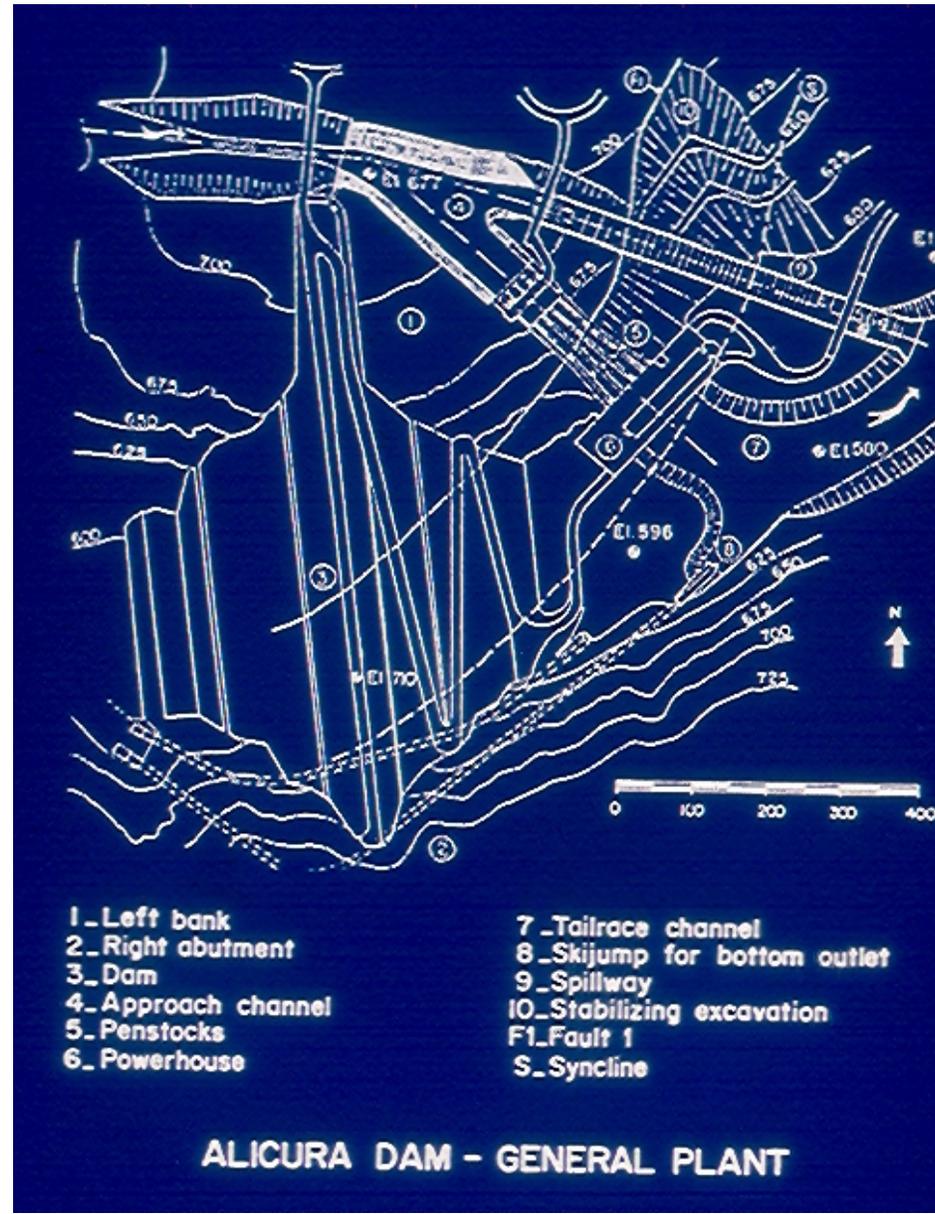
# Margen izquierda – Excavación en zona de tuberías de presión





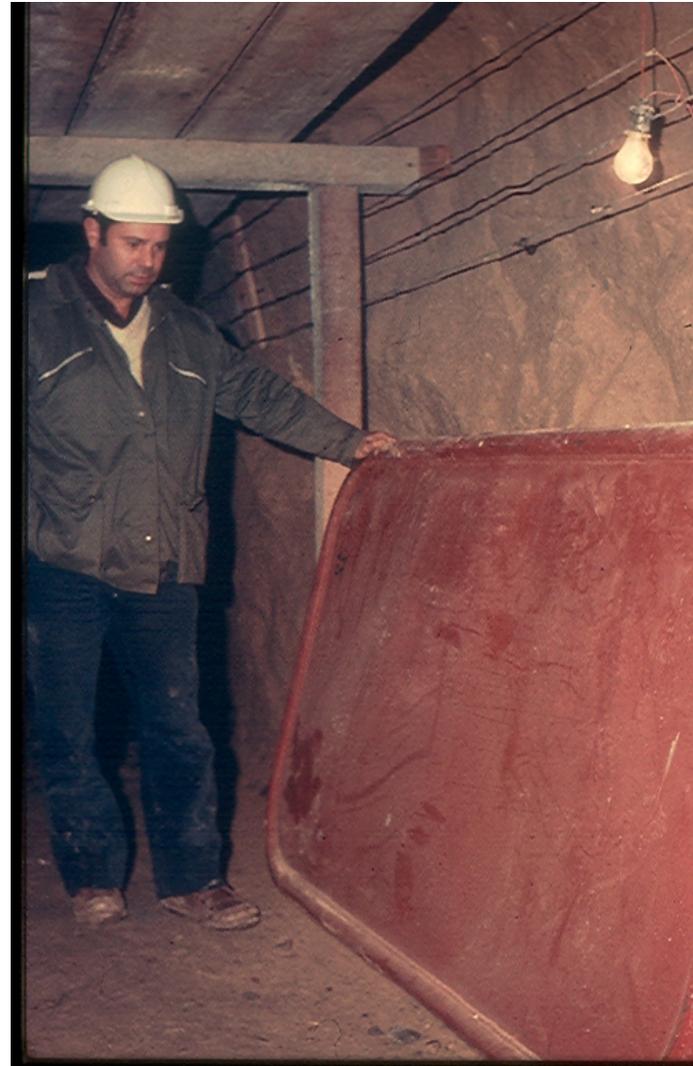
# Alicura

- Comitente Hidronor
- Contratista Impregilo
- Primer Llenado del Embalse 1982
- Rasgo Geológico Desfavorable
  - Falla Subvertical en Margen Izquierda detectada durante la construcción





