

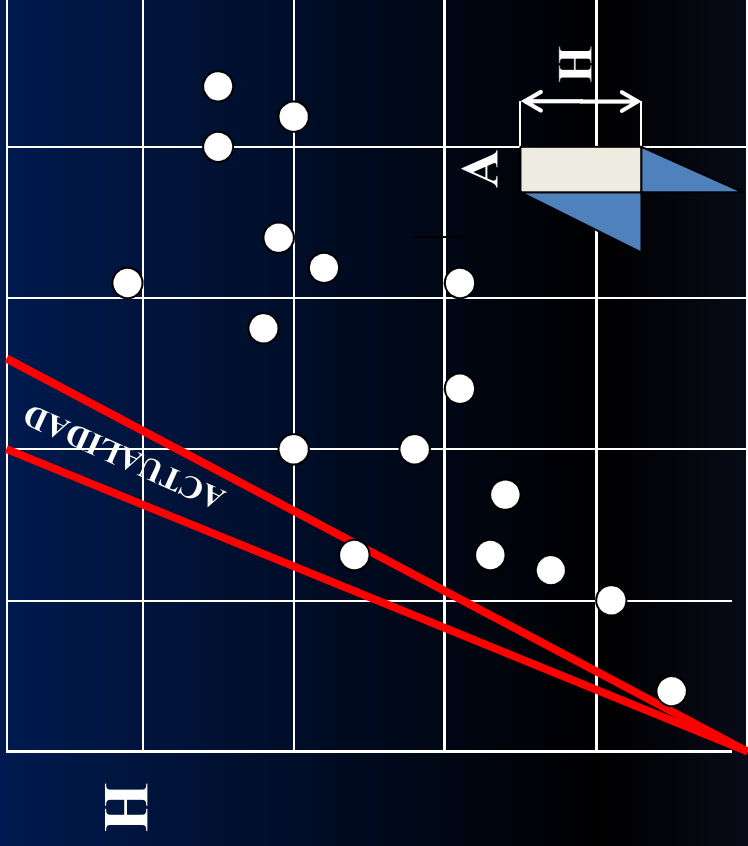
# SEGURIDAD DE PRESAS

*Algunas experiencias*

*Su consideración en ICOLD*

Ing. Francisco Giuliani

## PRESAS DE GRAVEDAD ROMANAS



SAZILLY  
DELOCRE  
RANKINE  
BOUVIER  
PELLETRAU  
COVENTRY  
KRANTZ  
CRUGNOLA  
HALACHER  
GUILLEMAIN  
HETIER  
ATCHERLEY

*La seguridad de una presa depende del cumplimiento de dos condiciones :*

- 1) Las presiones soportadas por la mampostería o por su fundación no deben exceder de cierto límite*
- 2) No debe existir ninguna posibilidad de que se produzca un deslizamiento a través de la mampostería o de su fundación*

*M. de Sazilly*

*“Annales des Ponts et Chaussée” 1853*





HOOVER DAM (1931–1935) Altura 221m. 750M U\$\$

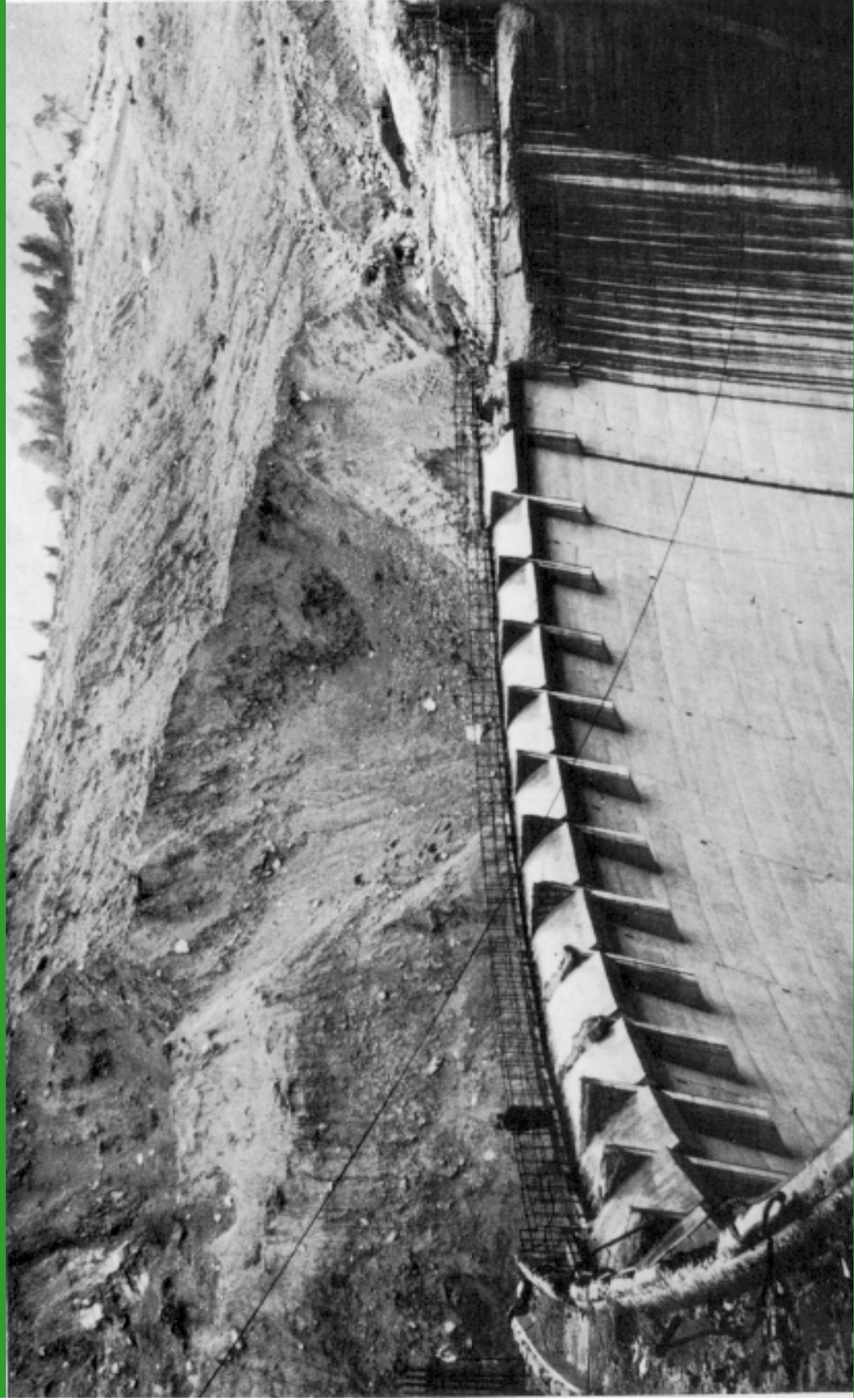
## ALGUNAS CATÁSTROFES

<i>Presa</i>	<i>País</i>	<i>Año</i>	<i>Muertes</i>
<i>St. FRANCIS</i>	<i>E.U.</i>	<i>1928</i>	<i>450</i>
<i>MALPASSET</i>	<i>Francia</i>	<i>1959</i>	<i>421</i>
<i>VEGA DE TERA</i>	<i>España</i>	<i>1959</i>	<i>144</i>
<i>OROS</i>	<i>Brasil</i>	<i>1960</i>	<i>1000</i>
<i>PANSHET</i>	<i>India</i>	<i>1961</i>	<i>4000</i>
<i>BALDWIN HILLS</i>	<i>E.U.</i>	<i>1963</i>	<i>5</i>
<i>BUFFALO CREEK</i>	<i>E.U.</i>	<i>1972</i>	<i>125</i>
<i>MACHHU II</i>	<i>India</i>	<i>1979</i>	<i>2000</i>
<i>VAIONT</i>	<i>Italia</i>	<i>1963</i>	<i>2600</i>
<i>FRIAS</i>	<i>Argentina</i>	<i>1970</i>	<i>44</i>
<i>TETON</i>	<i>E.U.</i>	<i>1976</i>	<i>14</i>





*Vega de Tera. España. 10/01/1959. 144 muertos*



*Vaiont. Italia. 9/10/1963. 2600 desaparecidos*





09-04-07 11:00 AM - 11:10 AM - 11:20 AM - 11:30 AM - 11:40 AM - 11:50 AM - 12:00 PM - 12:10 PM - 12:20 PM - 12:30 PM - 12:40 PM - 12:50 PM - 1:00 PM - 1:10 PM - 1:20 PM - 1:30 PM - 1:40 PM - 1:50 PM - 2:00 PM - 2:10 PM - 2:20 PM - 2:30 PM - 2:40 PM - 2:50 PM - 3:00 PM - 3:10 PM - 3:20 PM - 3:30 PM - 3:40 PM - 3:50 PM - 4:00 PM - 4:10 PM - 4:20 PM - 4:30 PM - 4:40 PM - 4:50 PM - 5:00 PM - 5:10 PM - 5:20 PM - 5:30 PM - 5:40 PM - 5:50 PM - 6:00 PM - 6:10 PM - 6:20 PM - 6:30 PM - 6:40 PM - 6:50 PM - 7:00 PM - 7:10 PM - 7:20 PM - 7:30 PM - 7:40 PM - 7:50 PM - 8:00 PM - 8:10 PM - 8:20 PM - 8:30 PM - 8:40 PM - 8:50 PM - 9:00 PM - 9:10 PM - 9:20 PM - 9:30 PM - 9:40 PM - 9:50 PM - 10:00 PM - 10:10 PM - 10:20 PM - 10:30 PM - 10:40 PM - 10:50 PM - 11:00 PM

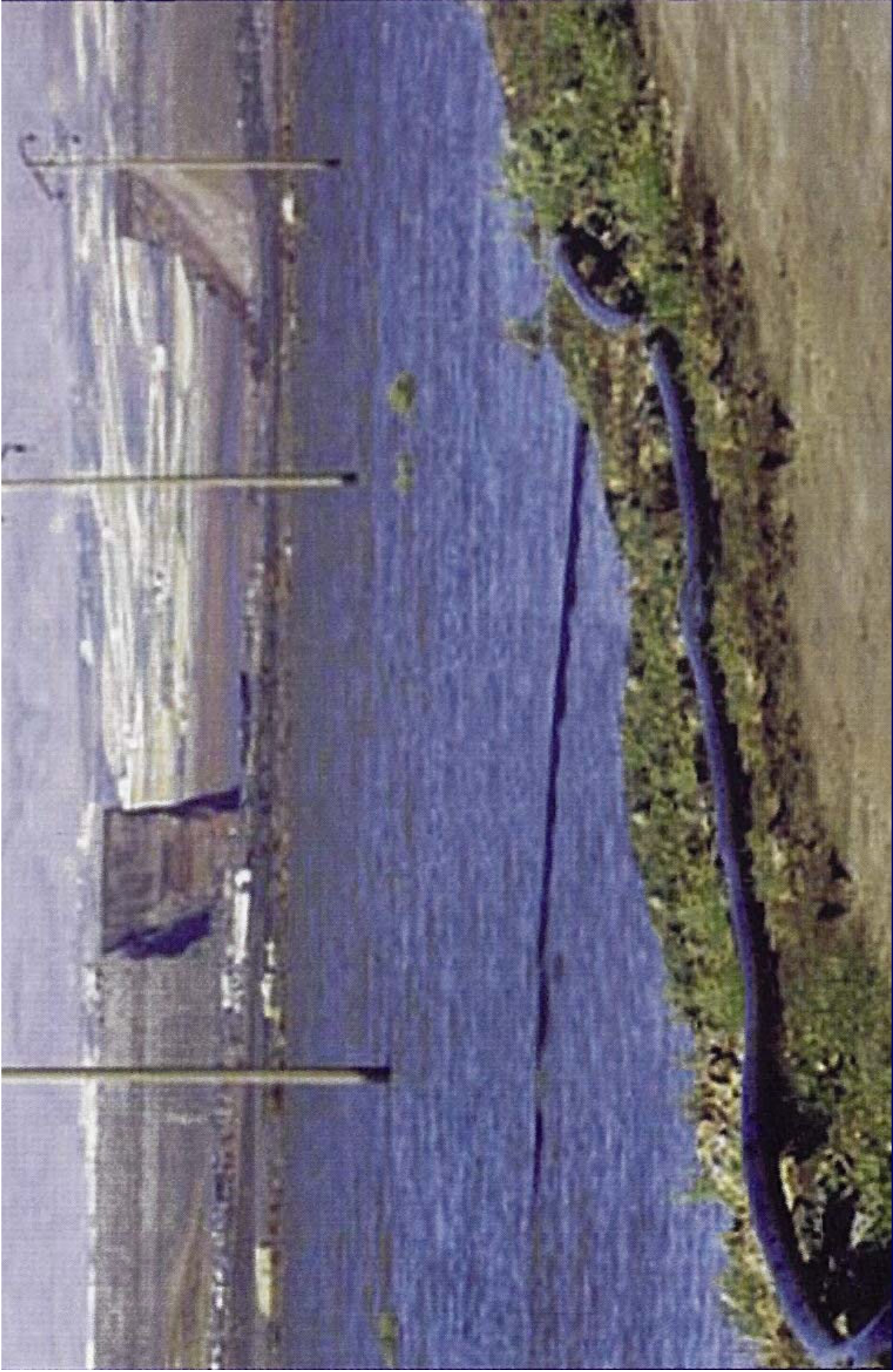






TETON DAM 1976 . 14 muertos



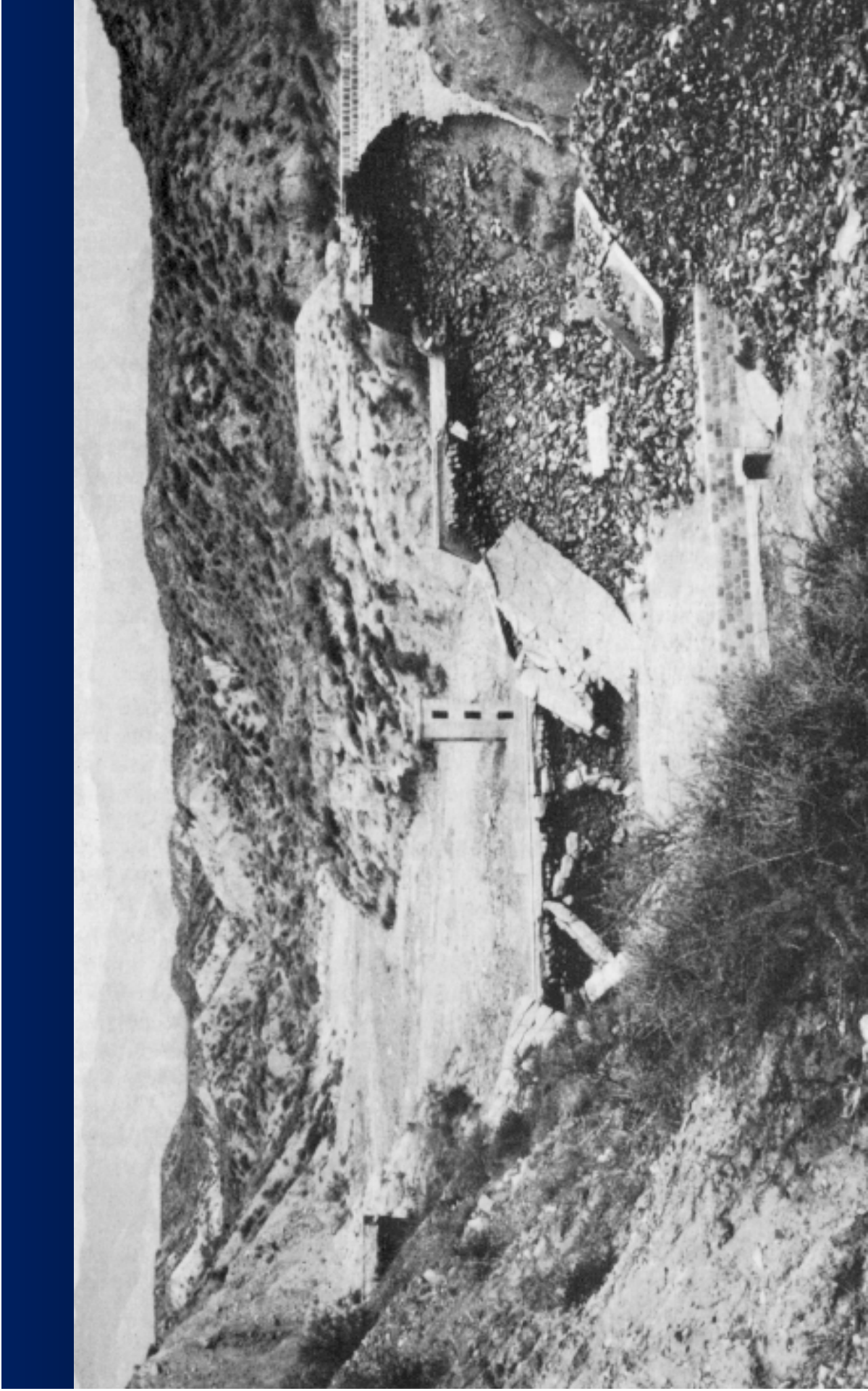


**Zeizoun dam, Siria, 4/6/2002, 22 muertos**



PRESAS DE SAGUENAY, CANADA, 5/08/1996, VÍCTIMAS Y DAÑOS





**FRIAS Argentina 4/1/1970**  
**42 muertos**



Anillaco. La Rioja, Argentina  
16 de julio de 2000



# Antecedentes Legislativos

- *1877 - Ley Federal de Policía del Agua de Suiza*
- *1920 - Normas italianas de seguridad de presas*
- *1929 - Ley de presas del Estado de California, E.U.*
- *1930 - Ley de embalses . Reino Unido*
- *1960 - Leyes francesas, italianas y americanas*
- *1975 - Nueva Ley de Embalses. Inglaterra*
- *1975 - Ley 92-367 de Estados Unidos*
- *1977 - Decreto del Presidente Carter. FEMA*
- *1981 - Normativa de seguridad de presas. Noruega (RA)*
- *1988 – Ley del Agua. China*
- *1999 - Dam Safety Act. Quebec, Canadá*



