



JORNADA SOBRE MODELACIÓN NUMÉRICA EN INGENIERÍA DE PRESAS

DISEÑO DE PRESAS Y MODELACIÓN NUMÉRICA

Carmen Baena (GRANELL INGENIEROS)



DISEÑO DE PRESAS Y MODELACIÓN NUMÉRICA

1.- Introducción

2.- Consideraciones de Aplicación a cálculo de presas bóvedas

2.1 Breve reseña histórica

2.2 Definición geométrica

2.3 Aspectos para avanzar

2.4 Ejemplos de modelos de presas bóvedas

3.- Otros modelos

1. INTRODUCCIÓN

- Modelos numéricos, más o menos simplificados, se han usado desde siempre para modelizar el comportamiento estructural de las presas.
- Conocer las herramientas disponibles es fundamental para saber las limitaciones de los cálculos que se pueden llevar a cabo.
- Es preciso tener un orden de magnitud de las dimensiones a partir de modelos más sencillos.
- Calibraciones cuando sean posibles o análisis de sensibilidad de parámetros más importantes son de gran ayuda.

2. CONSIDERACIONES DE APLICACIÓN A PRESAS BÓVEDAS

¿Por qué centrarnos en una bóveda?

- Complejidad geométrica
- En fase de diseño

Encaje preliminar



Forma óptima

Modelos
numéricos

Experiencia
del proyectista



Jinping I (2013, H=306 m)

2.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

En España se dejaron de construir a finales de los 90 (Guara y Llosa del Cavall).

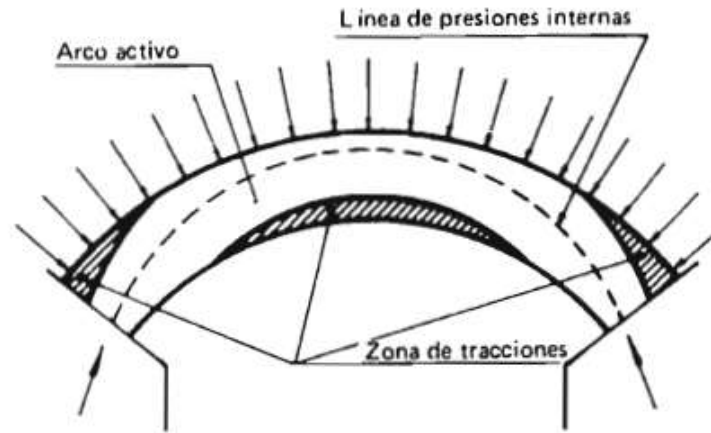
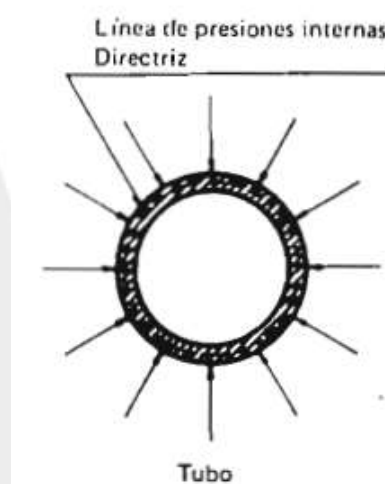
Cuando la capacidad computacional era limitada, era preciso utilizar los recursos de una forma más racional.

Modelos:

- Numéricos de base física: Fórmula de los tubos delgados, Trial load/Stucky...
- Reducidos, de forma paralela

2.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

- Fórmula de los tubos delgados (1915)