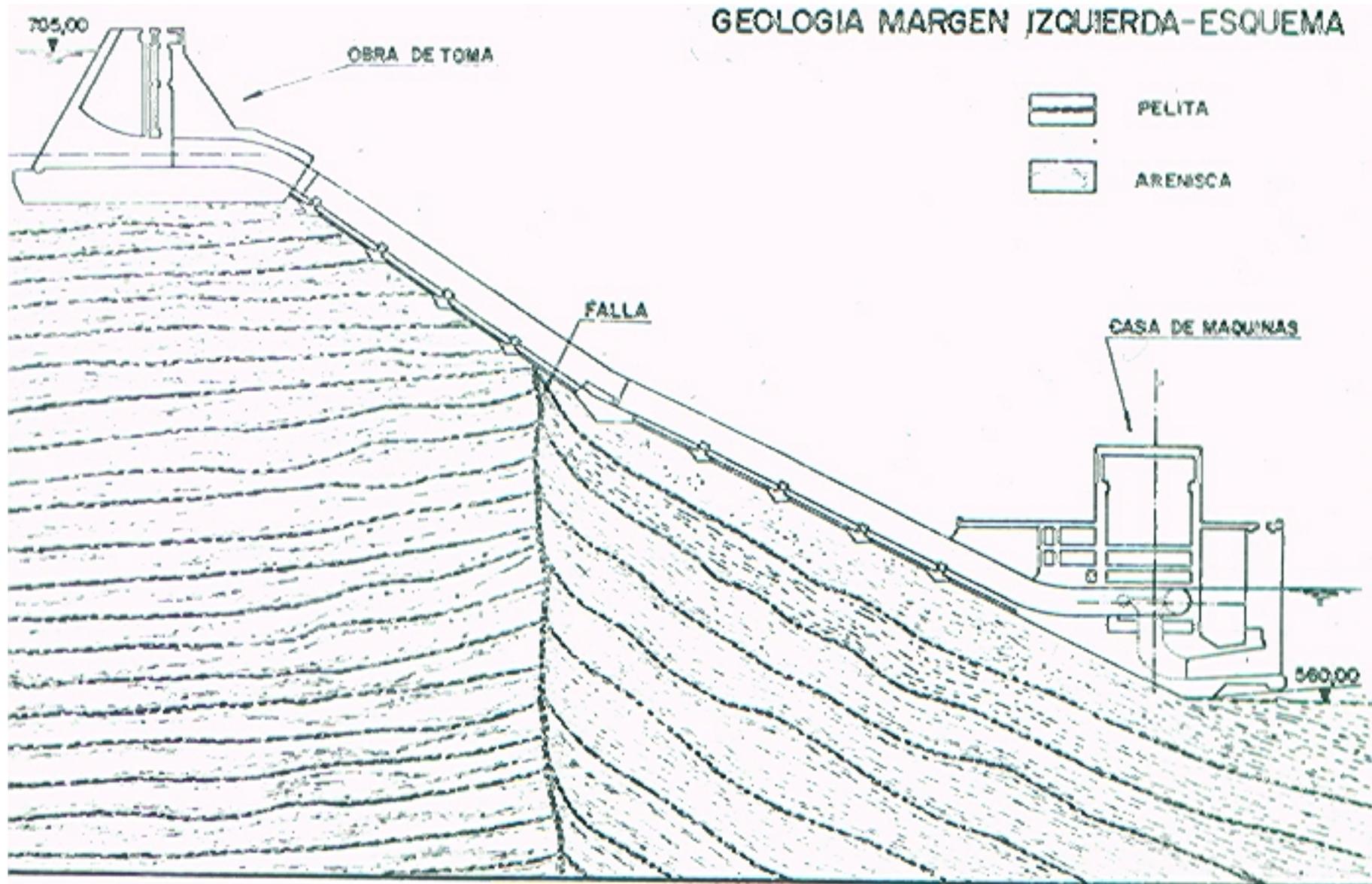
## Galería de exploración – Gatos planos