# PRÁCTICA TRADICIONAL DETERMINISTA

*Estándares. Experiencia. Factores de Seguridad*

*Seguridad Estructural*

*Seguridad Operativa*

*Previsiones frente a Emergencias*

**REMOTE SENSING FOR RESERVOIR  
WATER QUALITY MANAGEMENT**

*Examples of initiatives*

**TÉLÉDETECTION POUR LA GESTION  
DE LA QUALITÉ DE L'EAU DES RETENUES**

*Exemples d'initiatives*

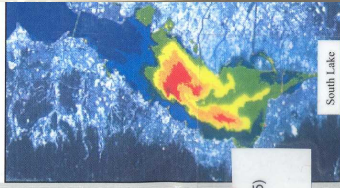
**DAM FOUNDATIONS**

*Geologic considerations. Investigation  
methods. Treatment. Monitoring*

**FONDATIONS DE BARRAGE**

*Considérations géologiques. Méthodes  
d'investigations. Traitement. Auscultation*

**Bulletin**



**DAM SAFETY  
GUIDELINES**

**SÉCURITÉ DES BARRAGES  
RECOMMANDATIONS**

**BULLETIN 59  
1987**



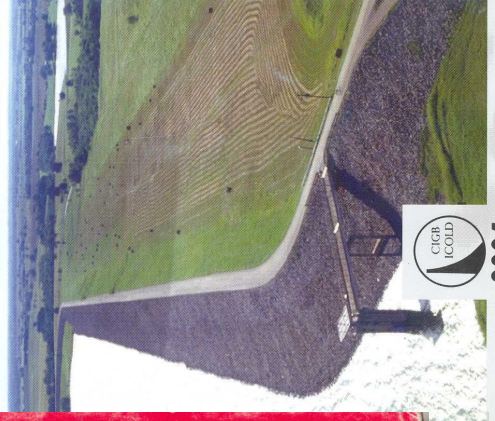
**MANAGEMENT OF RESERVOIR  
QUALITY**

*Guidelines and recommendations*

**DE LA QUALITÉ  
DE L'EAU DES RETENUES**

*Directives et recommandations*

**Bulletin 128**



**2004**

**2005**



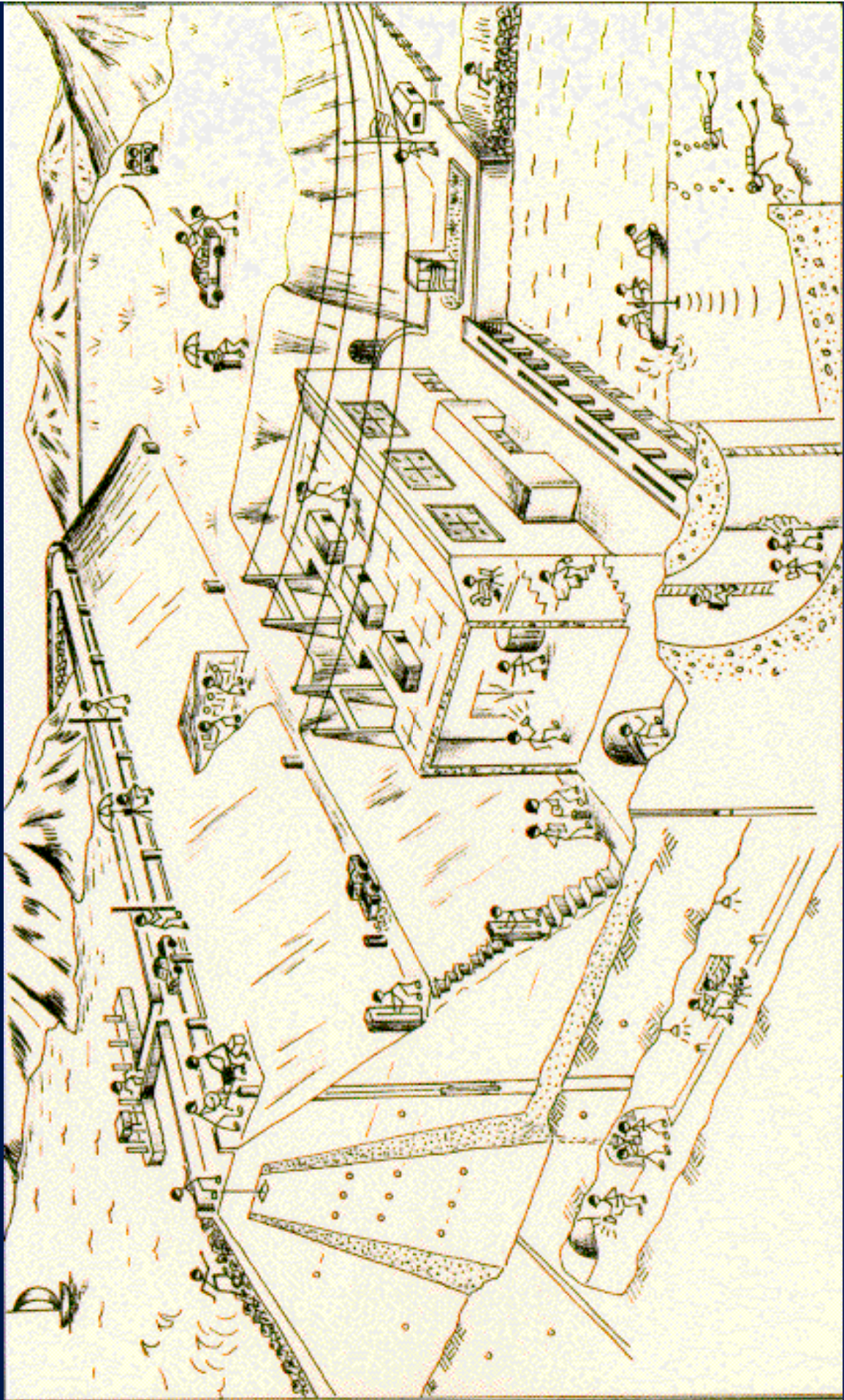
## *SEGURIDAD ESTRUCTURAL*

- B 72 Selecting seismic parameters for large dams*
- B 82 Selection of design flood. Current methods*
- B 88 Rock foundations for dams*
- B 120 Guidelines on design of dams to resist seismic ground motion*
- B 123 Seismic design and evaluation of struct. appurtenant to dams*
- B 125 Dams and floods. Guidelines and case histories*

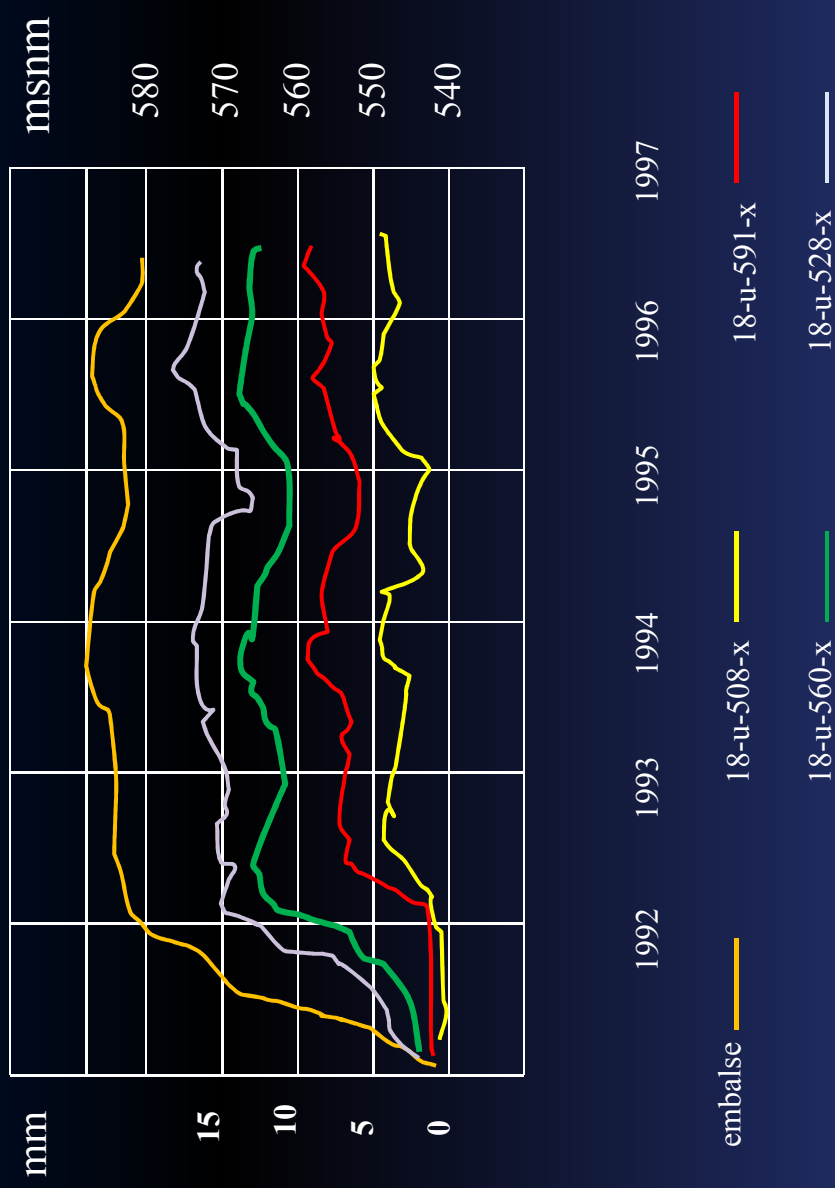
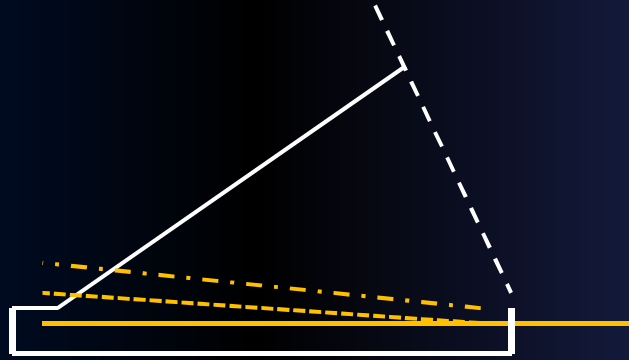


# VIGILANCIA

*Inspecciones y Auscultación*



## MEDICIONES, PROCESAMIENTO Y EVALUACIÓN DE DATOS









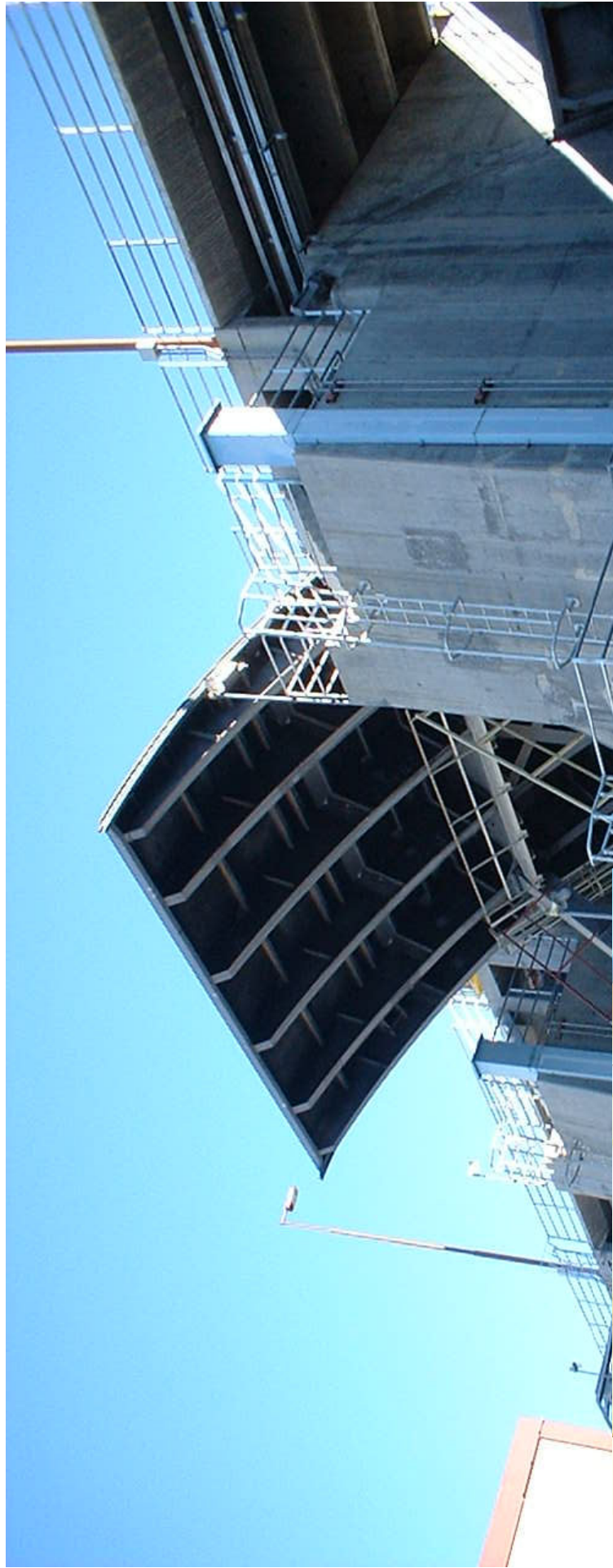
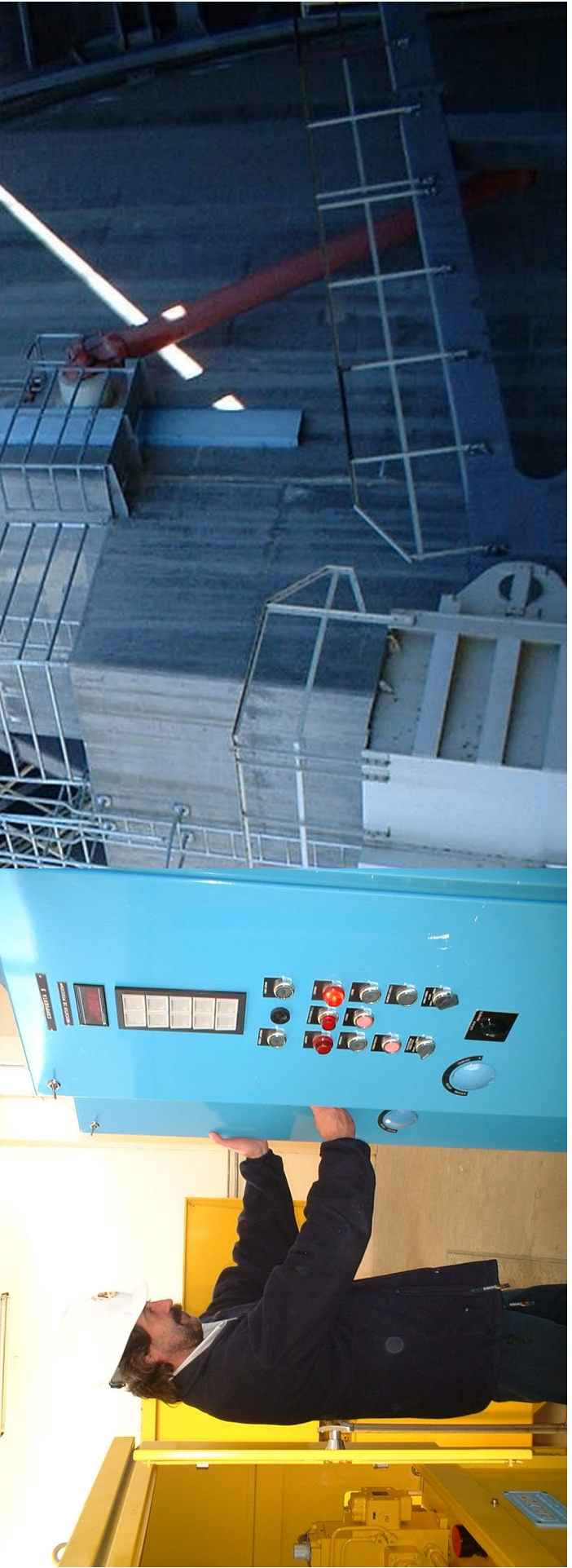