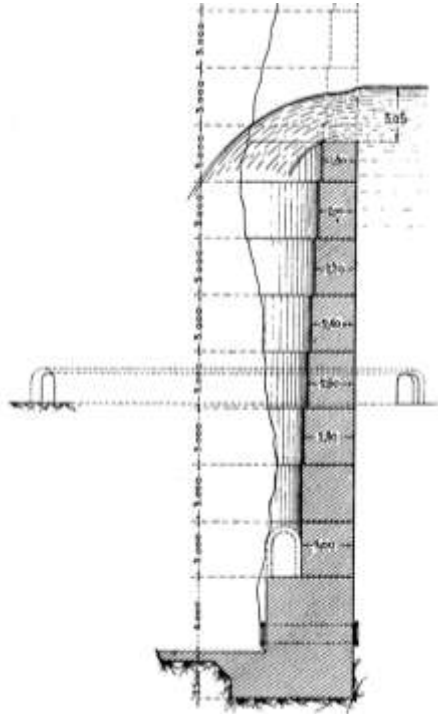


$$e = \frac{HR}{\sigma_{adm}}$$

Vallarino, E., 1994

2.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

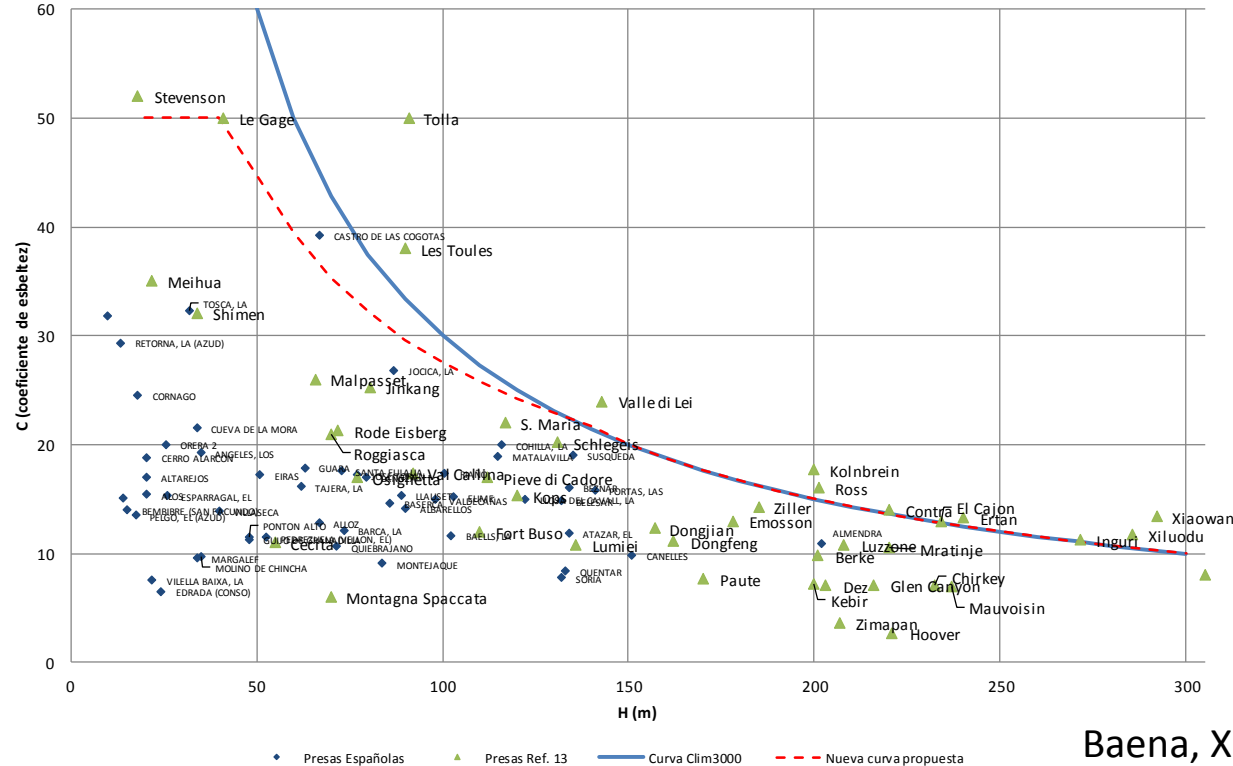
SISTEMA PEÑA BOEUF. Presas de arcos independientes