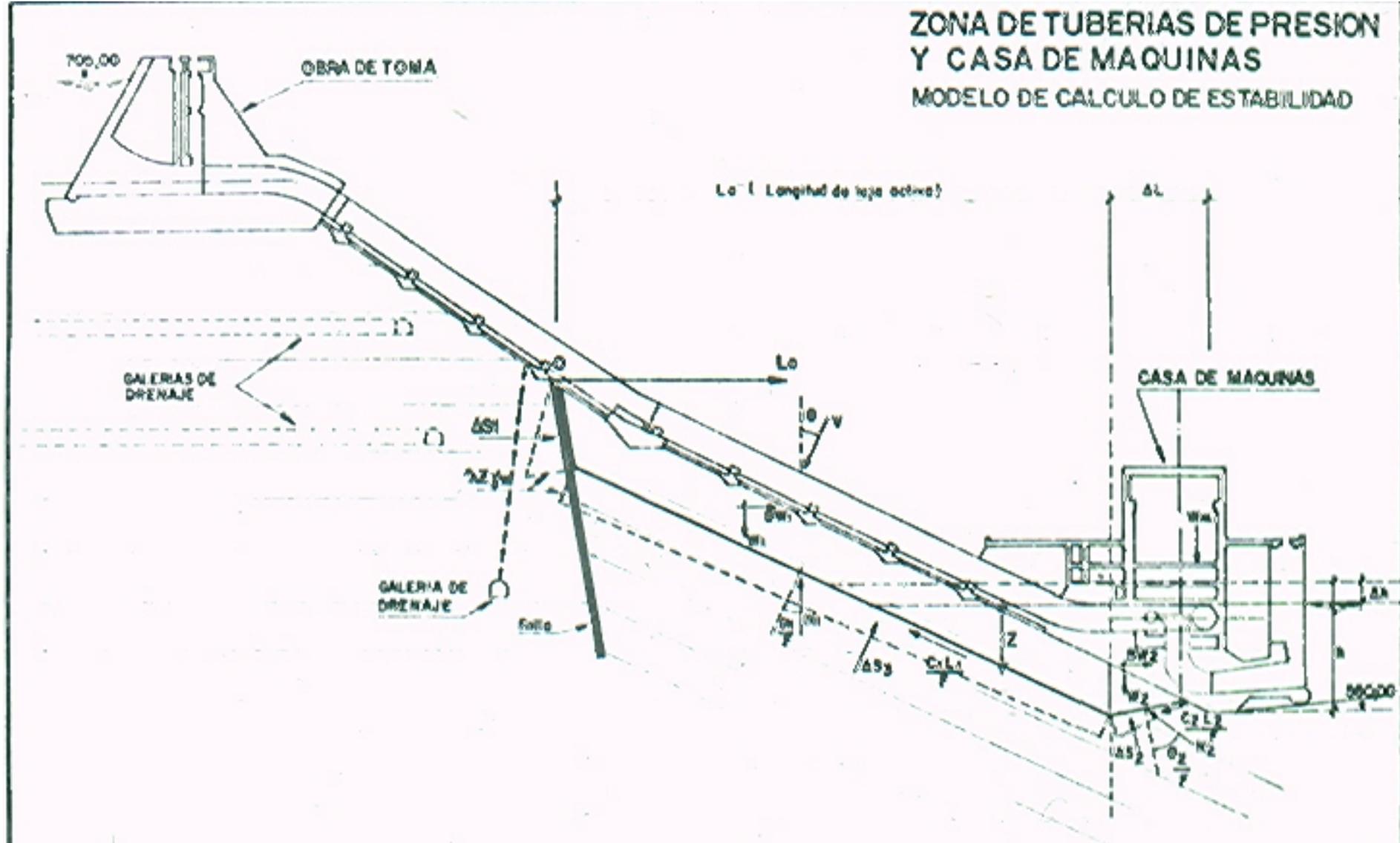




# Galería de exploración – Estratos de Pelitas

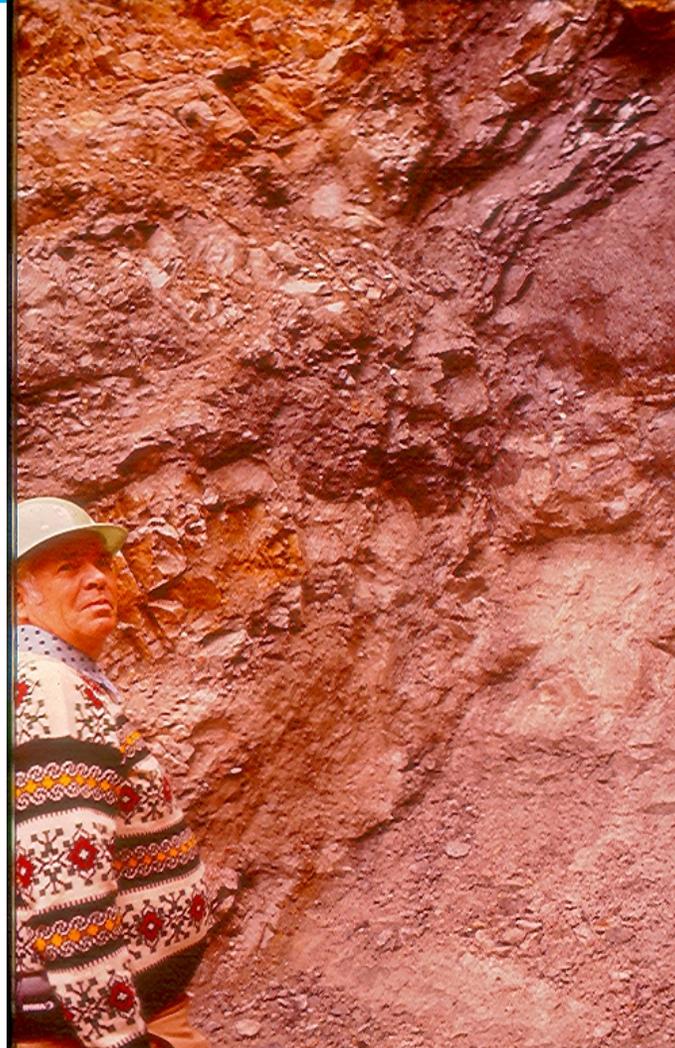






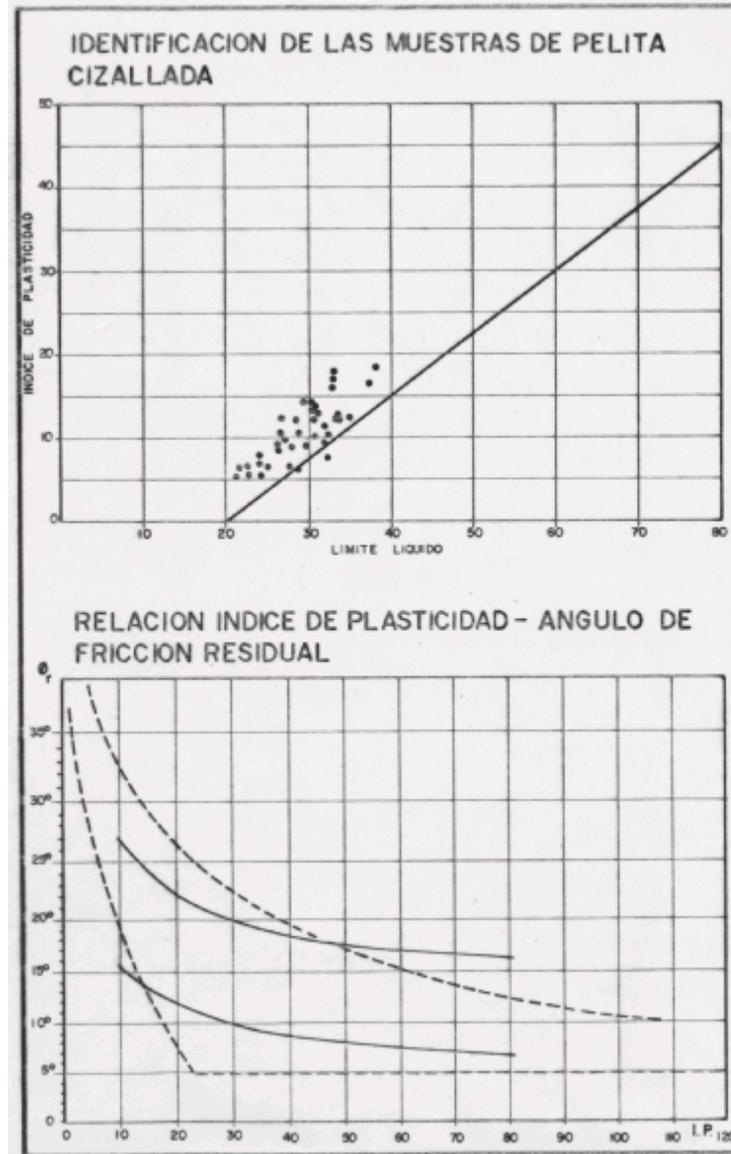


# Zona de falla-Margen izquierda





# Problemas Geotecnicos en la Construccion de Presas Argentinas





# Modificaciones de Diseño

- Aliviadero, Sustitución del Salto de Ski por pileta de quietamiento

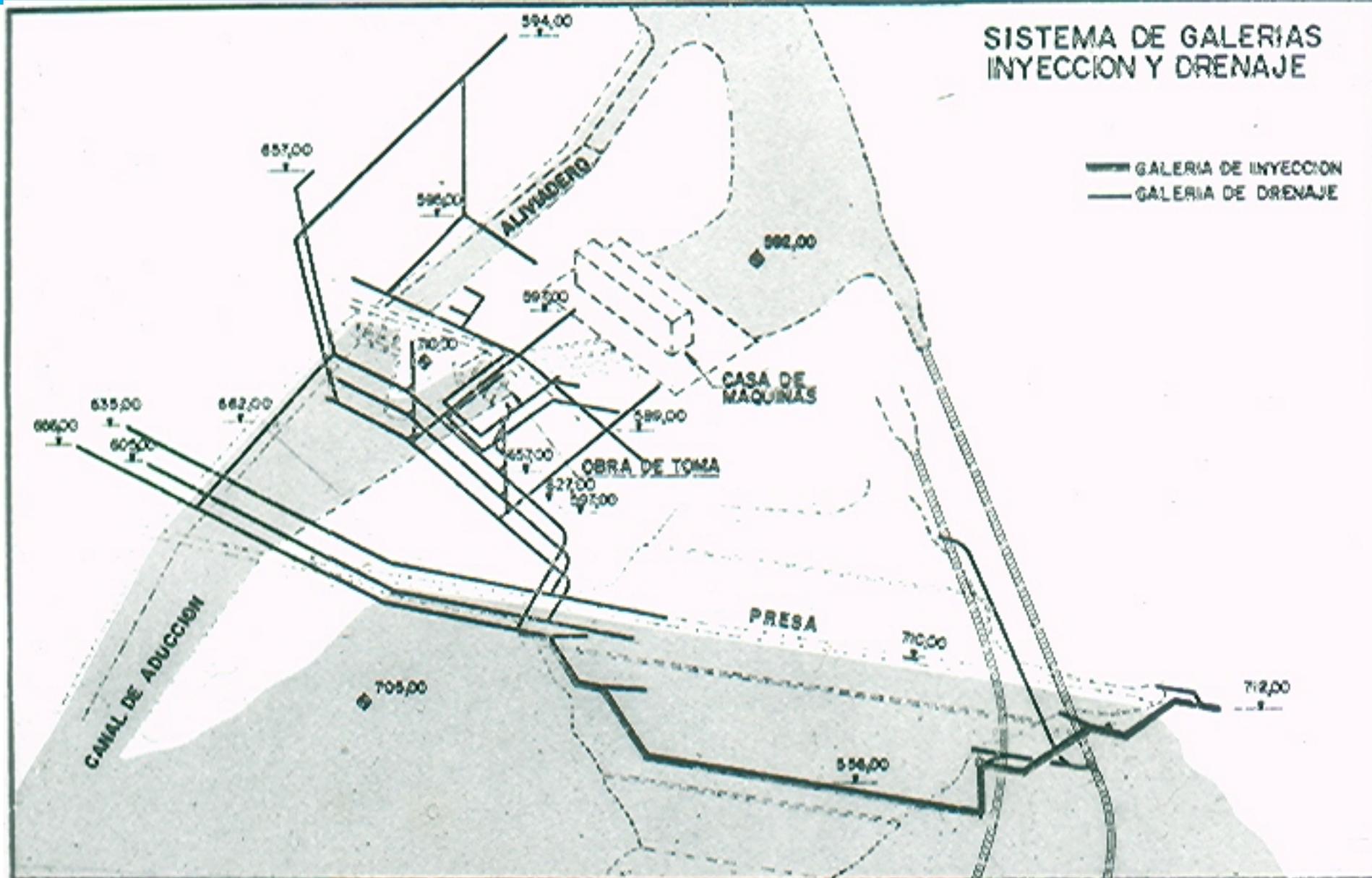


# Tareas de Remediación

- 5 km Galerías de Drenaje
- 30.000 metros de Drenes, 150.000 m<sup>2</sup> de Pantallas Drenantes
- 500 Anclajes Postesados, de 100 y 60 Tn de Capacidad
- 1.000.000 m<sup>3</sup> de Excavación



# Problemas Geotecnicos en la Construccion de Presas Argentinas





# 3° TALLER HISPANO – ARGENTINO DE SEGURIDAD DE PRESAS

## Problemas Geotecnicos en la Construccion de Presas Argentinas





# Casa de Piedra

## Características Generales

- Presa de Tierra. Altura Máxima 54 m
- Longitud de Coronamiento
  - 11 km, en Margen Izquierda 7 km
- Comitente: Ente Casa de Piedra
- Proyectista: IATASA, TAMS, S.Alexander Gibb.
- Contratista Impregilo