## REVISIONES DE LA SEGURIDAD

- Internas por la Entidad Responsable
- Auditorías por Consultores Independientes



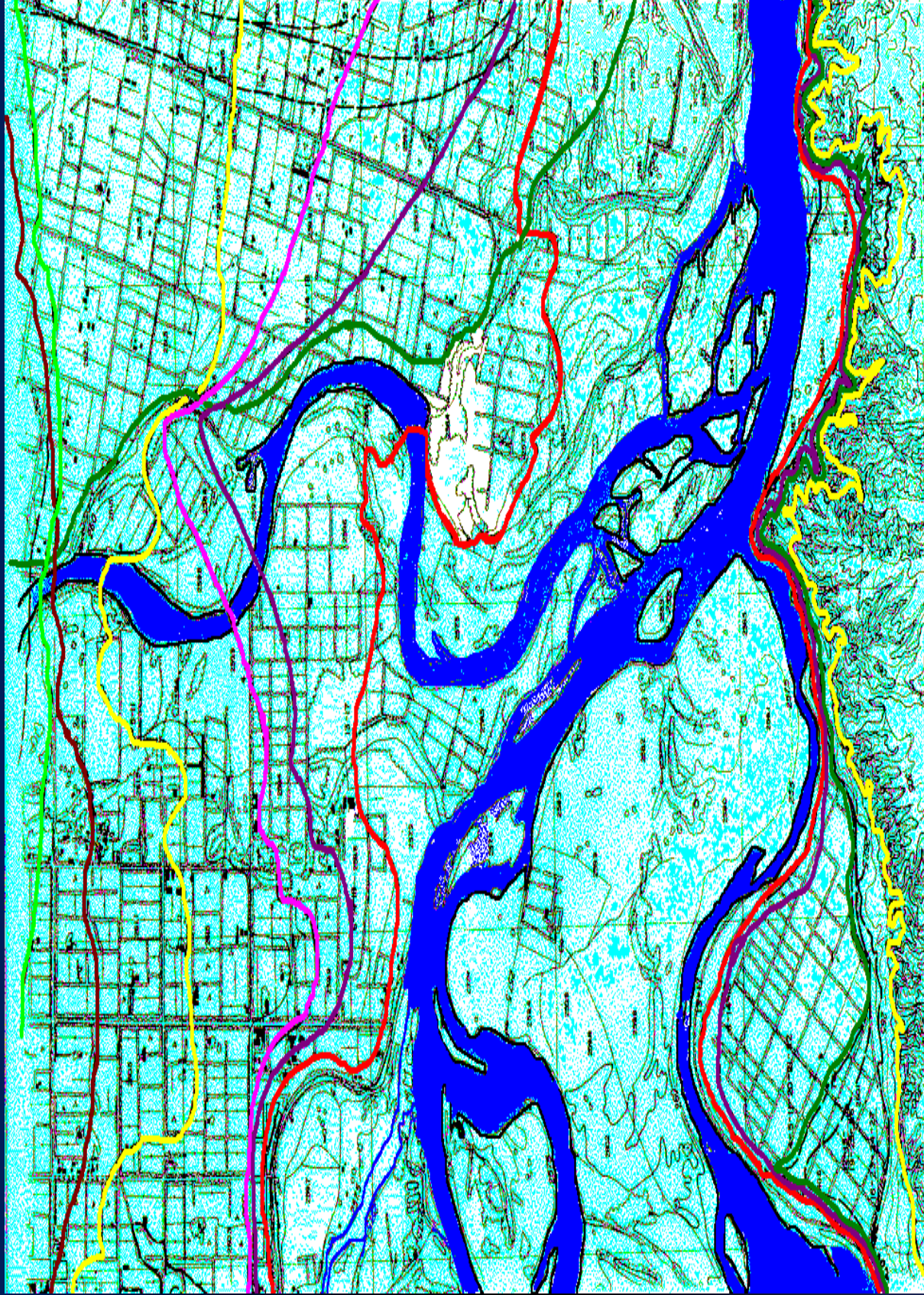






# PLANES DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS

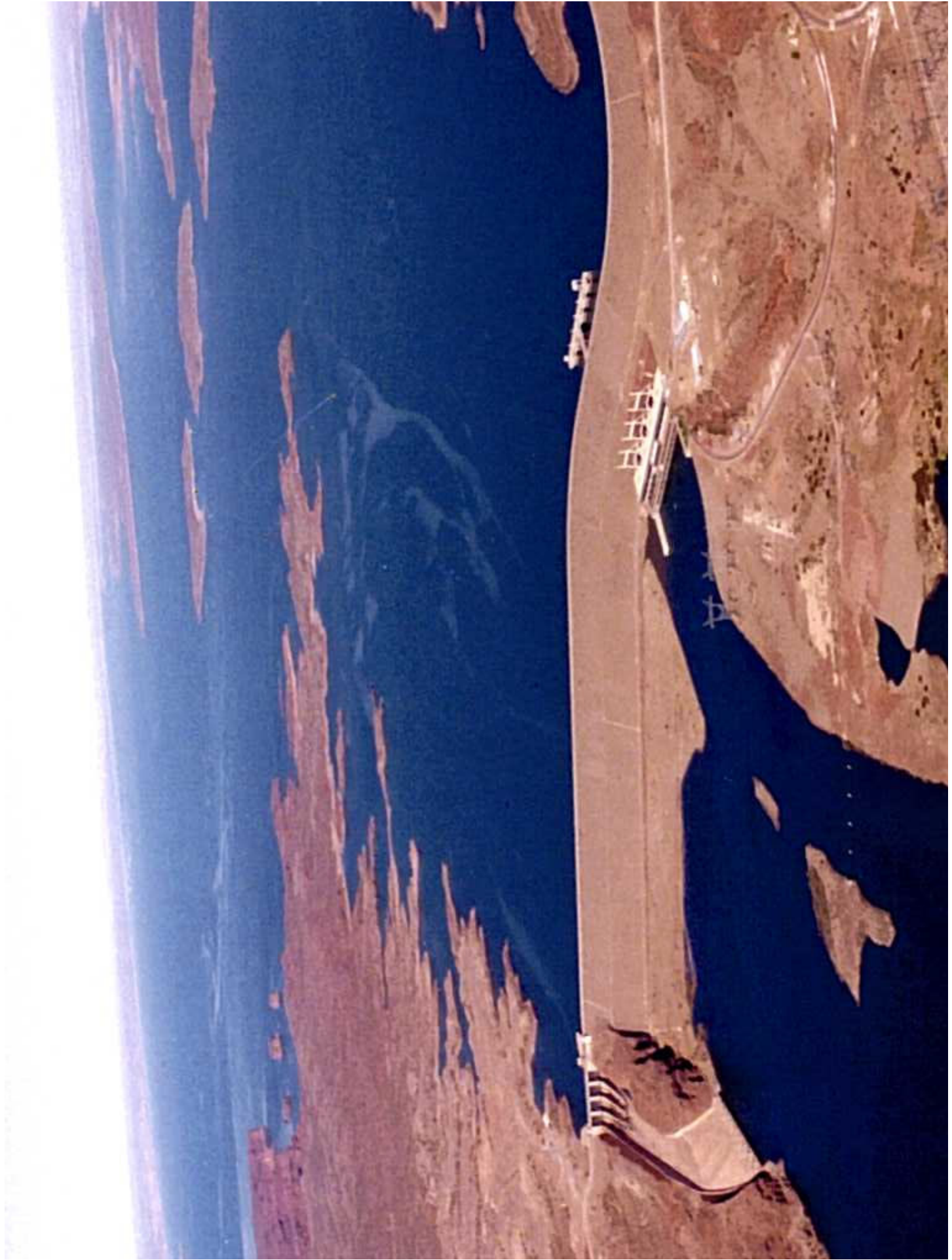
- Detección, evaluación y clasificación de emergencias
- Procedimientos de notificación
- Responsabilidades
- Acciones durante la emergencia
- Mapas de inundación



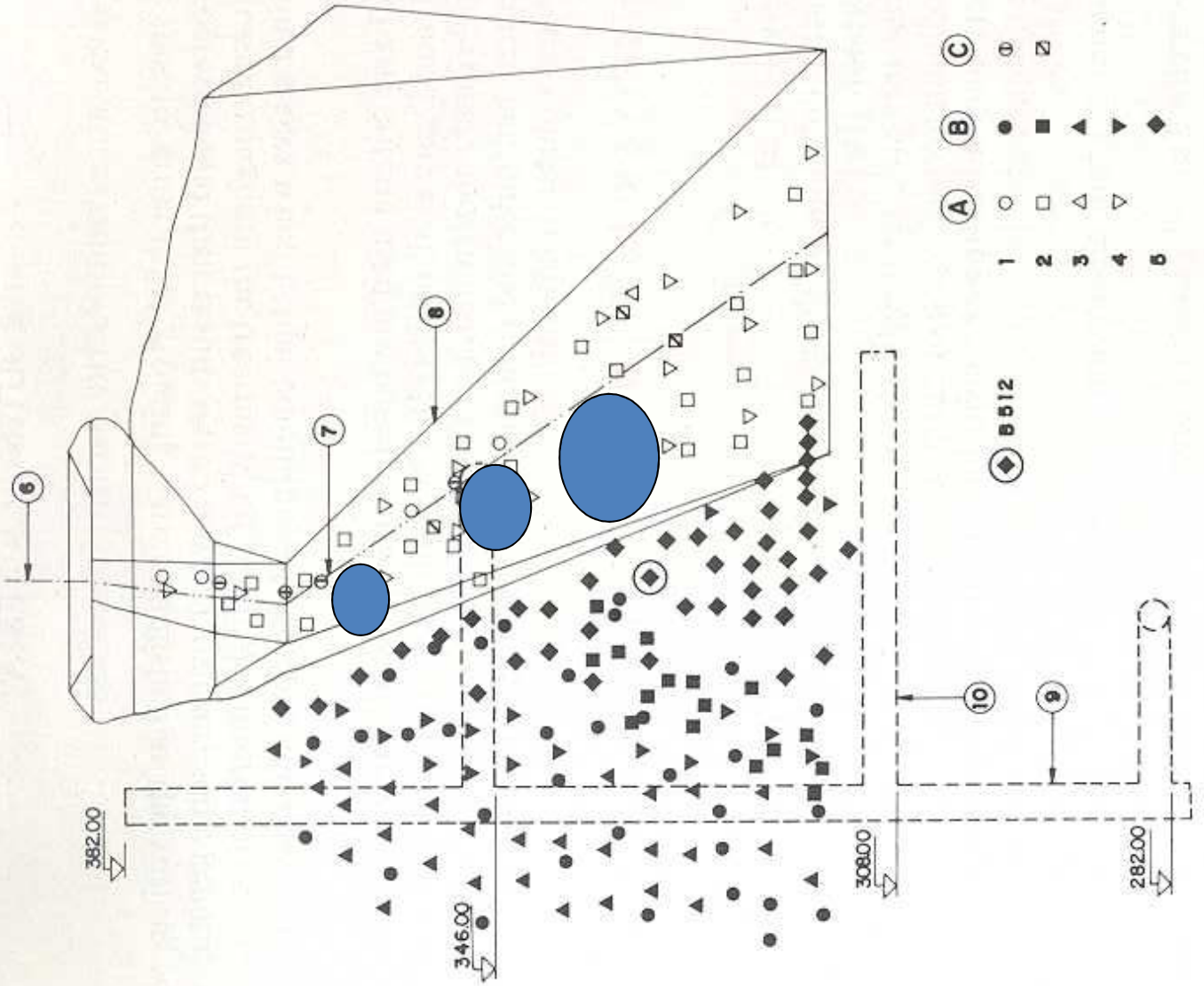
MAPA DE INUNDACIÓN  
ZONA CONFLUENCIA RIOS LIMAY Y NEUQUÉN