Isbert (1945, H=29 m)

2.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

Coeficiente de esbeltez de Presas arco y bóveda y curva límite $C_{lim3000}$



$$C = \frac{F^2}{VH} = \frac{F}{eH}$$

Kaech&Lombardi, 1953

COEFICIENTE DE
ESBELTEZ:
referencia del
volumen de presa

Baena, XI Jornadas de presas

2.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

TRIAL LOAD (EEUU)/STUCKY (Europa): reparto carga entre ménsulas y arcos

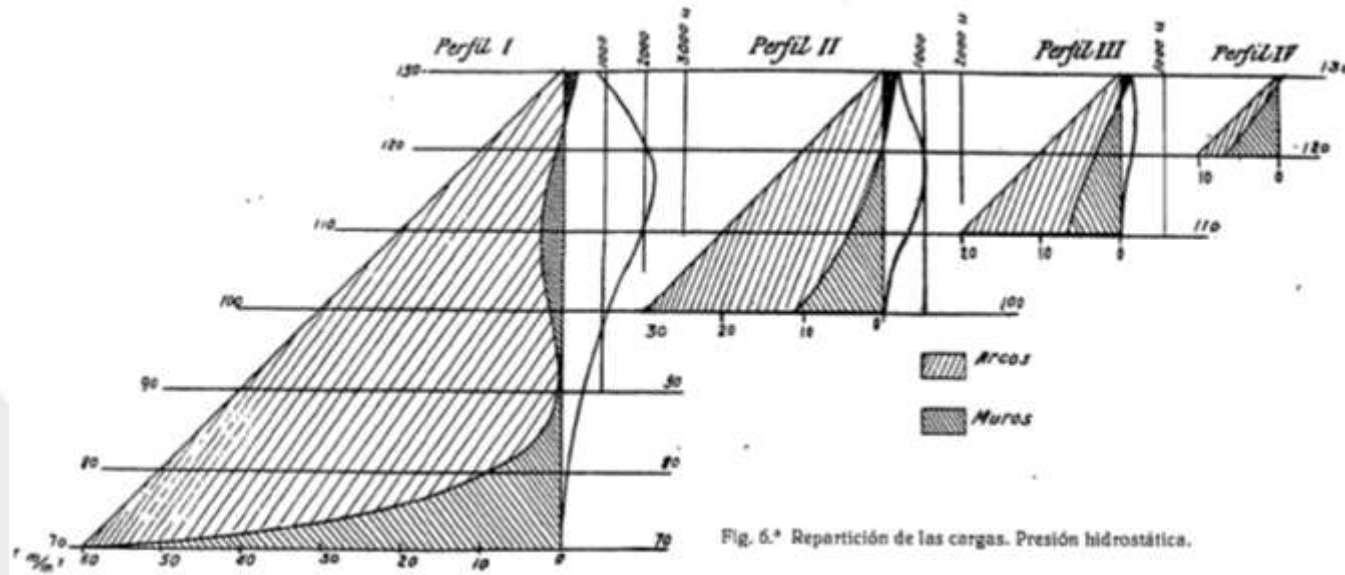


Fig. 6.ª Repartición de las cargas. Presión hidrostática.