# Rasgo Geológico Desfavorable

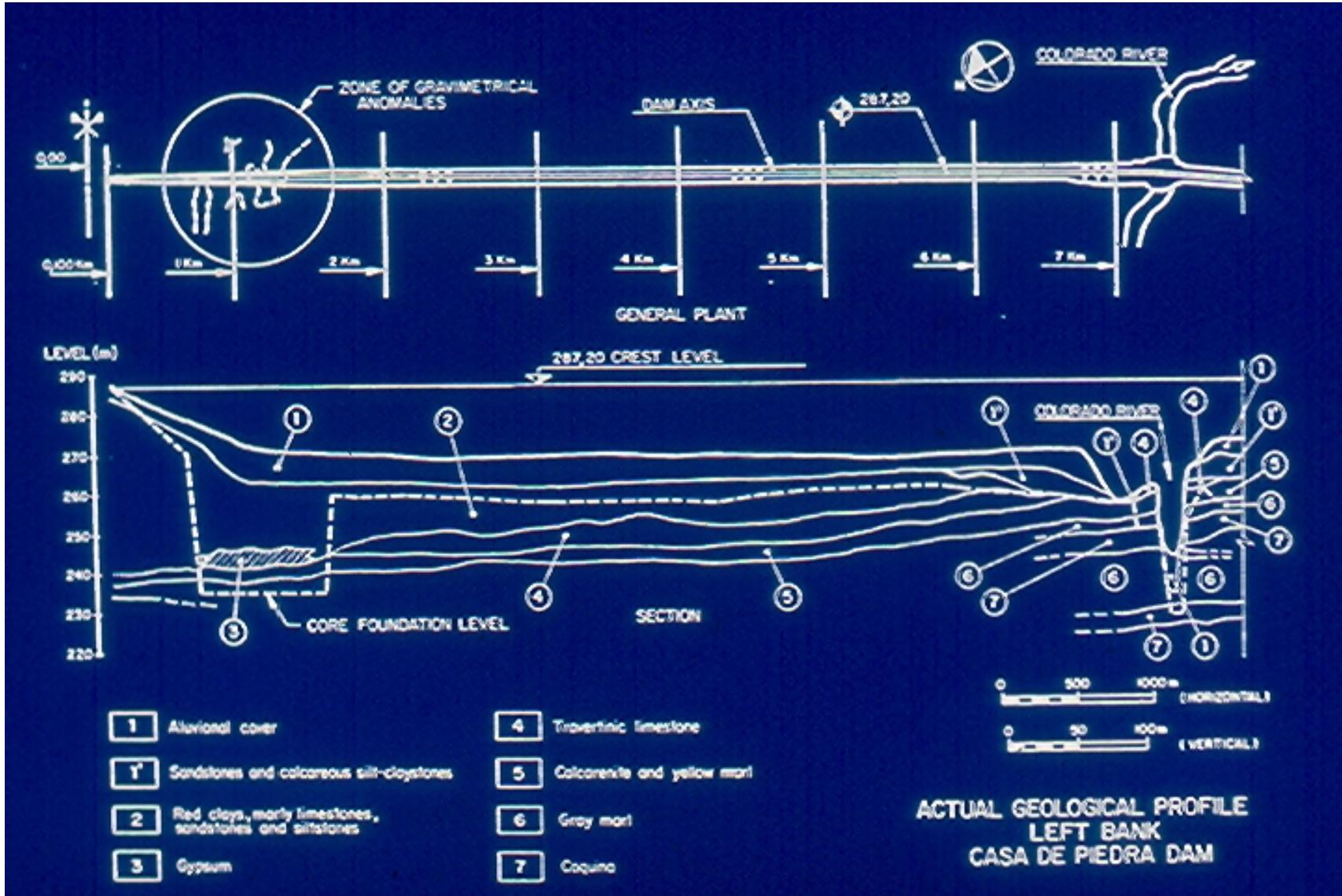
- Banco de Yeso Masivo

800 m de Longitud, en Fundaciones de Margen Izquierda

Detectado durante la construcción



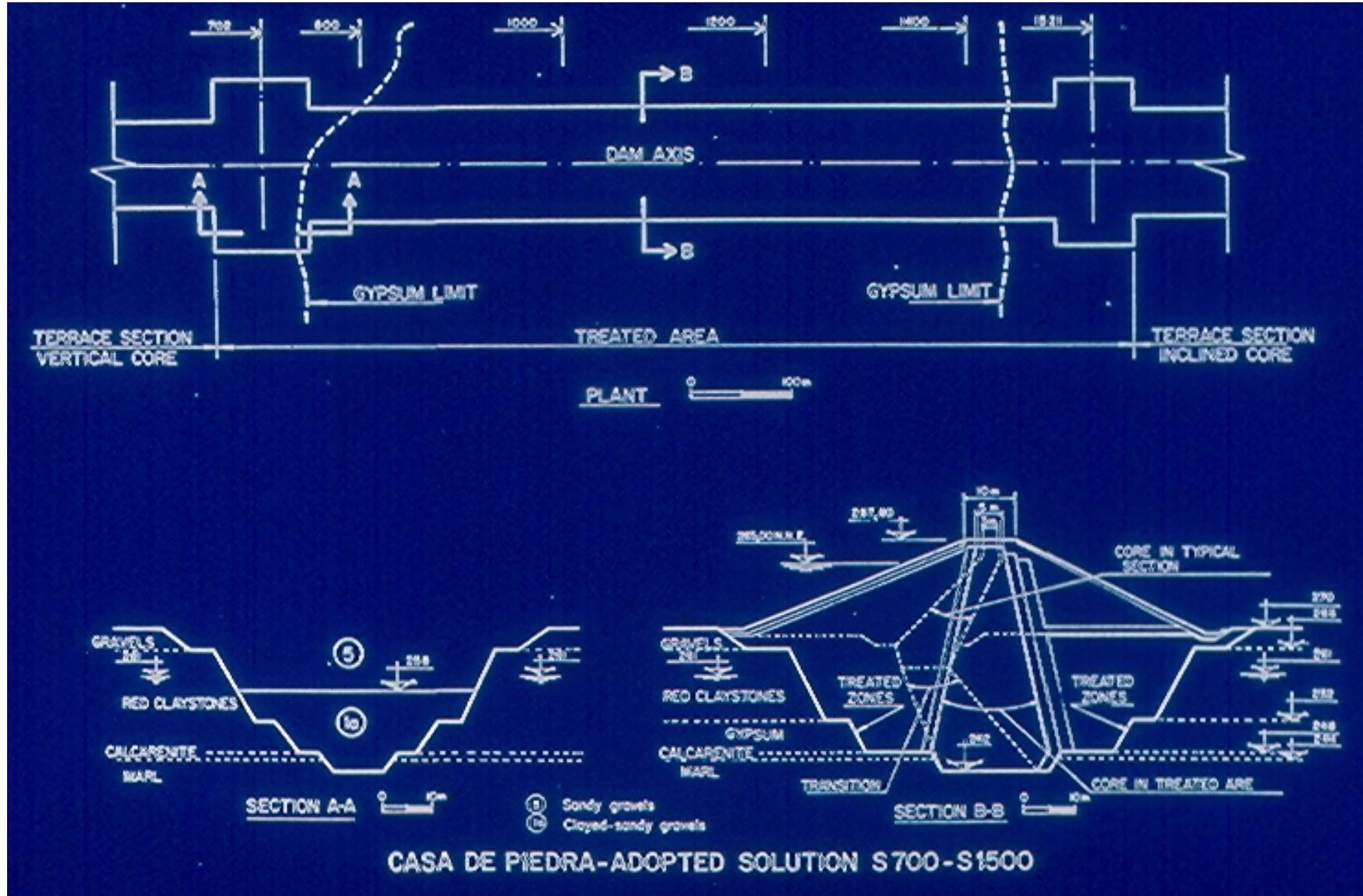
# Problemas Geotecnicos en la Construccion de Presas Argentinas





# Tareas de Remediación

- Exploración Geofísica Especial:
  - Micro gravimetría
  - Sensibilidad 0,5 centigal, 619 est
- Excavación 2.000.000 de m<sup>3</sup>
- Modificación de la Sección de la Presa





# Vista de la Excavación





## Vista de la Excavación





# Caverna en yeso





# Vista parcial de la excavación





# Reparación de Rip-rap





## Reparación de Rip-rap





# Reparación de Rip-rap





# El Chocón

- Presa de Tierra. Altura máxima 92m
- Volumen: 13.000.000 m<sup>3</sup>
- Comité: Hidronor S.A.
- Proyecto y Dirección: Sir Alexander Gibb
- Contratista: Impregilo
- Primer Llenado del Embalse: 1972