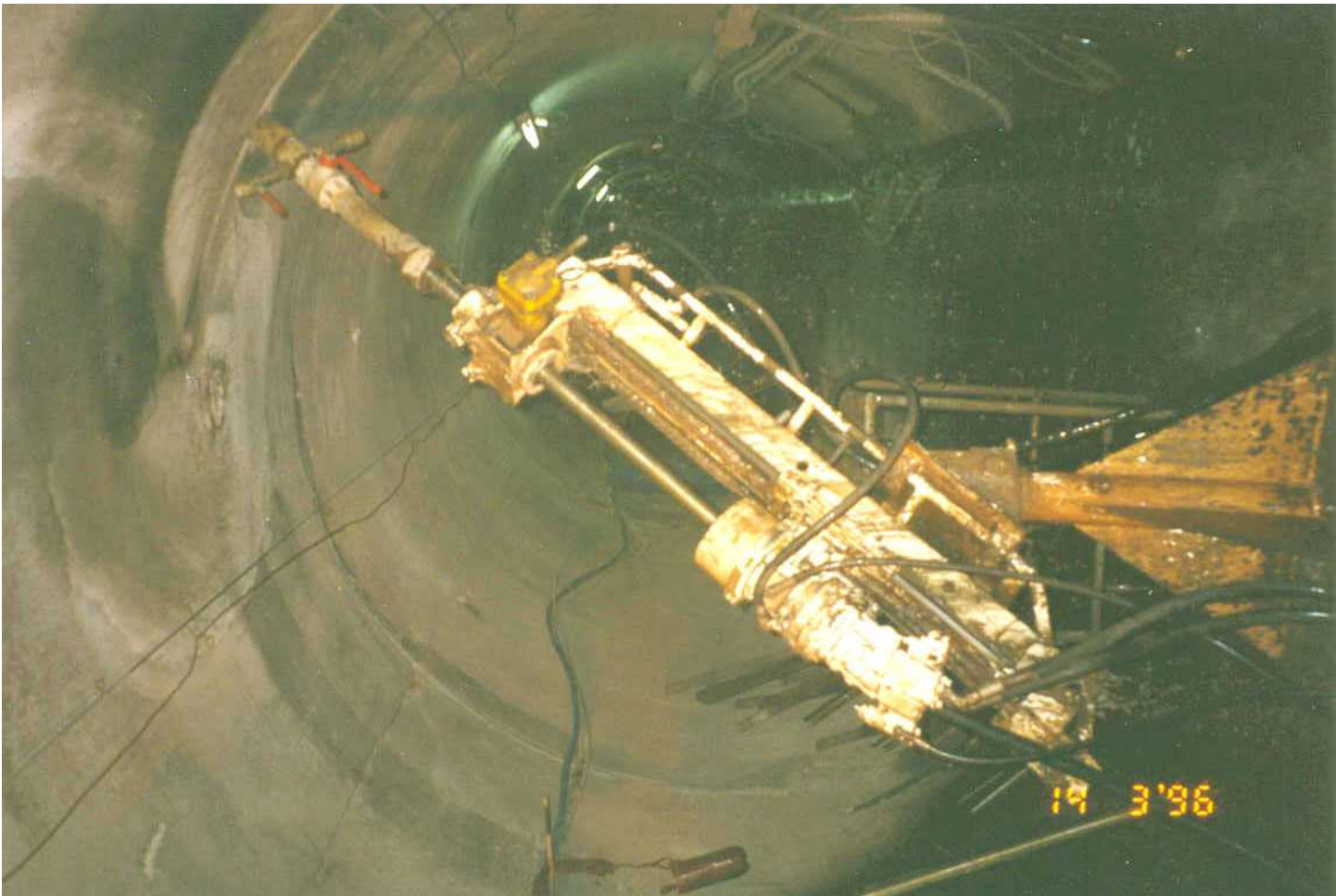


# Trabajos Correctivos Investigaciones Geotécnicas

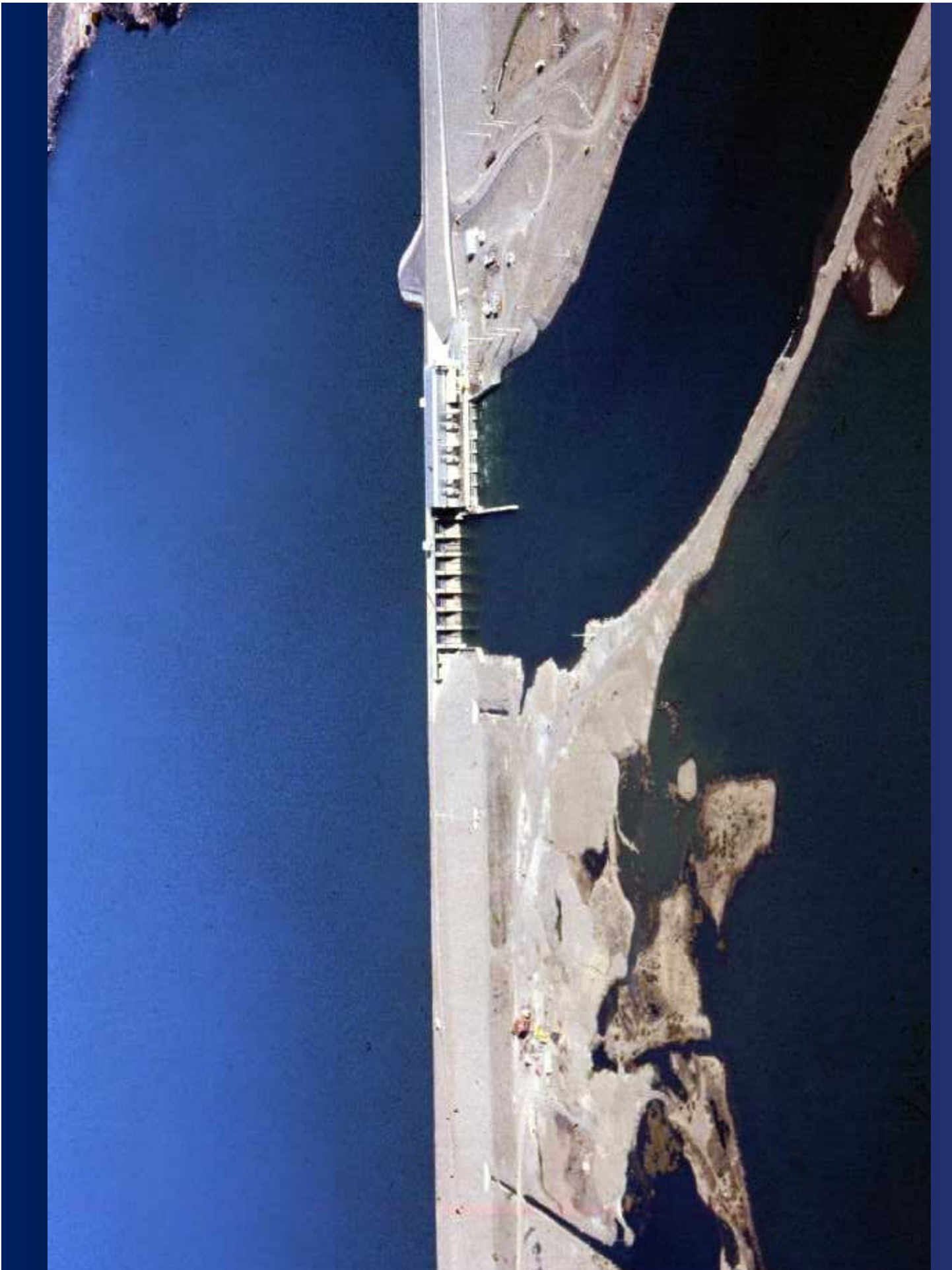






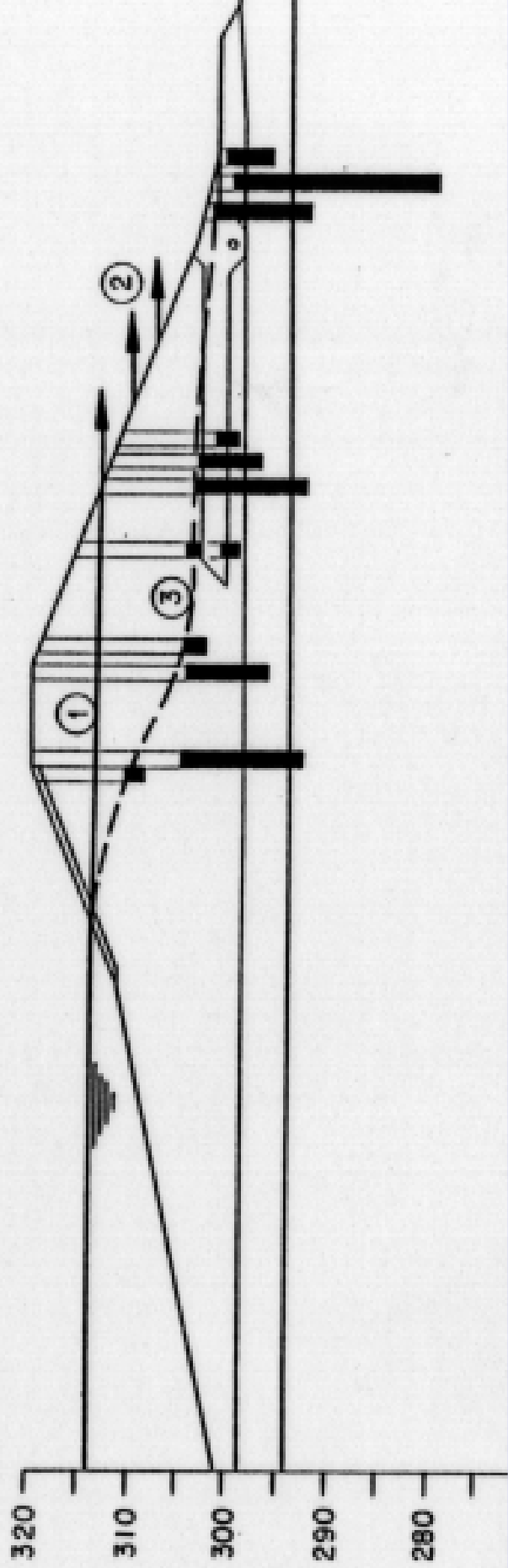




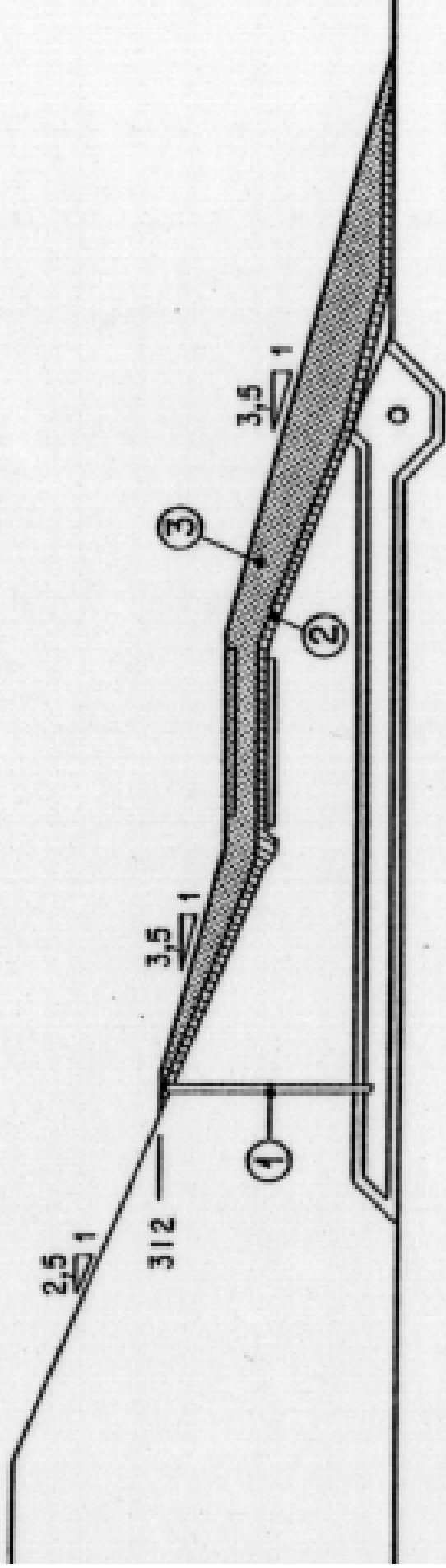








**ARROYITO Sección original**

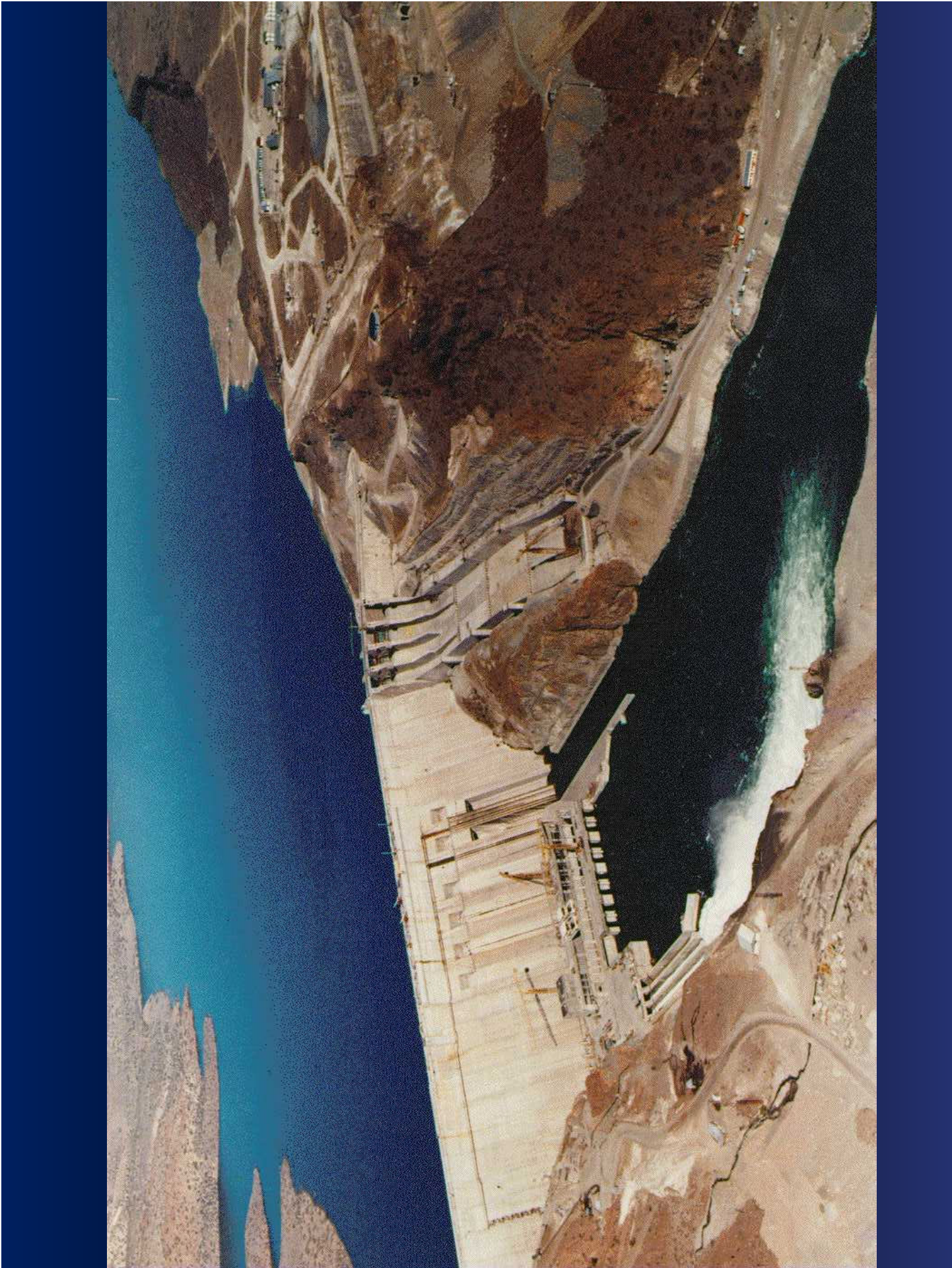


ARROYITO Sección actual









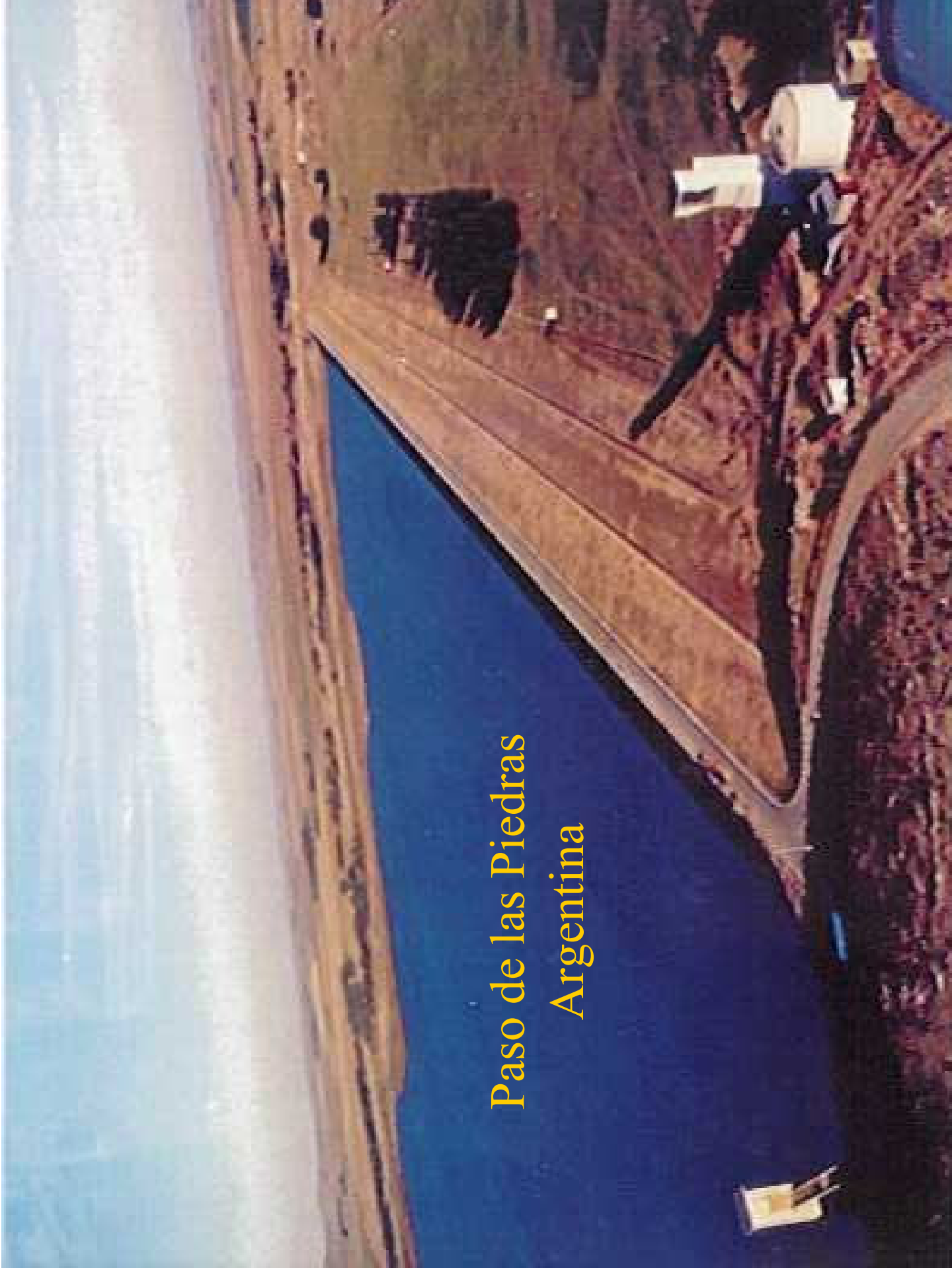


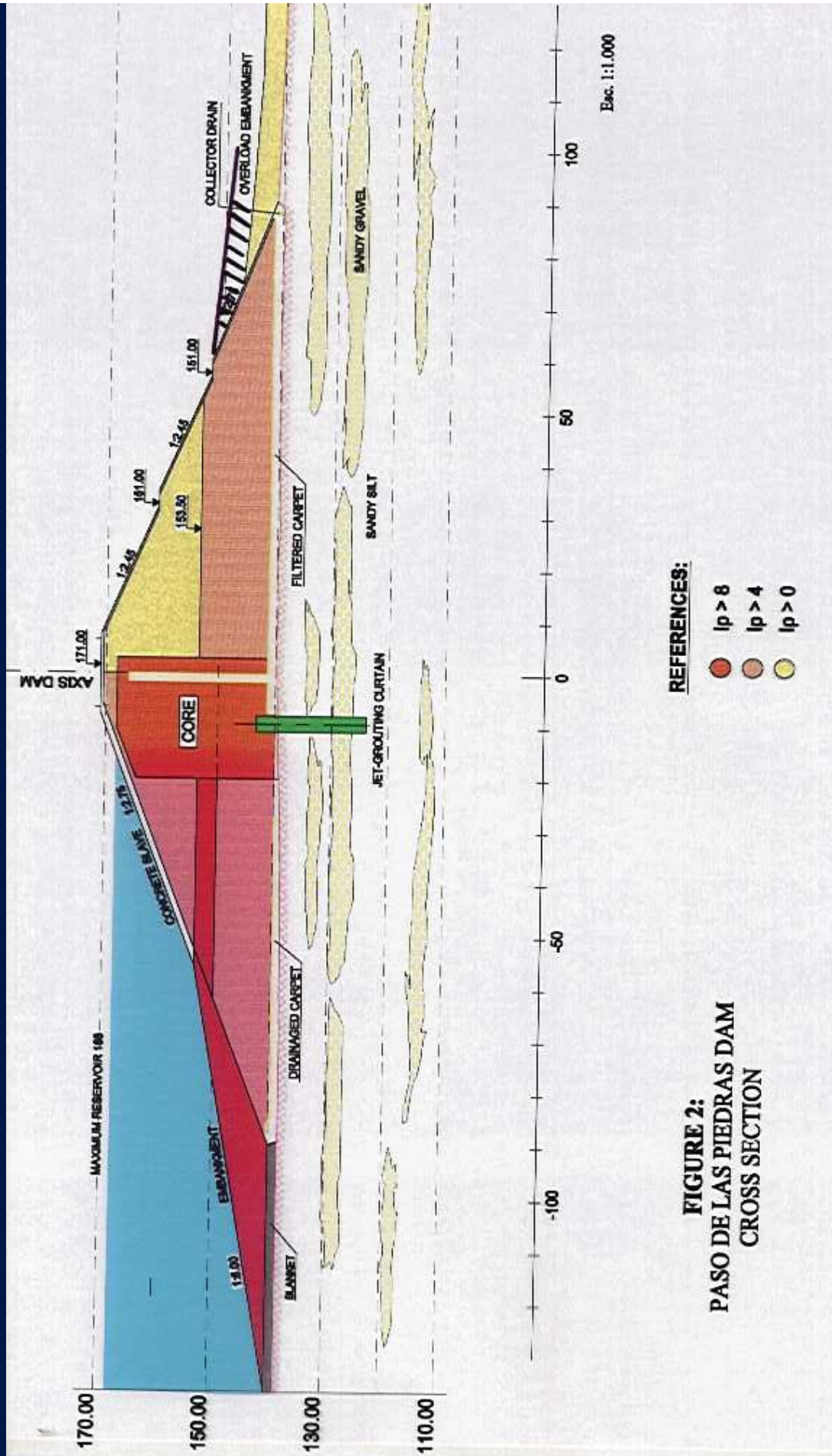






Paso de las Piedras  
Argentina





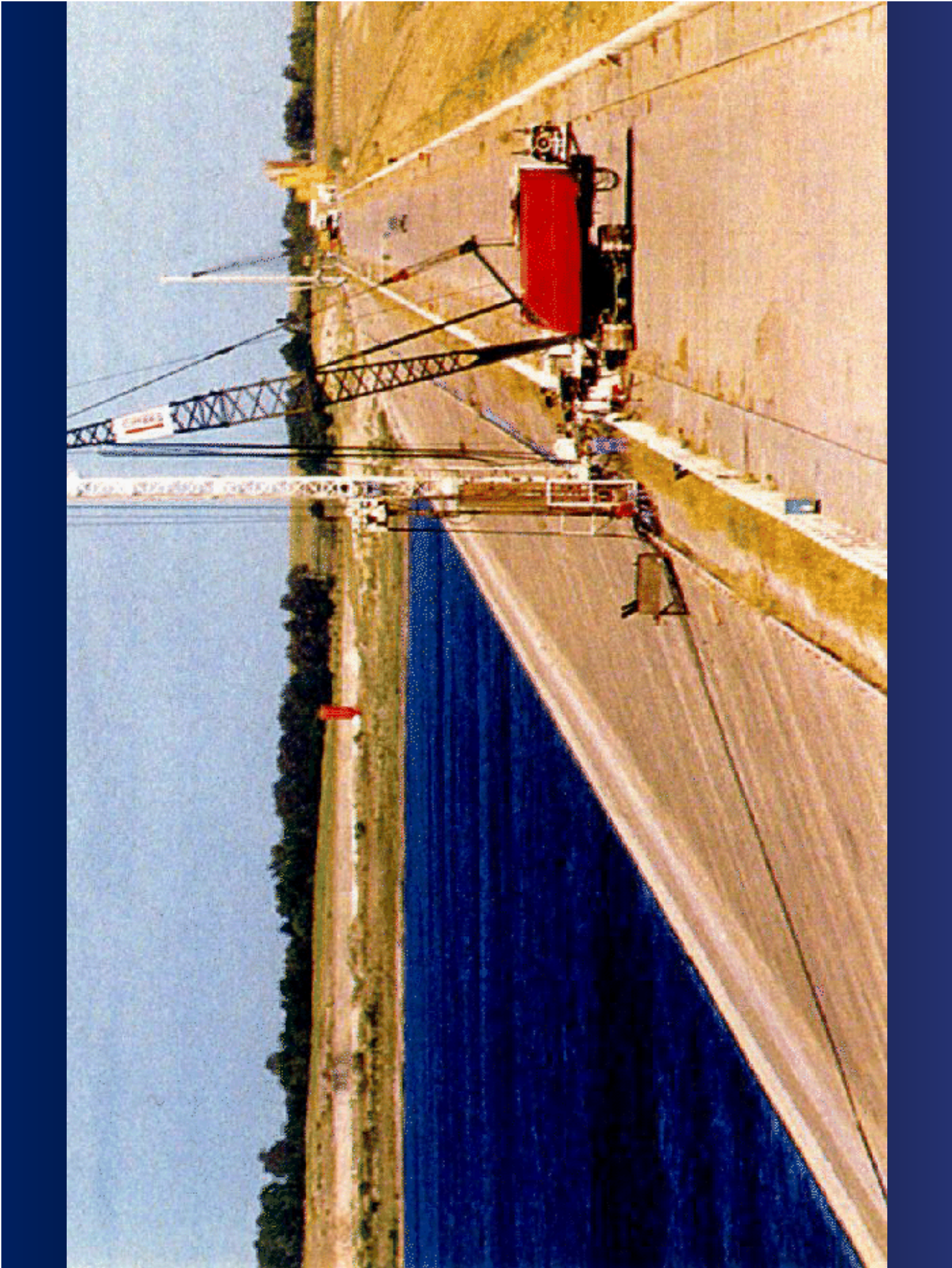
- REFERENCES:**
- $Ip > 8$
  - $Ip > 4$
  - $Ip > 0$