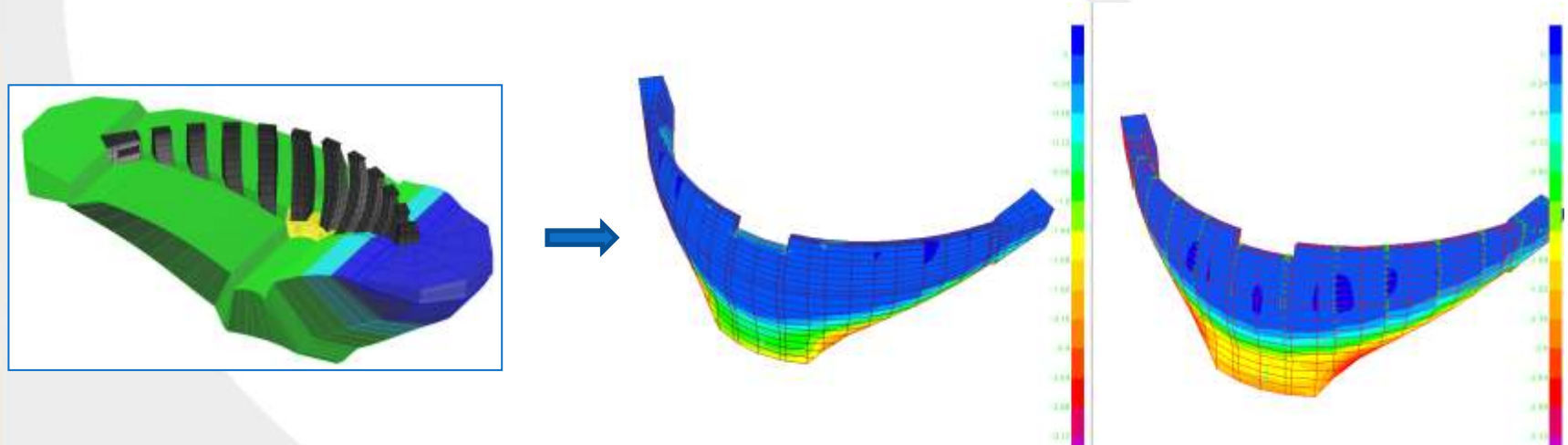
Presa de Allos (1930, H=68 m)

2.3 ASPECTOS PARA AVANZAR

- PESO PROPIO: no linealidad en juntas, efecto de la inyección...
- EFECTOS TÉRMICOS: resultados procedentes de modelos térmicos
- POSIBLE APERTURA DEL CONTACTO
- TRANSMISIÓN DE CARGAS AL CIMIENTO
-

2.3 ASPECTOS PARA AVANZAR

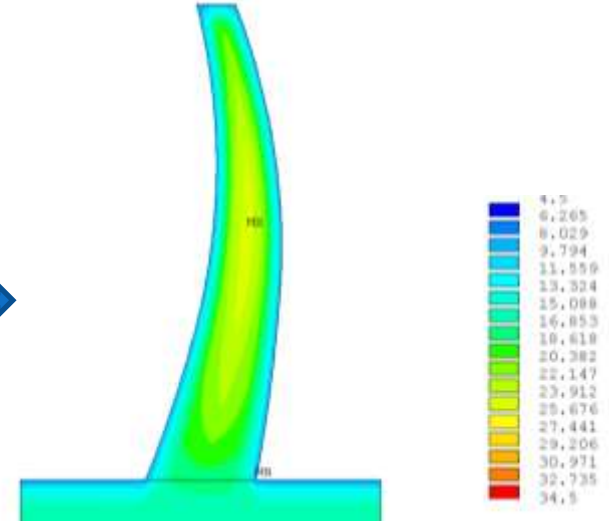
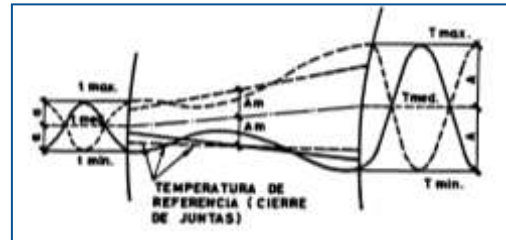
- PESO PROPIO: gran evolución hasta modelos no lineales



2.3 ASPECTOS PARA AVANZAR

- EFFECTO TÉRMICO

$$\Delta\theta = \frac{\Delta T}{1 + 0,3e}$$



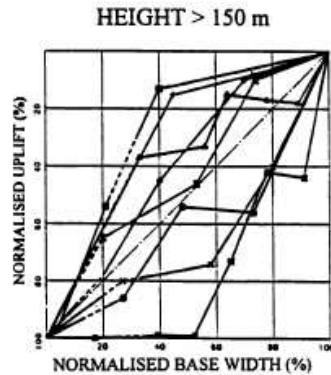
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ACOMBO
(CIMNE, ENDESA, GRANELL ING., UPM)