# El Chocón - Ubicación





## El Chocón – Vista Aérea





# 3° TALLER HISPANO – ARGENTINO DE SEGURIDAD DE PRESAS

## Problemas Geotecnicos en la Construcción de Presas Argentinas





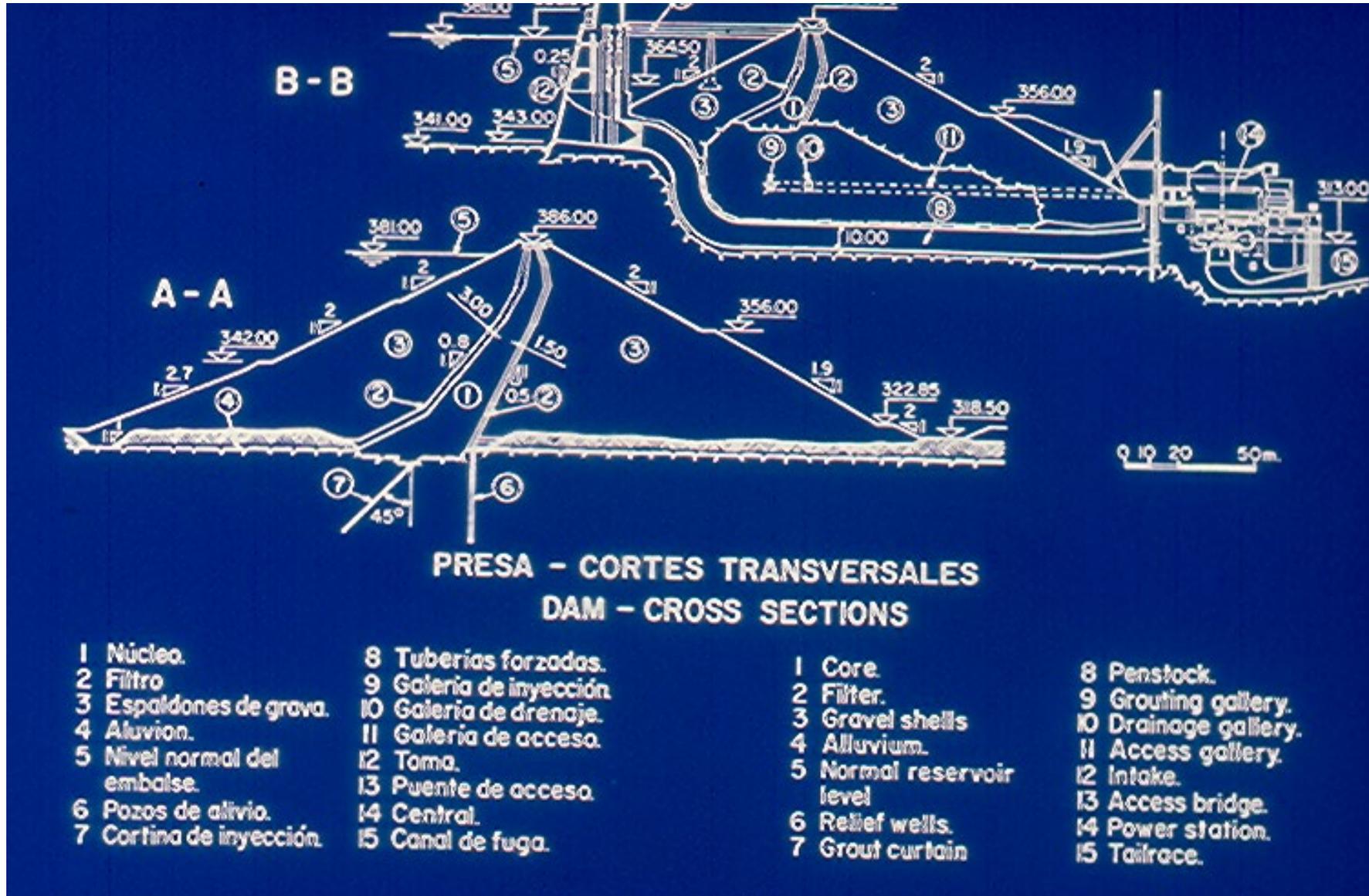
# Rasgo Desfavorable

- Altos Niveles Piezométricos  
Estribo Margen Derecha detectado en 1982, luego de 10 años de la operación



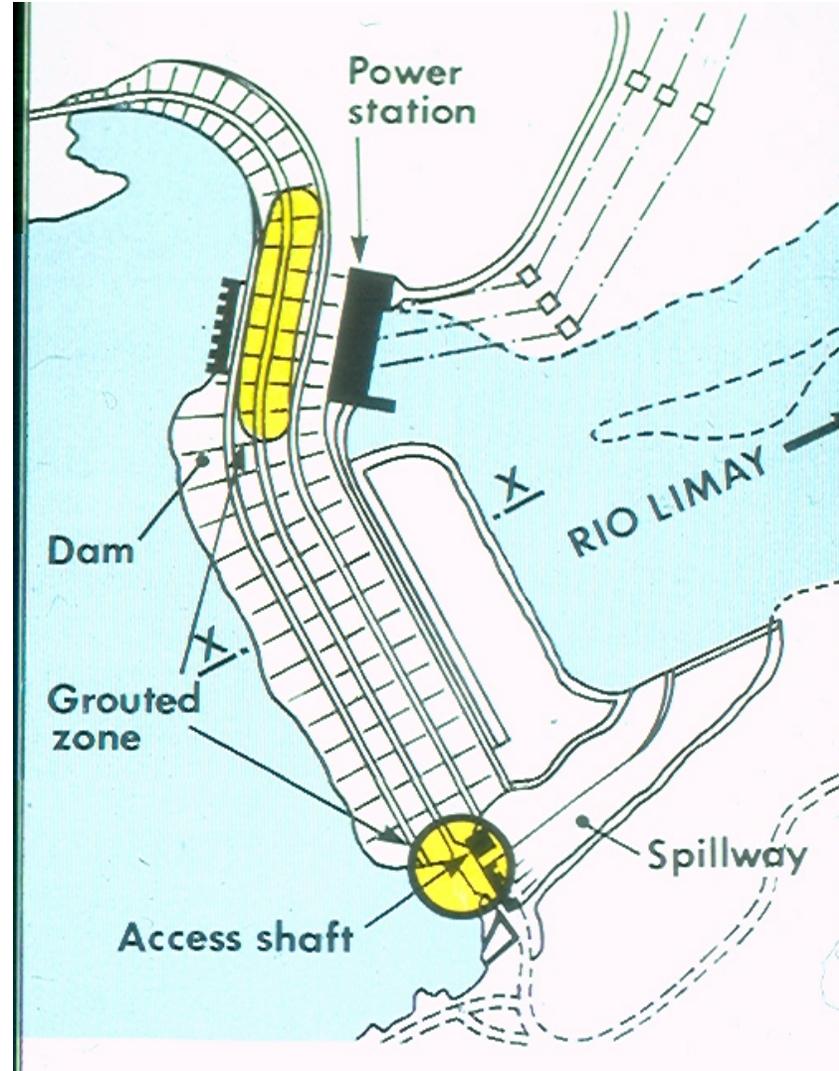
# Tareas de Remediación

- Excavacion de Piques y Galerías para Inyecciones y Drenes en varias etapas: 1992-1994
- Galería para Inyección y Drenaje bajo la Presa: Inicio 1996