**FIGURE 2:**  
**PASO DE LAS PIEDRAS DAM**  
**CROSS SECTION**

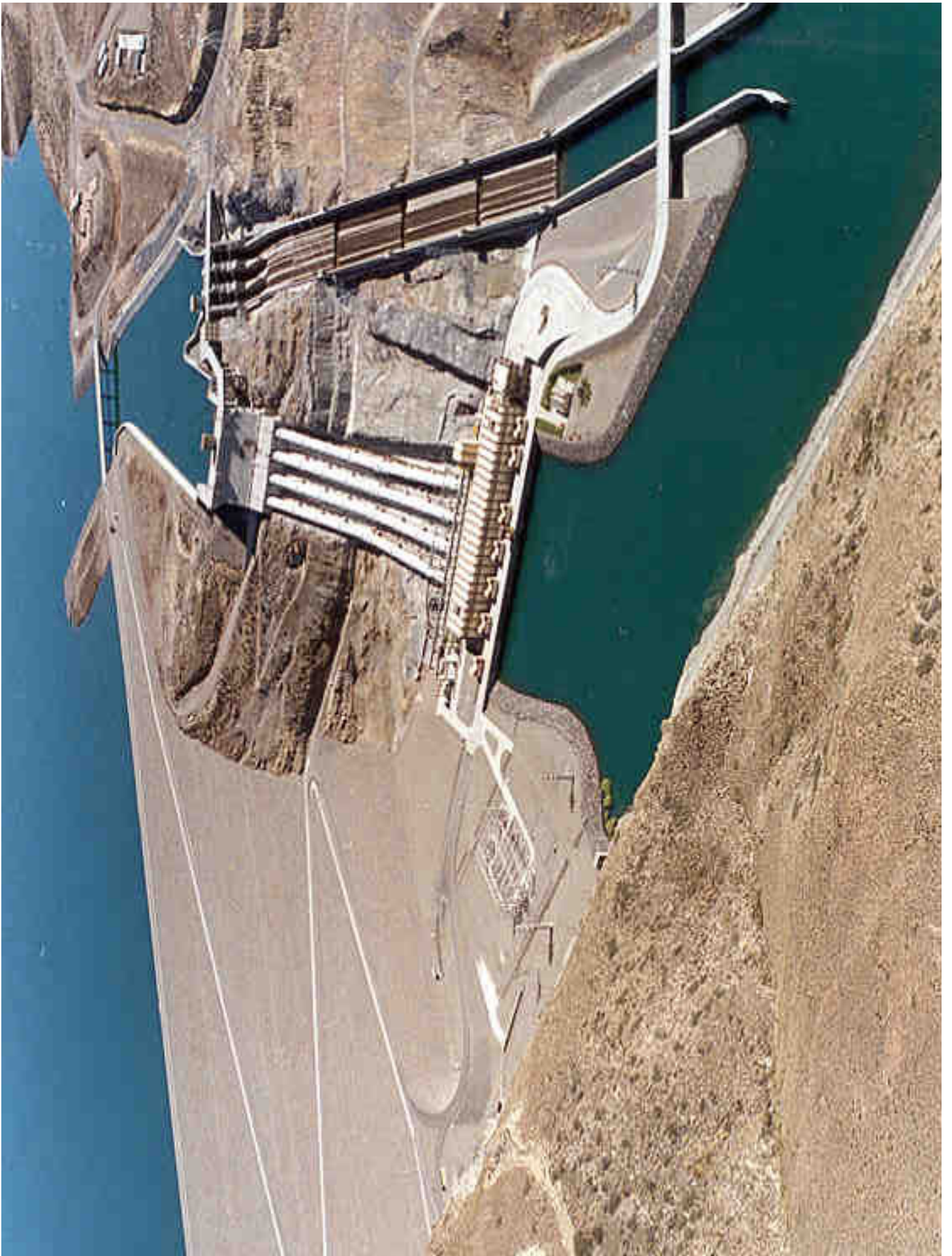


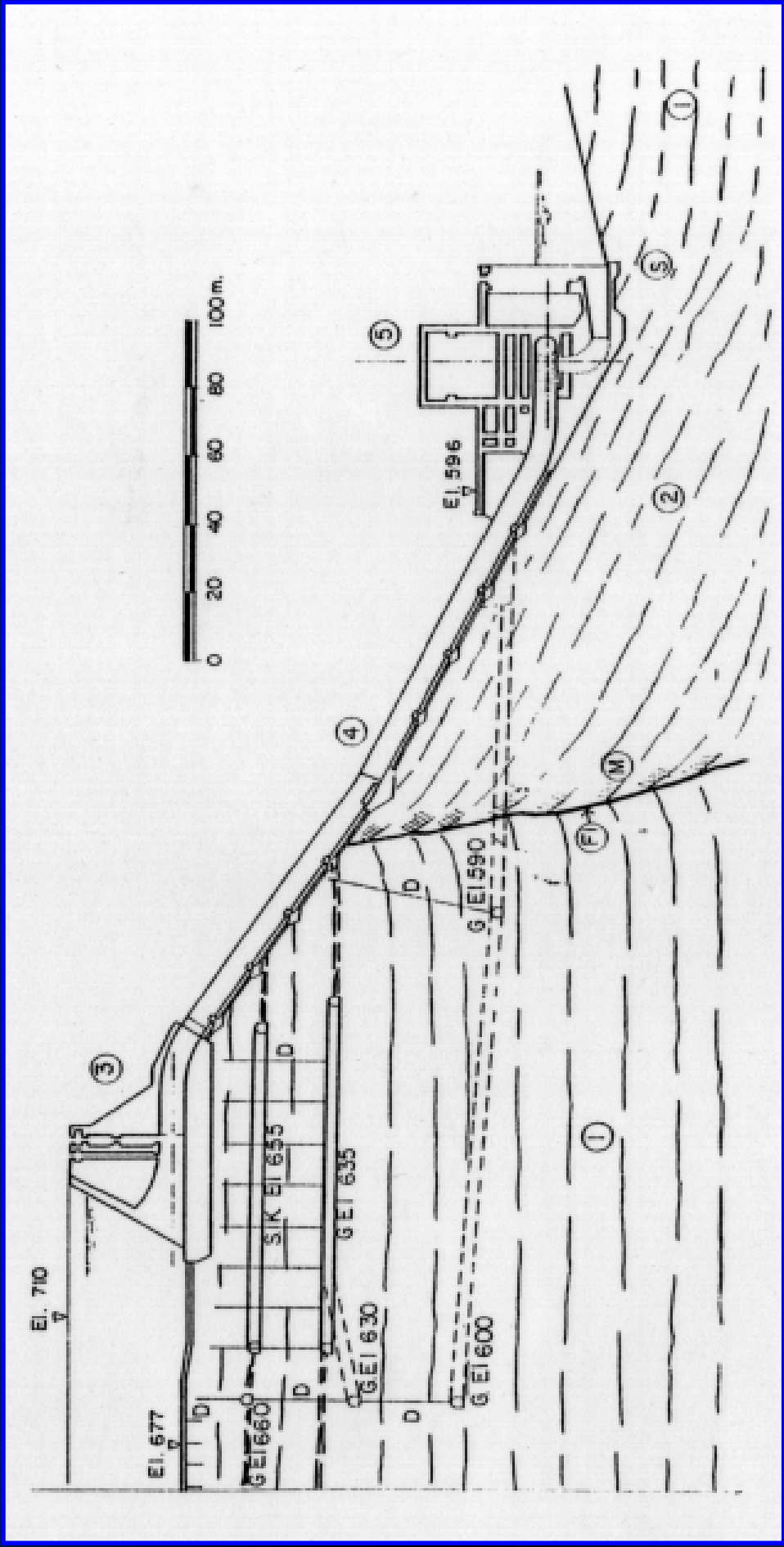












**ALICURA Mrgen izquierda**

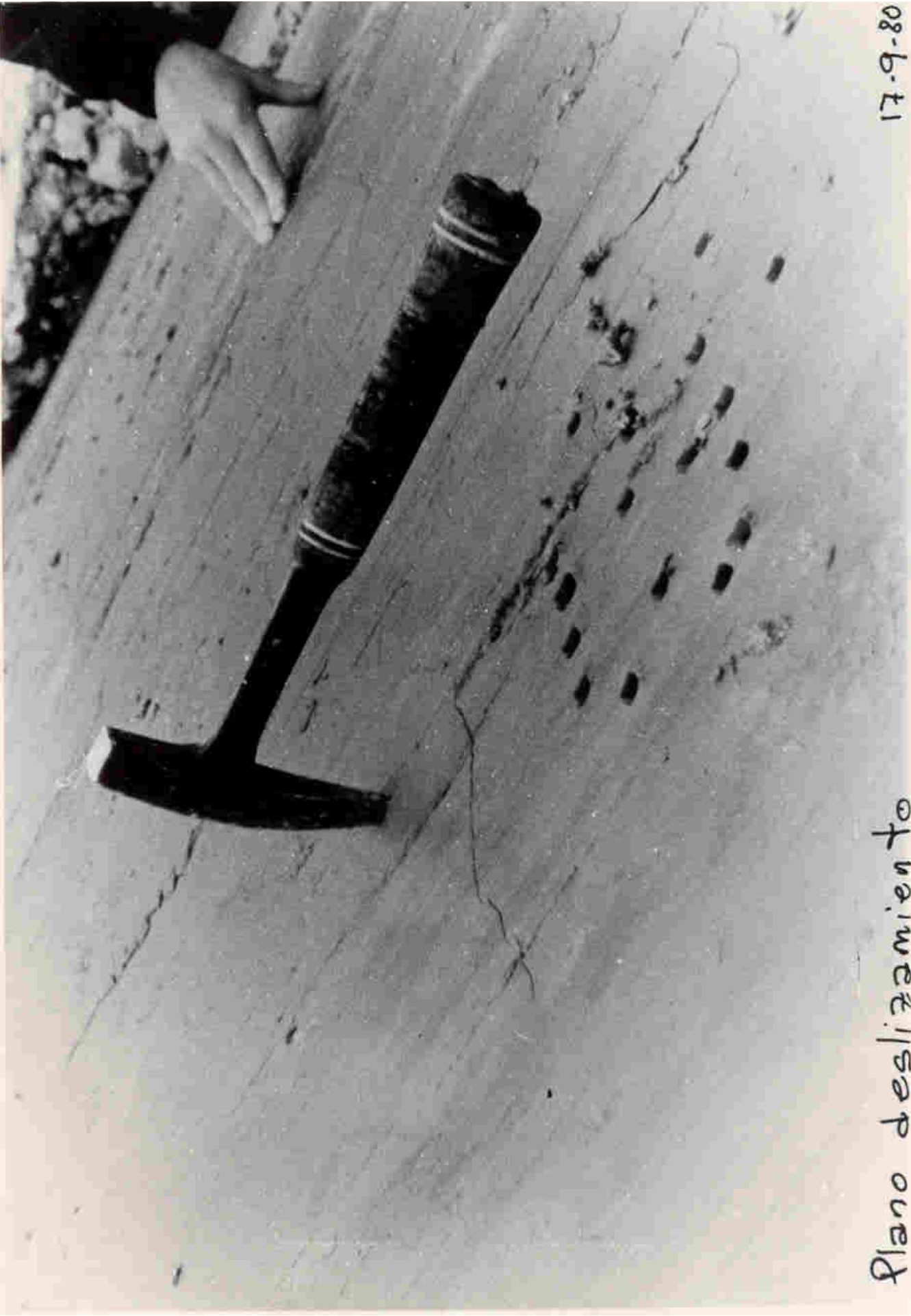








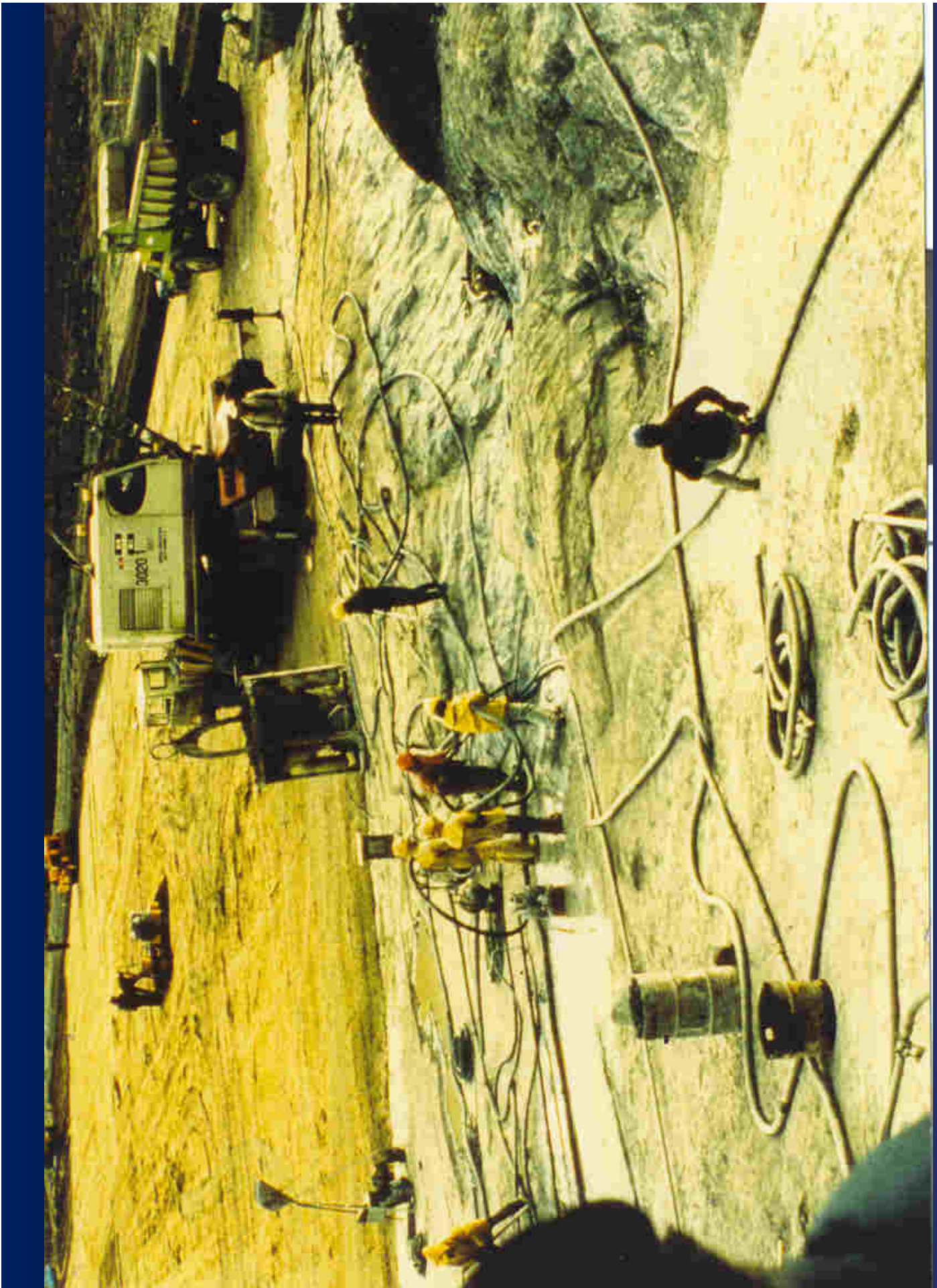




Plano deslizamiento

17-9-80