XI Jornadas de presas

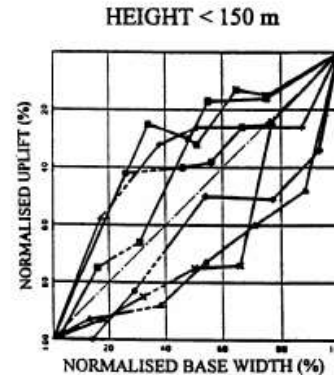
2.3 ASPECTOS PARA AVANZAR

- POSIBLE APERTURA DEL CONTACTO

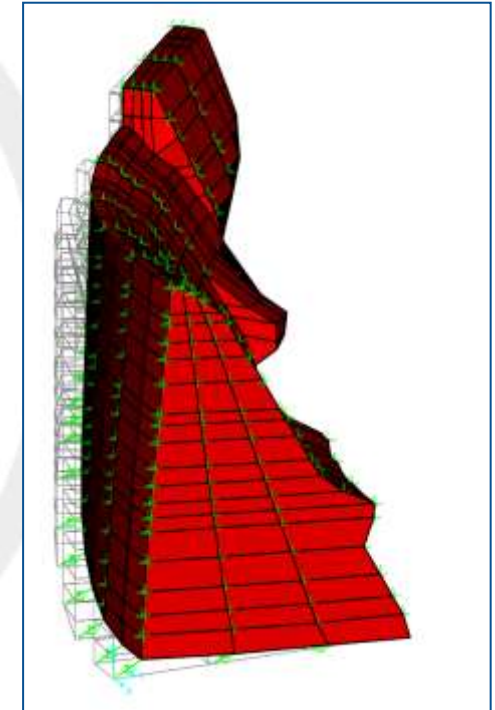
SWISS ARCH DAMS



□ MAUVISIN
 ○ CONTRA
 × CONTRA
 + LUZZONE
 × EMOSSON
 + SEUZIER
 × CURNERA
 ○ ZERVREILA