# Áreas de tratamiento



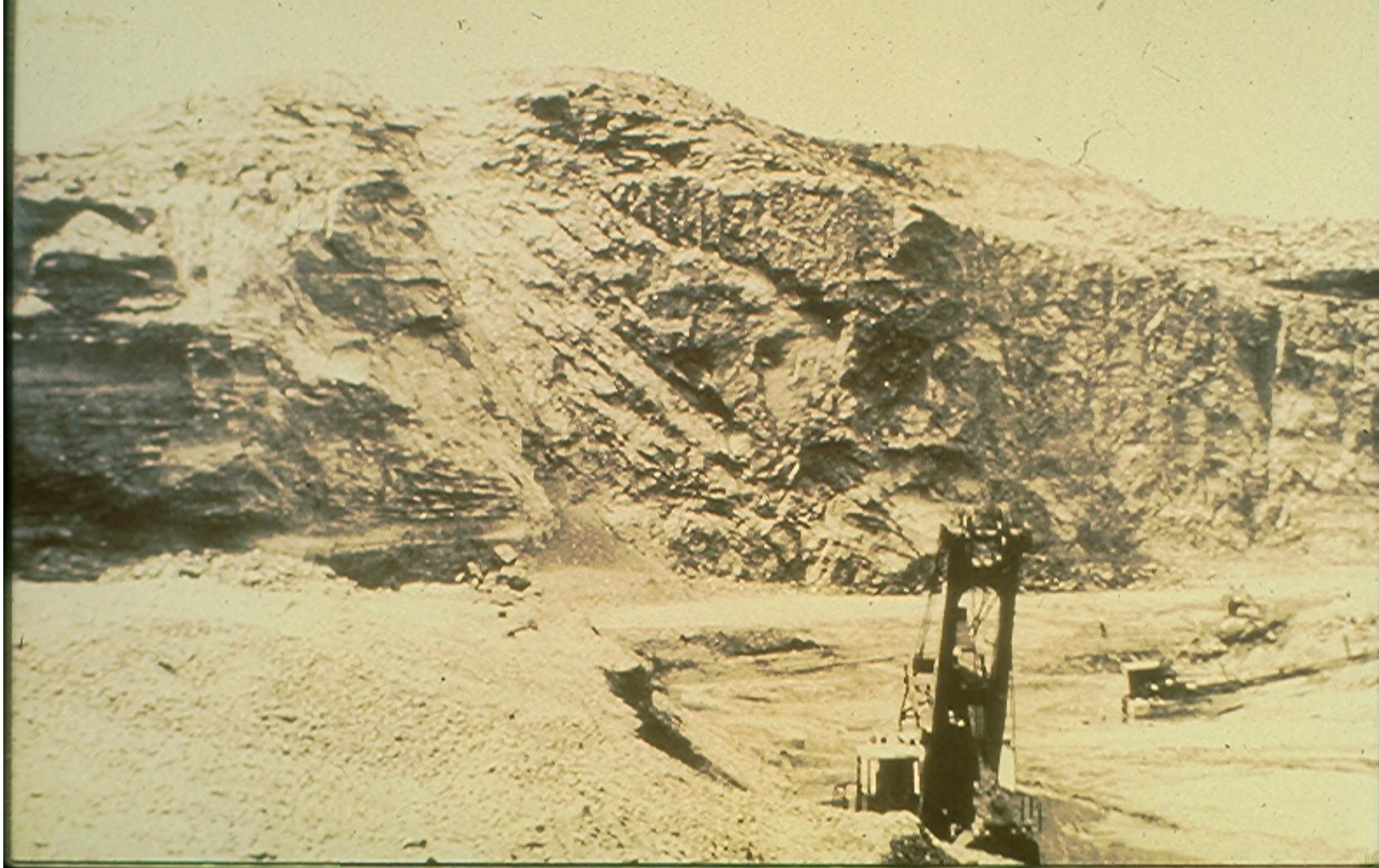


# Estribo derecho de la presa - Aliviadero





# Estribo derecho de la presa





**CAF**  
BANCO DE DESARROLLO  
DE AMÉRICA LATINA



3° TALLER HISPANO – ARGENTINO DE SEGURIDAD DE PRESAS

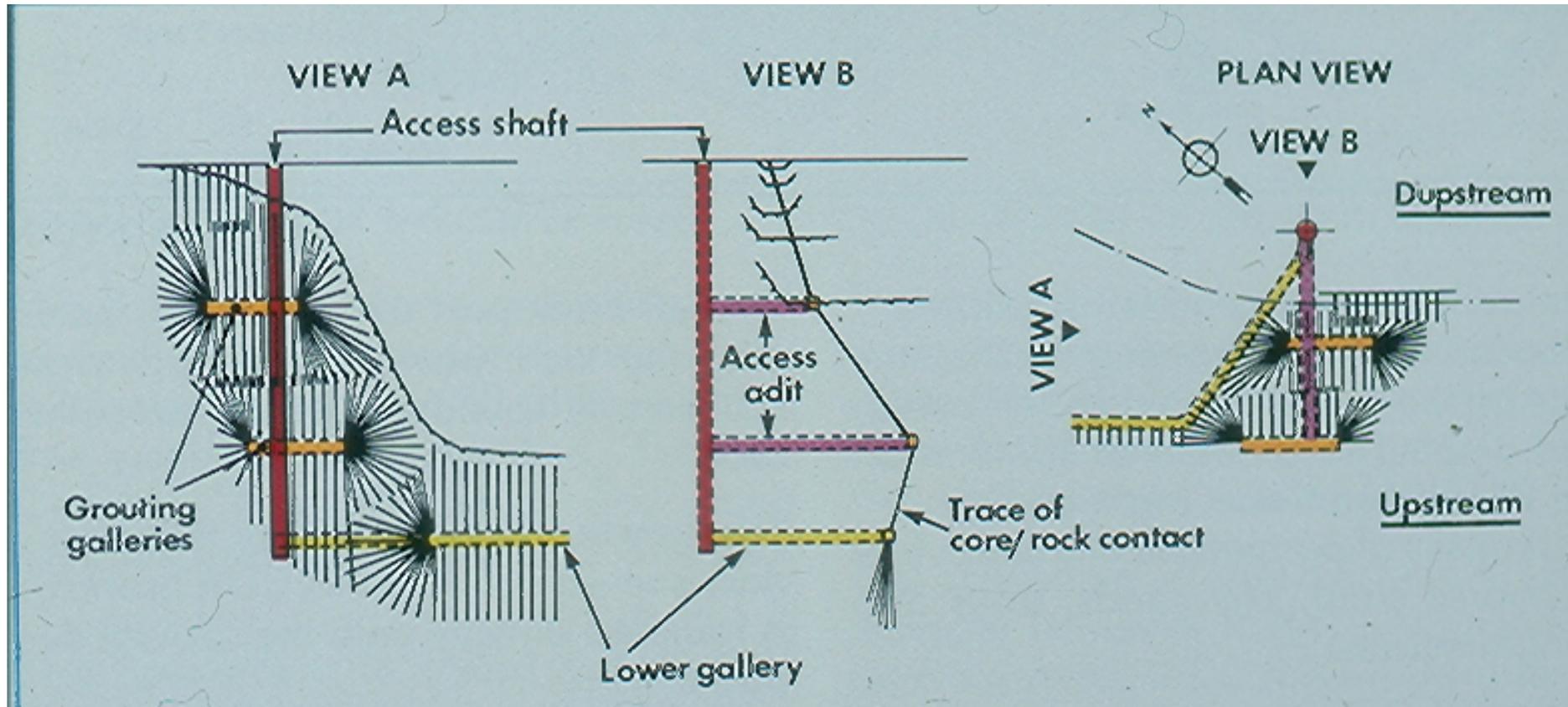
Problemas Geotecnicos en la Construccion de Presas Argentinas

# Estribo derecho de la presa



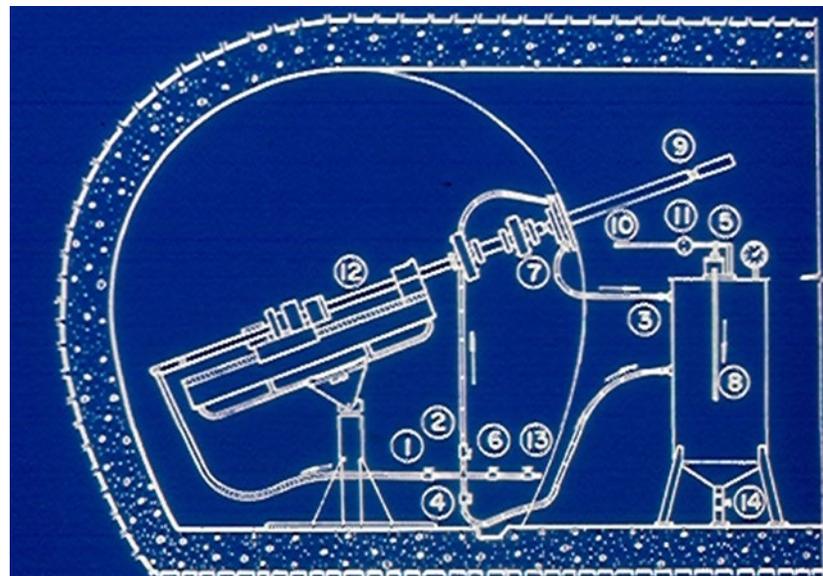


# Tareas en margen derecha de la presa – pozos de acceso





# Inyecciones desde galería



GALERIA, ESTACION DE TRABAJO  
GALLERY, WORKING STATION

- |  |   |
|--|---|
| 1. Válvula para tubería de perforación.                            | 1. Valve for drill pipe.                        |
| 2. Válvula para tubería de compensación de presión.                | 2. Valve for pressure compensation pipe.        |
| 3. Válvula de retorno.   | 3. Return valve.                                |
| 4. Válvula de llenado.   | 4. Filling valve.                               |
| 5. Válvula de alivio para el dispositivo de regulación de presión. | 5. Relief valve for pressure regulating device. |
| 6. Válvula de alivio.  | 6. Relief valve.                                |
| 7. Válvula de doble compuerta (Sas).                               | 7. Double gate valve (Sas).                     |
| 8. Recipiente de presión.  | 8. Pressure vessel.                             |
| 9. Válvula de control.   | 9. Check valve.                                 |
| 10. Brazo de báscula.  | 10. Lever arm.                                  |
| 11. Peso deslizante.   | 11. Sliding weight.                             |
| 12. Máquina perforadora.   | 12. Drilling rig.                               |