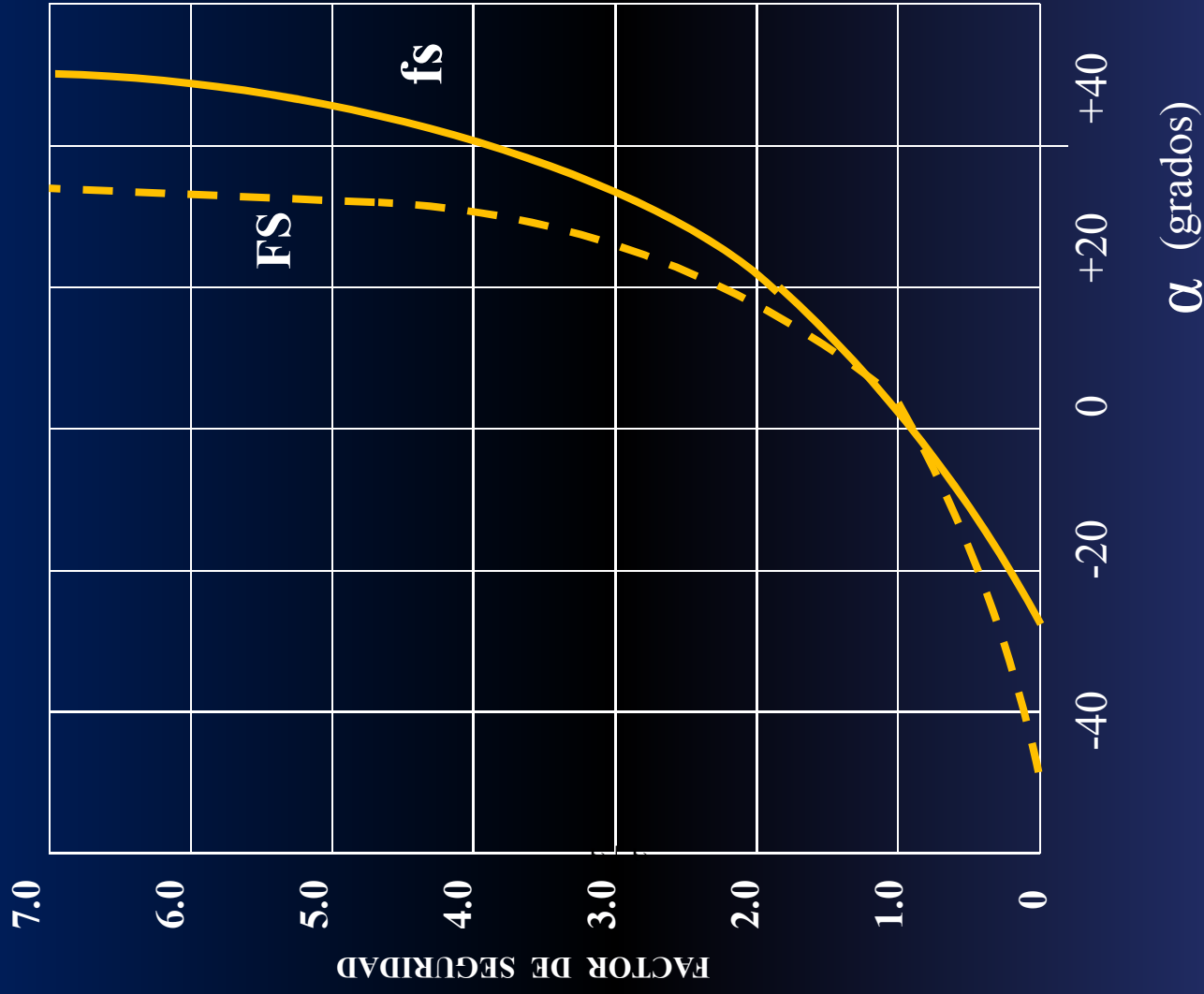
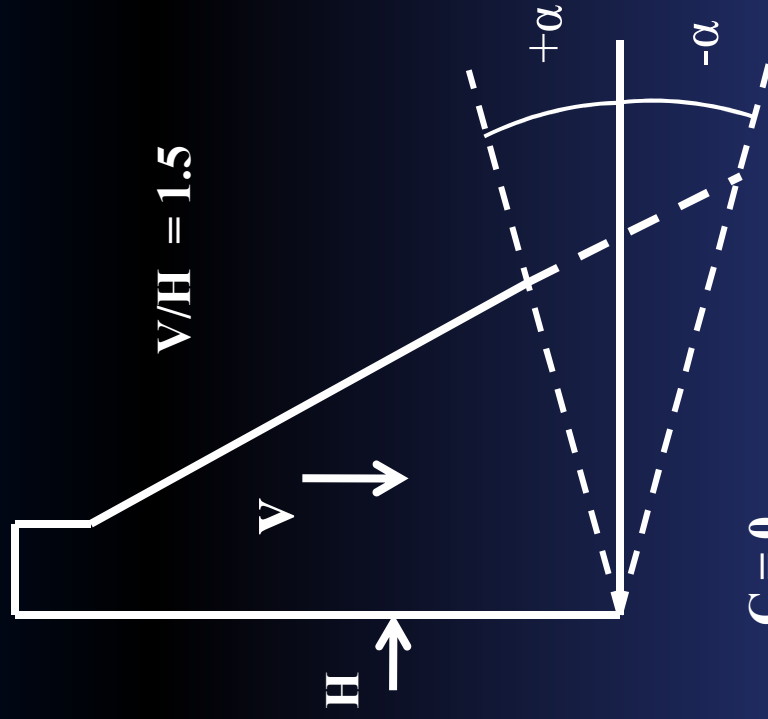
**FACTORES DE SEGURIDAD  
Y  
CONFIABILIDAD**



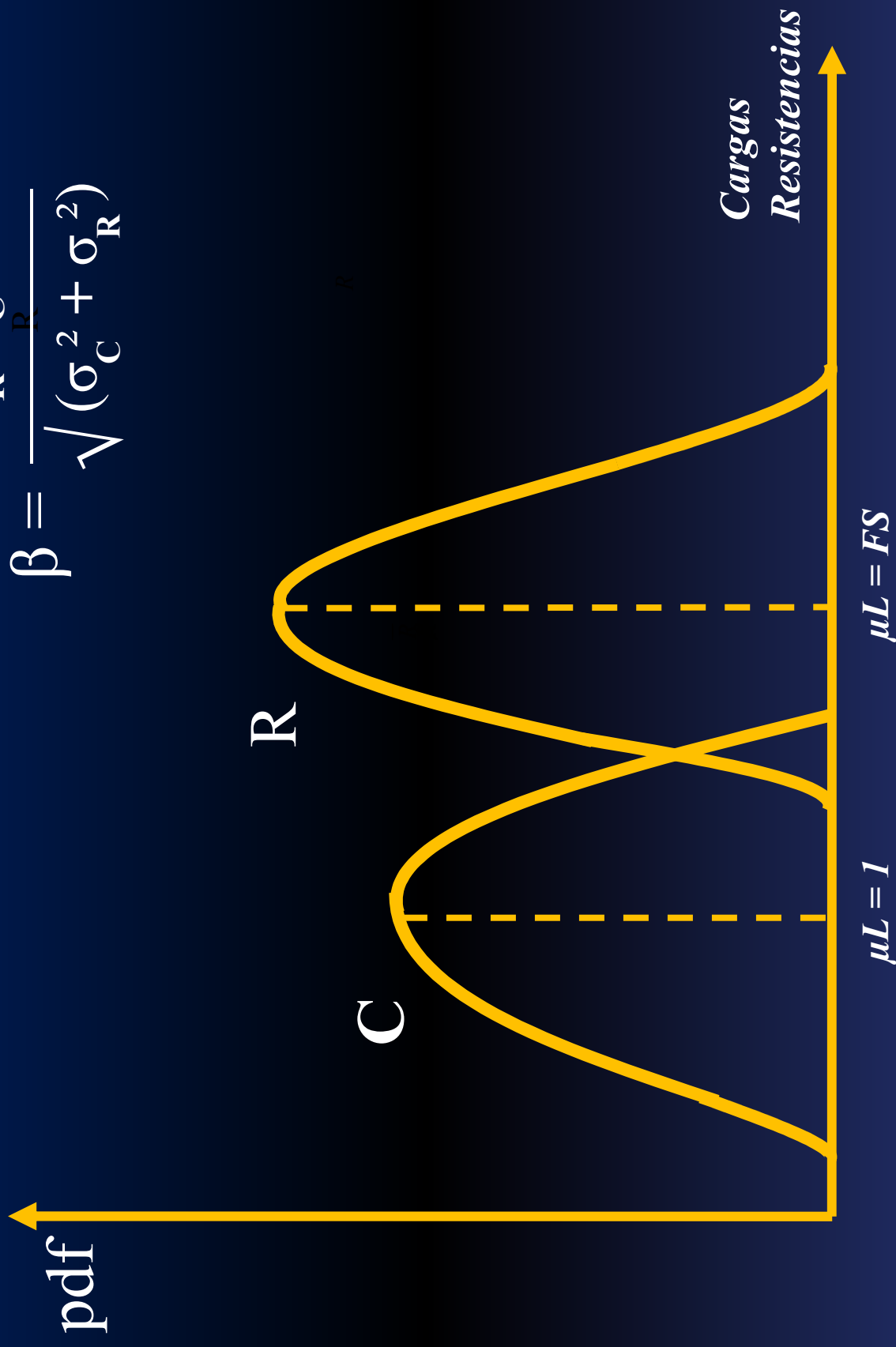
FS (equilibrio límite)



$f_s$  (modelo de fricción)

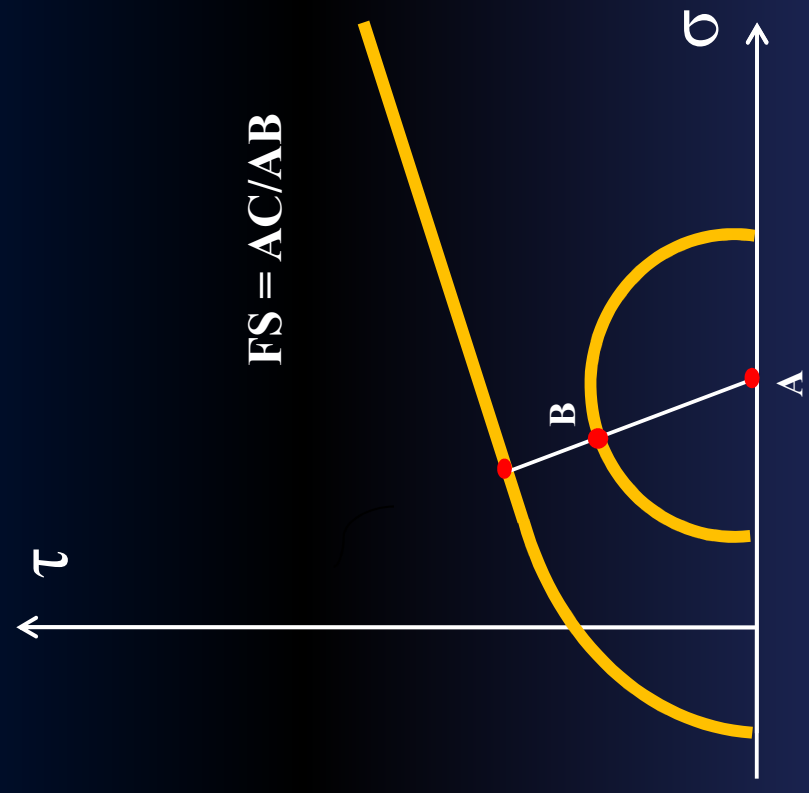
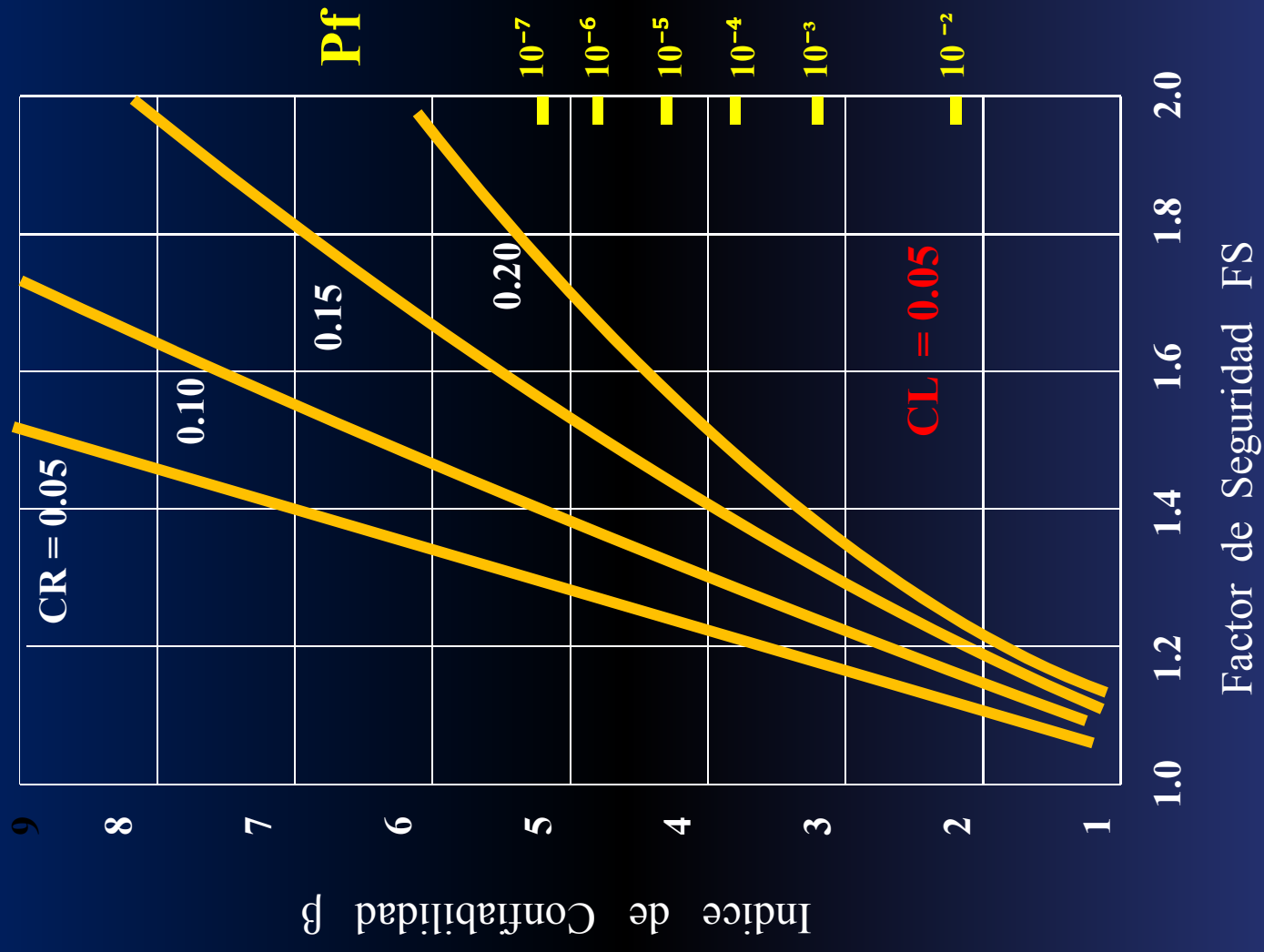