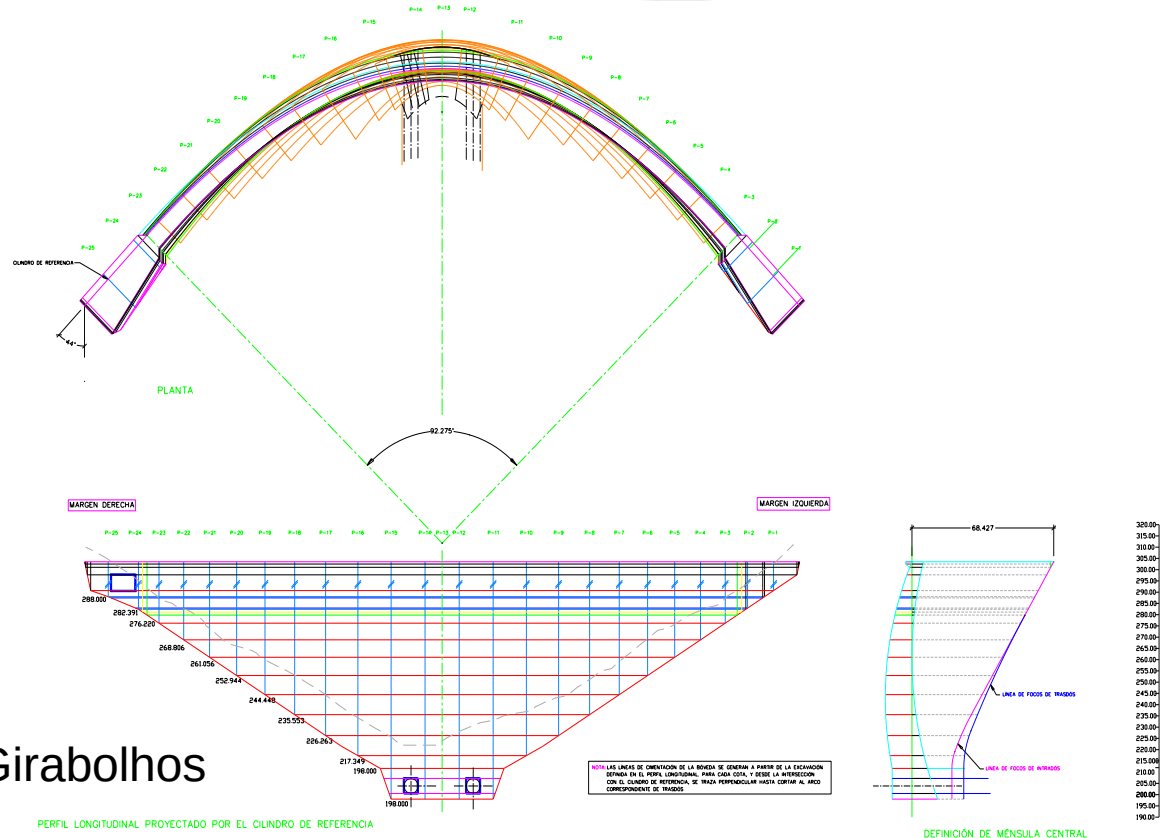


□ HOIRT
 × GIGERWALD
 + LIPPERN
 ○ PUNT DAL GALL
 × KALPS
 ○ SANTA MARIA
 × CAVAGNOLI



Working Group on Uplift Pressures under Concrete Dams

2.4 EJEMPLOS DE MODELOS DE PRESAS BÓVEDAS

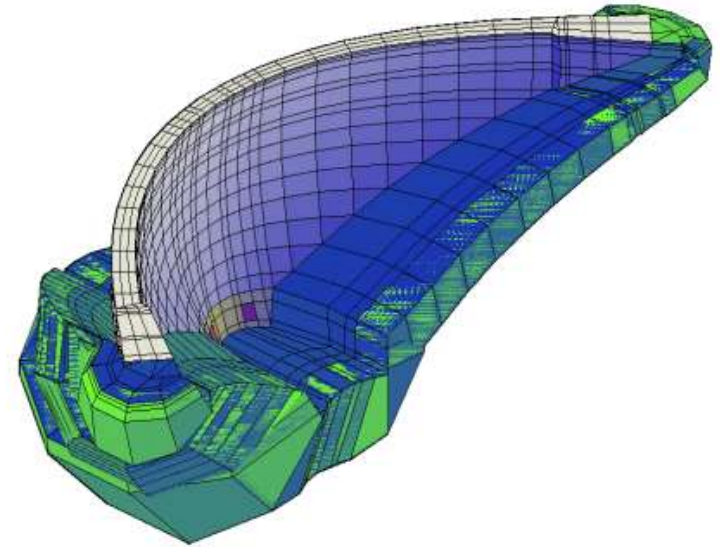
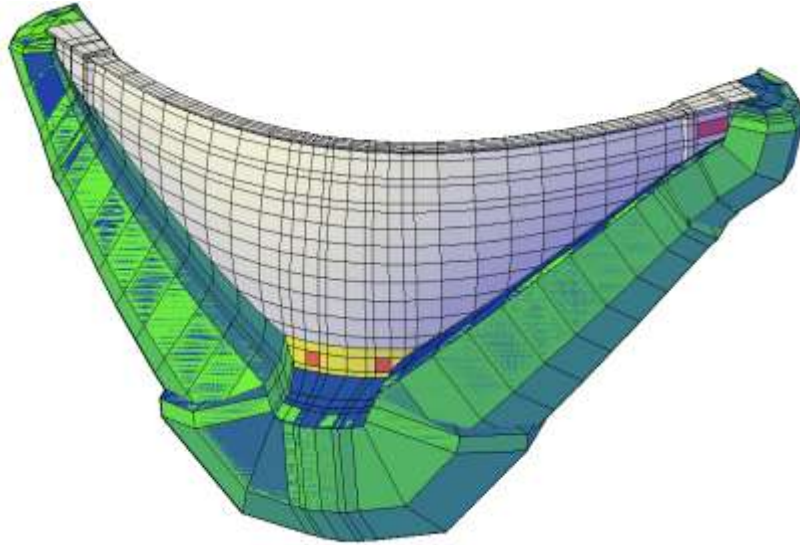