| 13. Válvula principal para la alimentación de agua.                | 13. Main water supply valve.                    |
| 14. Válvula de purga.  | 14. Drain valve.                                |



# RASGOS GENERALES

- Areniscas débiles, con estratificación subhorizontal. Presencia de discontinuidades abiertas por relajación de tensiones en las paredes y en el fondo del valle
- Presencia de discontinuidades horizontales y subverticales rellenas con materiales solubles, especialmente yeso.
- Las aguas del río Limay, químicamente activas con alta capacidad de disolución



# RASGOS DE DISEÑO

- Nariz de roca entre presa y vertedero incrementa los rasgos geológicos desfavorables
- Taludes de excavación ( $70^\circ$ ) y trinchera de caras ortogonales en apoyo derecho. Difícil de realizar en rocas
- Ausencia de filtro en la cara agua abajo. Asumiendo condiciones ideales de contacto y roca sin discontinuidades
- Núcleo inclinado relativamente delgado. Varios cambios de talud. Incremento de la posibilidad de efecto arco (dispersividad)
- Tratamiento de fundaciones: cortina de inyecciones de una línea vertical. Mezclas en función de tomas, pero en general inestables y magras.



# RASGOS DE CONSTRUCCIÓN

- Reactivación de grietas y discontinuidades. Cambio de geometría de taludes y forma de trinchera en apoyo derecho por efecto de voladuras
- Tratamiento de inyecciones: insuficiente en el fondo del valle y totalmente inadecuado en el apoyo derecho.



# CONSECUENCIAS

- Efecto local de arco y subsecuente agrietamiento del núcleo en el contacto del apoyo derecho
- Erosión interna del núcleo en la margen derecha
- Problema potencial de erosión interna del núcleo en el valle, especialmente en las proximidades de los apoyos