$$\beta = \frac{\bar{R} - \bar{C}}{\sqrt{(\sigma_C^2 + \sigma_R^2)}}$$



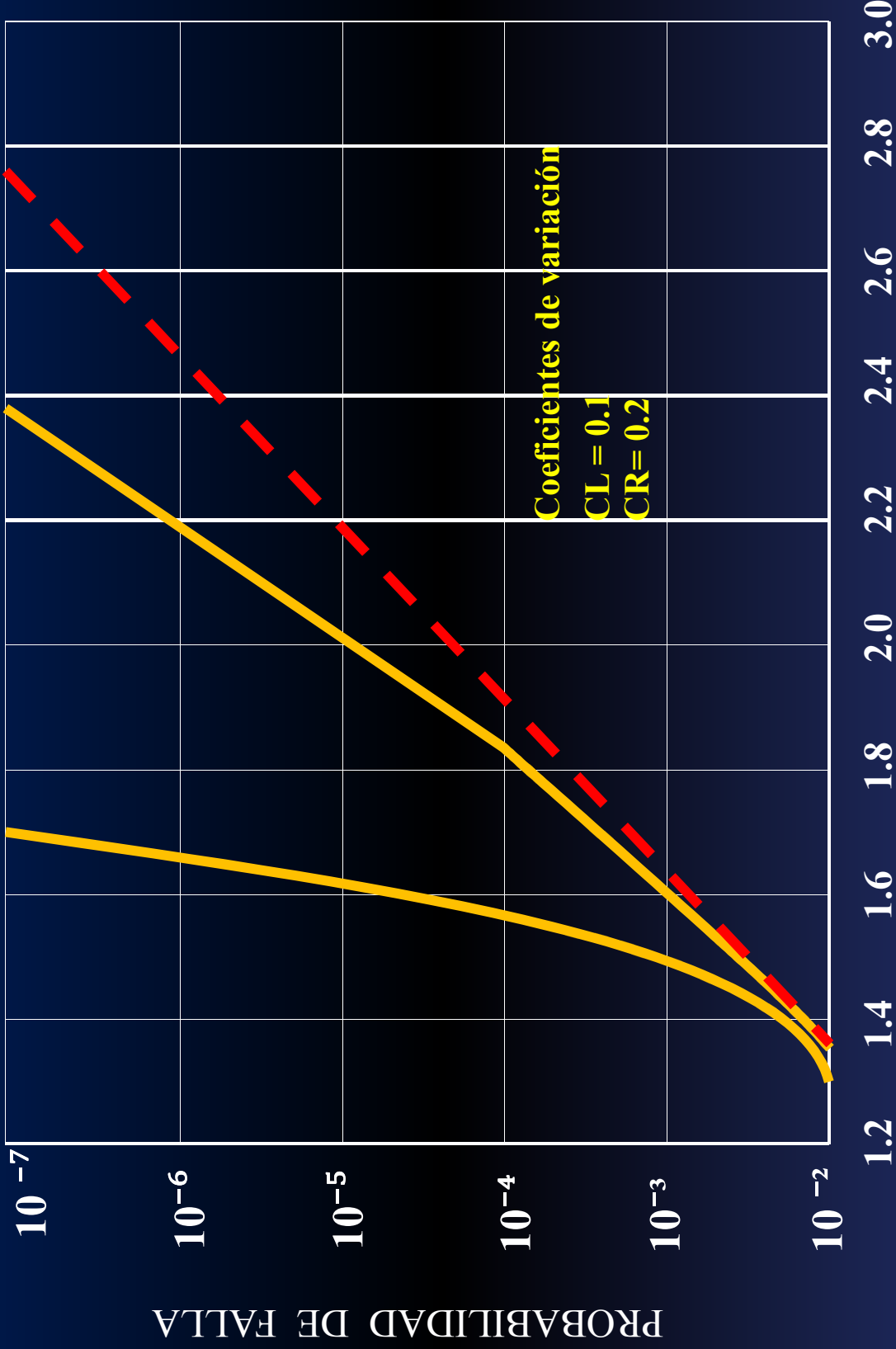


H. KREUZER



Distribución  
acotada

Distribución  
Gaussiana



PROBABILIDAD DE FALLA

Probabilidad de Falla

FACTOR DE SEGURIDAD



# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

$$RIESGO = Pf \times N$$

*Análisis de amenazas (sísmica, hidrológica, geotécnica, operativa, etc.)*

*Análisis de respuestas (licuación, fractura, descarga limitada, etc.)*

*Modos de falla (sobrepaso, vuelco, inestabilidad general, etc.)*

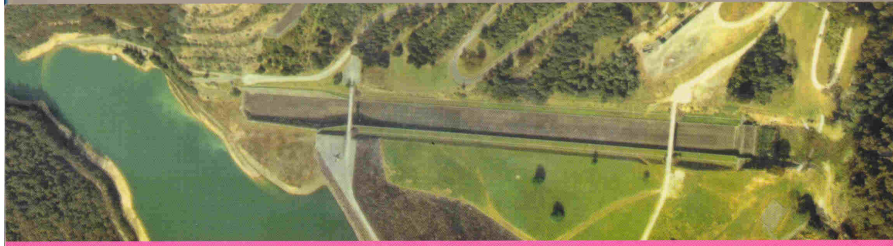
*Análisis de consecuencias (N, \$, daño ambiental)*

# Guidelines on Risk Assessment

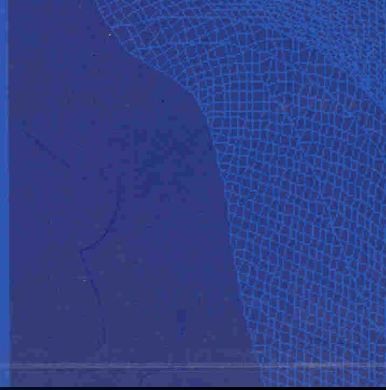
October 2003



Australian National  
Committee on  
Large Dams Inc.



## Aplicación del Análisis de Riesgos a la Seguridad de Presas



### Flood Risks and Safety in the Netherlands (Floris) Floris study - interim report



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

## **RISK ASSESSMENT IN DAM SAFETY MANAGEMENT**

*A reconnaissance of benefits, methods and  
current applications*

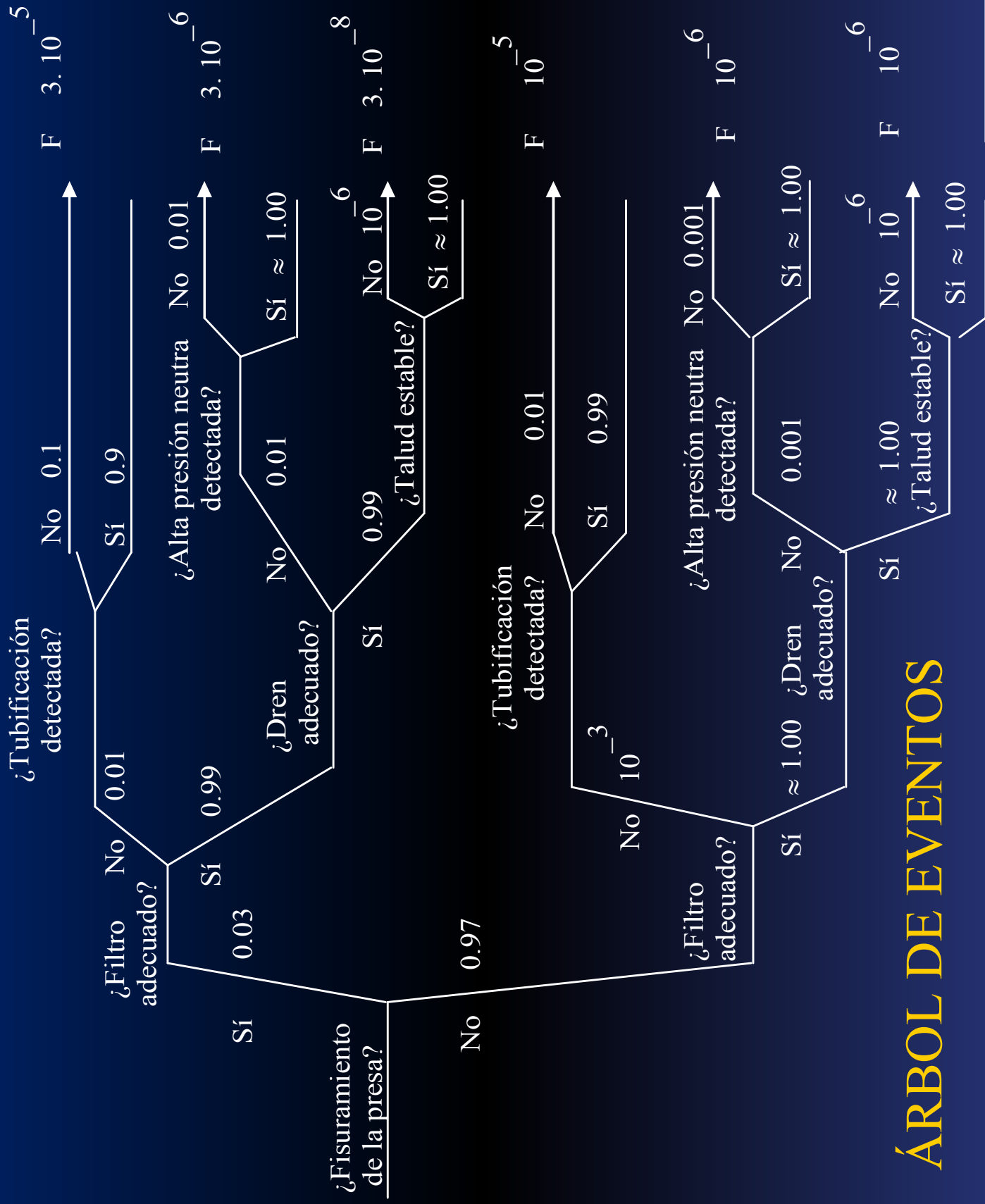
## **ÉVALUATION DU RISQUE DANS LA GESTION DE LA SÉCURITÉ DU BARRAGE**

*Examen des bénéfices, des méthodes et  
des dernières applications*

**Bulletin 130**



- 1997 - International Workshop. Trondheim, Noruega.
- 1998 - Seminario Dam Safety, Barcelona.
- 1999 - International Workshop. Taipei, Taiwan.
- 2000 - Workshop on Risk Assessment for Dams. FEMA. Utah, U.S.
- 2000 - ICOLD Congress. Q76. Beijing,
- 2001 - Risk Workshop. Auckland, Nueva Zelanda.
- 2005 - Simposio “Uncertainty Assessment in Dam Eng” ICOLD
- 2006 - ICOLD Congress. Q86. Barcelona.
- 2007 - Reunión Anual ICOLD. San Petesburgo
- 2009 - ICOLD Congress. Q91. Dam Safety Management. Brasilia
- 2010 – Reunión Anual ICOLD. Hanoi



# ÁRBOL DE EVENTOS



**ESCENARIO DE SOBREPASO. ÁRBOL DE EVENTOS**

NIVEL DE EMBALSE FRENTE A CRECIDA  
 m por debajo del nivel del embalse  
 0 - 1.0 - 2.0 - 3.0

AVISO TEMPRANO AL OPERADOR

SI NO

Pw

FUNCIONAMIENTO COMPUERTAS

SI NO

Pg

VERTEDERO EN CONDICIONES

SI NO

Ps

OPERACIÓN DE COMPUERTAS

SI NO

P0

FUNCIONAMIENTO DE COMPUERTAS

SI NO

Pg

DESEMBALSE CONTROLADO

SI NO

P 2-0

VERTEDERO EN CONDICIONES

SI NO

Ps

FALLA DE LA PRESA

SI NO

P 2-1

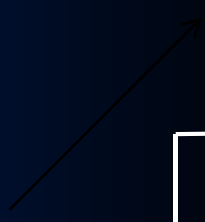
FALLA DE LA PRESA

SI NO

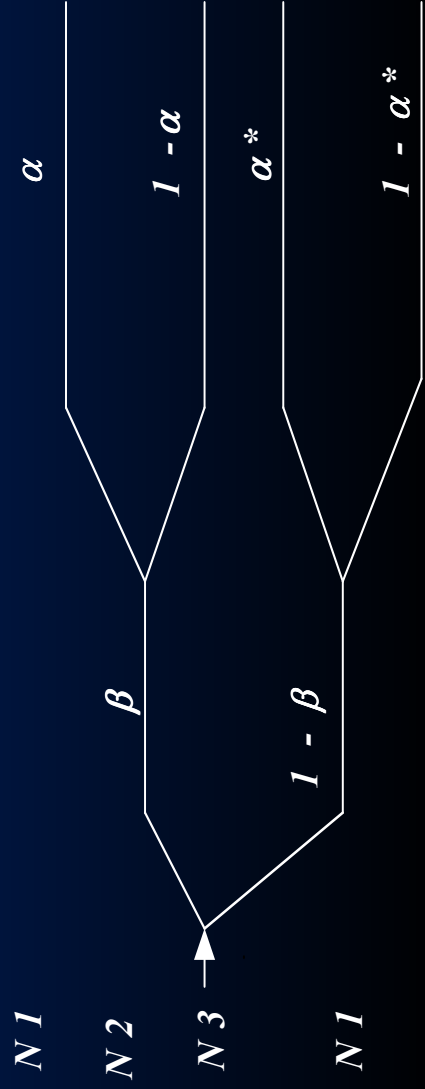
P 2-2

$P\ 2-1 = (1-Pw) \cdot P0 \cdot Pg \cdot Ps \cdot P2$

NO



ESCENARIO DE FALLA                      GRUPO POBLACIONAL                      SISTEMA DE AVISO                      SISTEMA DE EVACUACIÓN