Presa de Girabolhos

PERFIL LONGITUDINAL PROYECTADO POR EL CILINDRO DE REFERENCIA

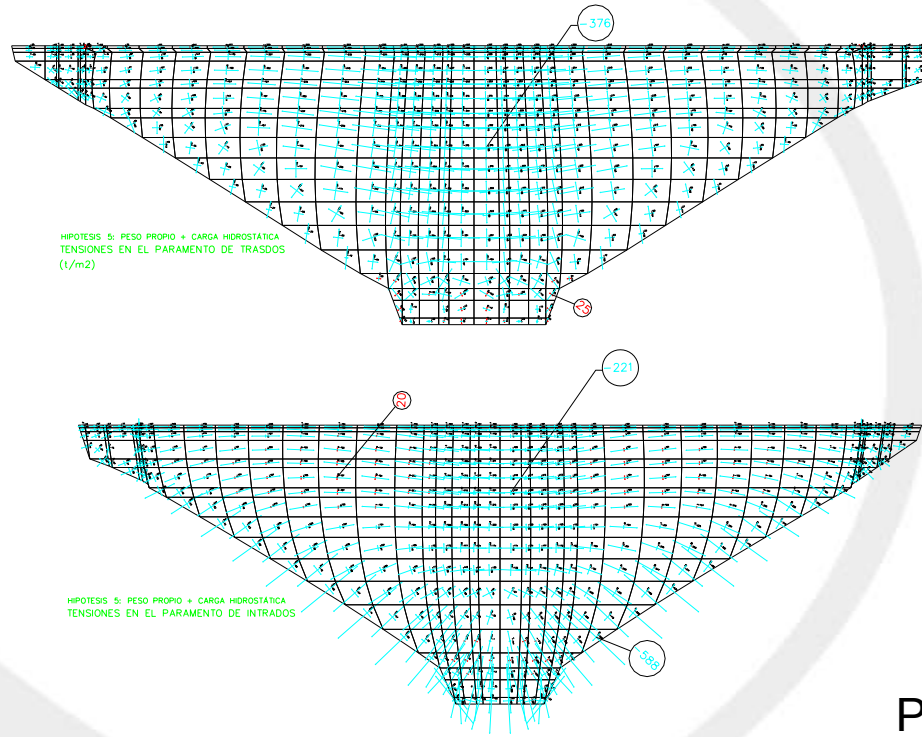
DEFINICIÓN DE MENSULA CENTRAL

2.4 EJEMPLOS DE MODELOS DE PRESAS BÓVEDAS



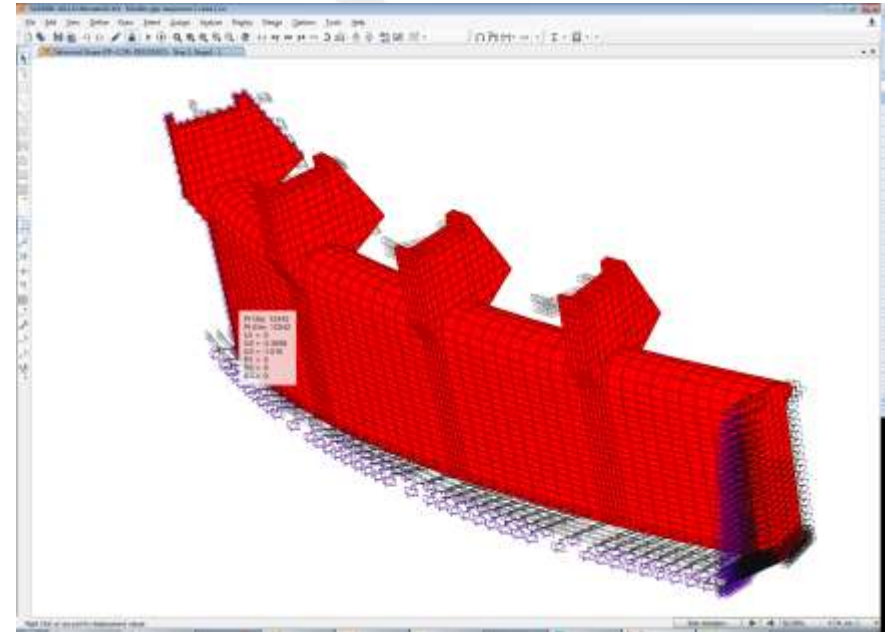
Presa de Girabolhos

2.4 EJEMPLOS DE MODELOS DE PRESAS BÓVEDAS



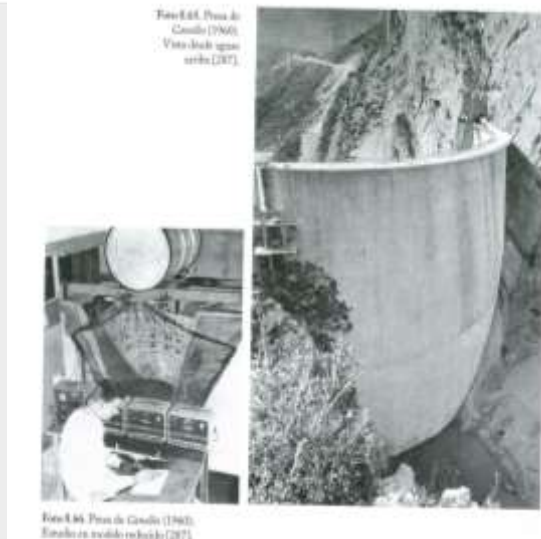
Presa de Girabolhos