SOBREPASO  
 $P_s$

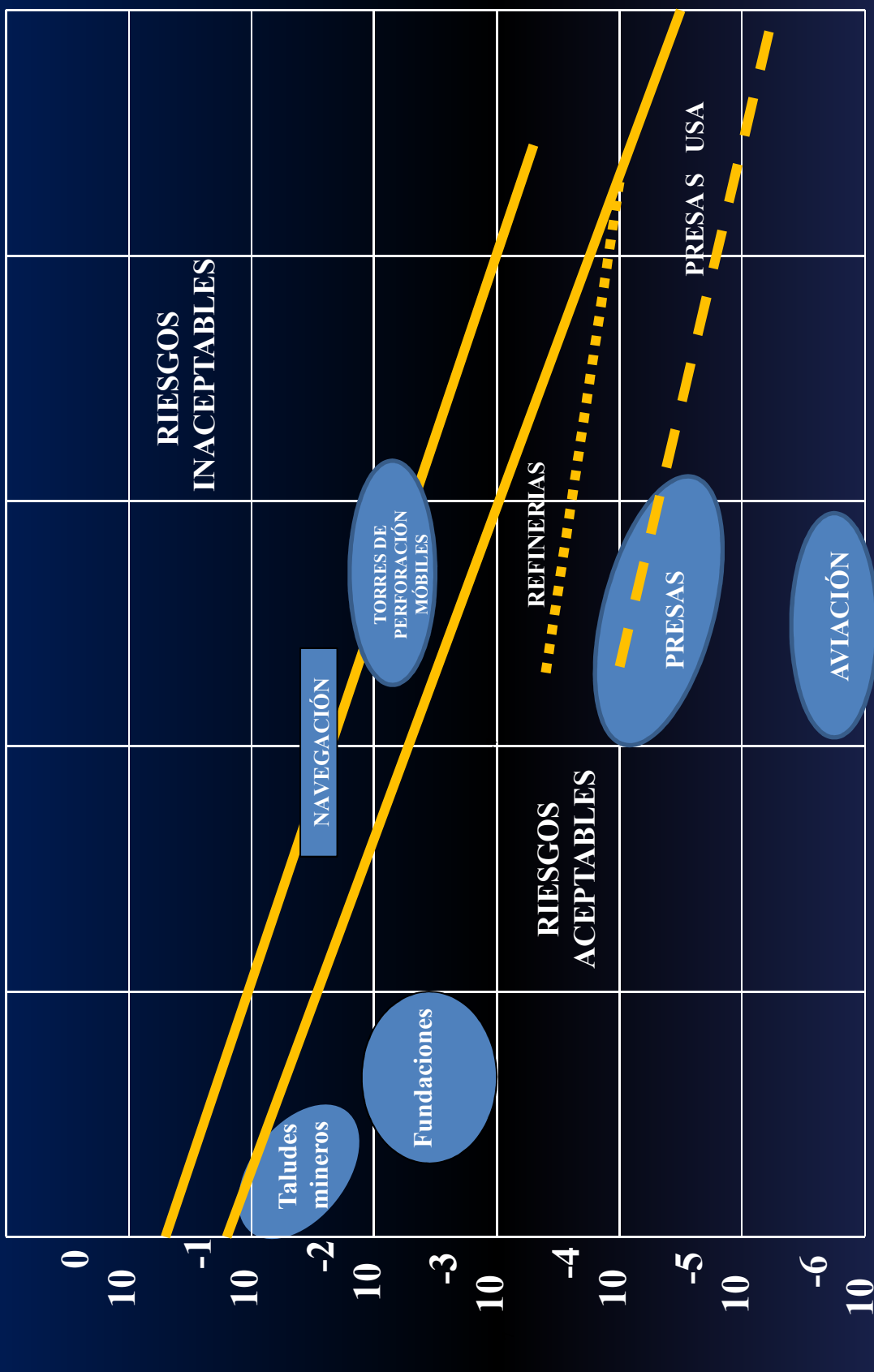
DESLIZAMIENTO  
 $P_d$

EROSIÓN INTERNA  
 $P_e$

$$R = \Sigma P N [ \beta ( 1 - \alpha ) + ( 1 - \beta ) ( 1 - \alpha^* ) ]$$

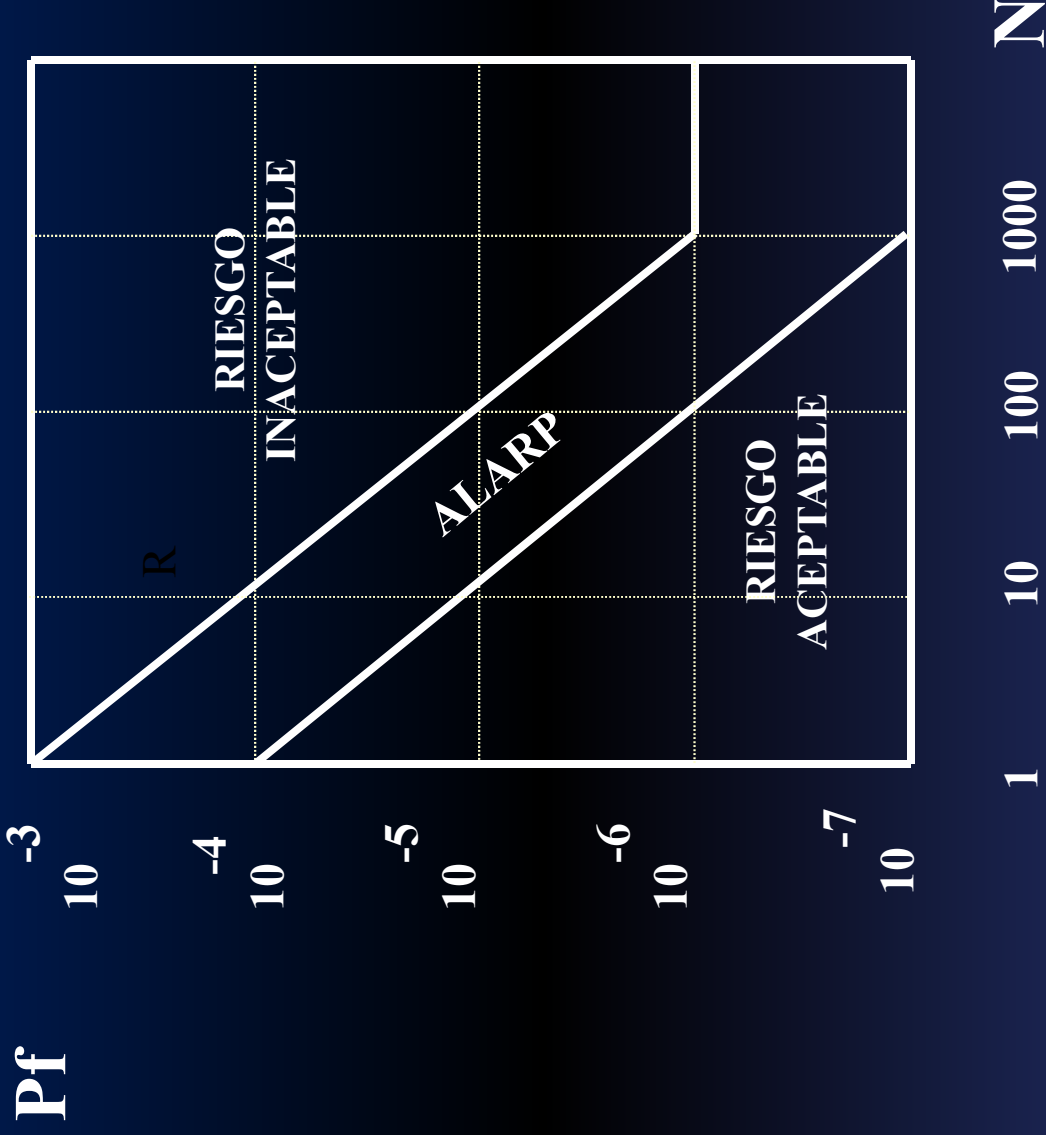


**PROBABILIDAD ANUAL DE FALLA**



**PÉRDIDA DE VIDAS** 1 10 100 1000 10000

**COSTOS U\$S** 1 10 100 1000 10000



HOLANDA  
 CANADÁ  
 SUDAFRICA  
 NORUEGA  
 USBR (EEUU)  
 ALEMANIA

ANCOLD



**Bulletin on  
Dam Safety Management  
2010**

International Commission on Large Dams (ICOLD)  
*Dam Safety Committee*

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. PRINCIPIOS MARCO DE LA SEGURIDAD DE PRESAS
3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN
4. DISPOSICIONES PARA LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD
5. ACTIVIDADES DE SEGURIDAD DE PRESAS



*“El objetivo fundamental de la Seguridad de Presas es proteger a las personas , los bienes y el medio ambiente , de los efectos perjudiciales de una operación inadecuada, accidente o eventual colapso de las obras”*

## PRINCIPIOS DE LA SEGURIDAD DE PRESAS

- *Responsabilidad*
- *Rol del Gobierno*
- *Liderazgo y Gestión*
- *Justificación*
- *Coherencia y compatibilidad de objetivos*
- *Limitación y control de los riesgos*
- *Sustentabilidad*
- *Previsión frente a emergencias*

*“La responsabilidad primaria de la seguridad de la presa y de su operación, recae en la entidad directamente a cargo de las obras (Entidad Responsable)”*

*“Un marco legal y gubernamental resulta indispensable como estructura sostén de la integridad operacional y la seguridad de presas”*

*“Implantar y mantener un liderazgo que asegure una gestión efectiva de la seguridad”*



*“La construcción y operación de una presa debe ser claramente justificada, en función de sus beneficios por encima de un riesgo aceptable y controlado”*

*“El nivel de seguridad de una presa debe ser tan elevado como razonablemente posible”*

*“Las medidas de seguridad deben procurar que ningún individuo soporte un riesgo inaceptable da daño y que el riesgo social no supere los límites fijados por el gobierno”*

*“Las presas y embalses deben ser sustentables a largo plazo.  
A fin de lo mismo deben realizarse todos los esfuerzos  
razonables para prevenir y mitigar fallas y accidentes”*

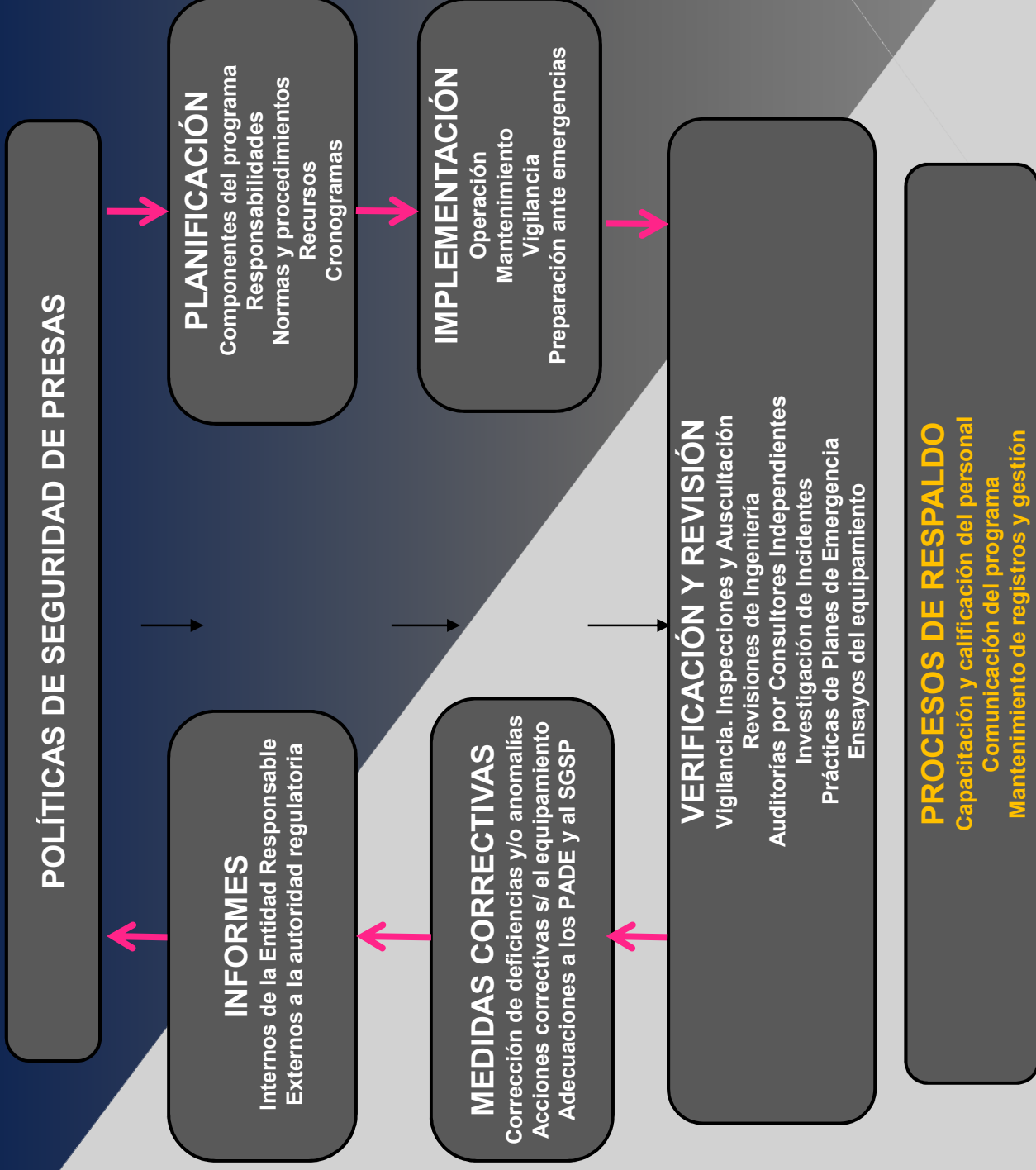
*“Deben asegurarse las provisiones necesarias  
para actuar en caso de emergencias”*

## COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN

- *Políticas y objetivos*
- *Planificación*
- *Implementación*
- *Monitoreo del comportamiento y evaluación*
- *Auditorías, revisiones e informes*
- *Mejora continua*



# Sistema de Gestión de la Seguridad de Presas



## DISPOSICIONES PARA LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

- *Marco legal y normativo*
- *Funciones y procesos*
- *Implementación de la seguridad*
- *Principios demostrativos*
- *Estándares (explícitos para cada presa)*
- *Definición de roles y responsabilidades*
- *Otros*

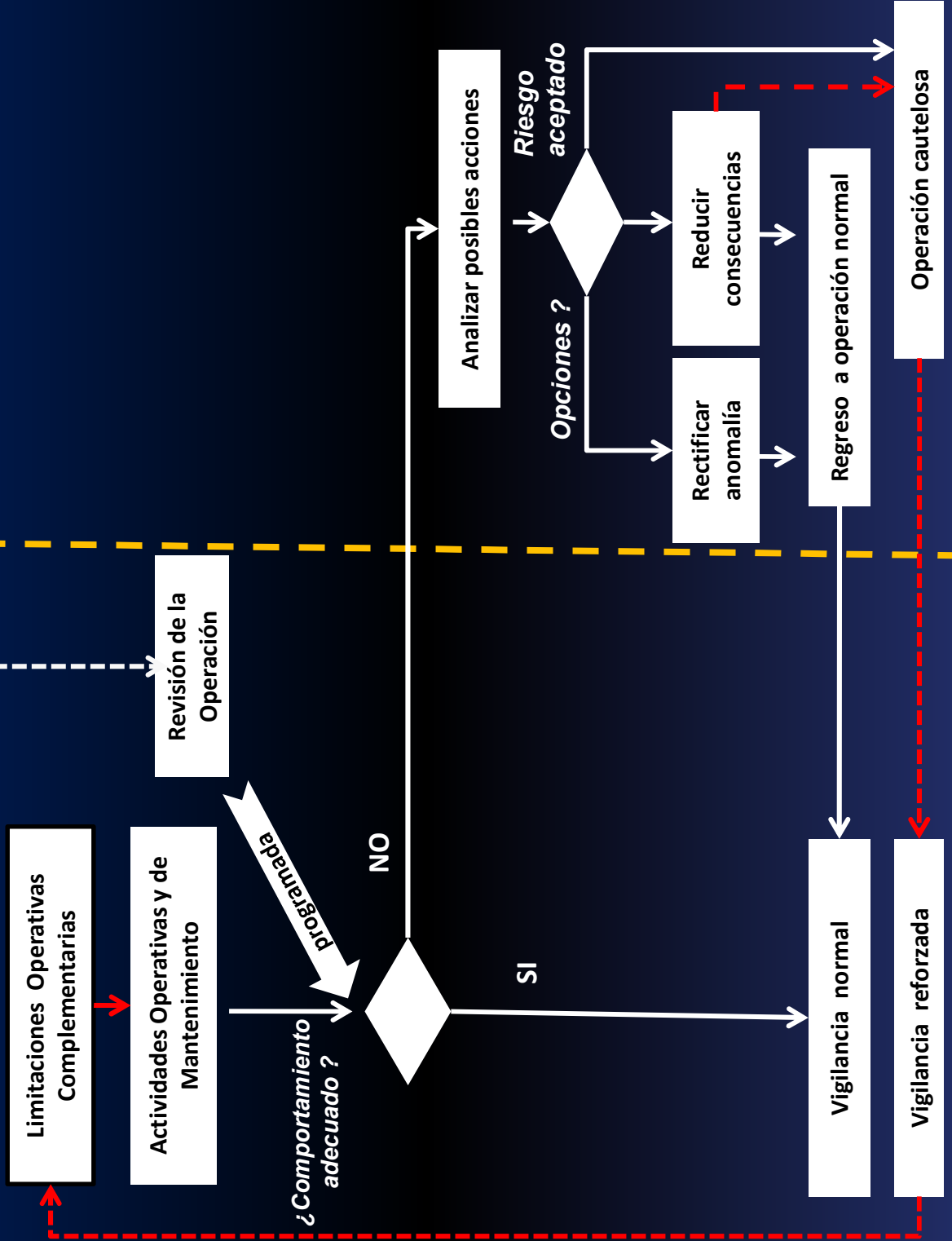
# INTERVENCIÓN POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

## ACCIONES CORRECTIVAS

Inmediatas y de largo plazo

## ACTIVIDADES OPERATIVAS

Continuas y programadas



# MARCO LEGAL Y NORMATIVAS



## TEMAS PENDIENTES

- Ley de Seguridad de Presas
- Clasificación de presas según su riesgo
- Guías nacionales de seguridad
- Iguales estándares para todas las presas
- Planes de emergencia

*“Probablemente ninguna estructura  
construida por el hombre encierre mayor  
poder destructivo o de riesgo que una  
gran presa sobre una zona densamente  
poblada”*

S. B. Morris - A.S.C.E. 1939