2.4 EJEMPLOS DE MODELOS DE PRESAS BÓVEDAS



2.4 EJEMPLOS DE MODELOS DE PRESAS BÓVEDAS

De modelos geomecánicos a modelos numéricos



Presa de Canelles (Díez-Cascón y Bueno)

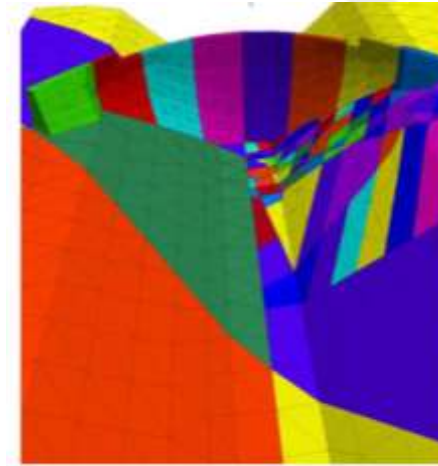
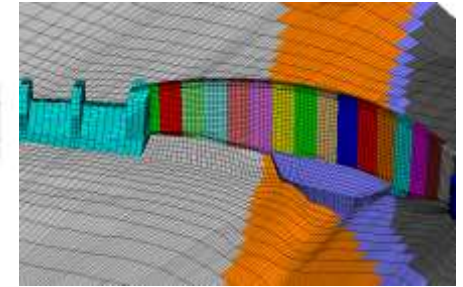


Figure 13. DE models for analysis of stability of right and left abutments of Alto Ceira dam (Lemos & Antunes 2011).

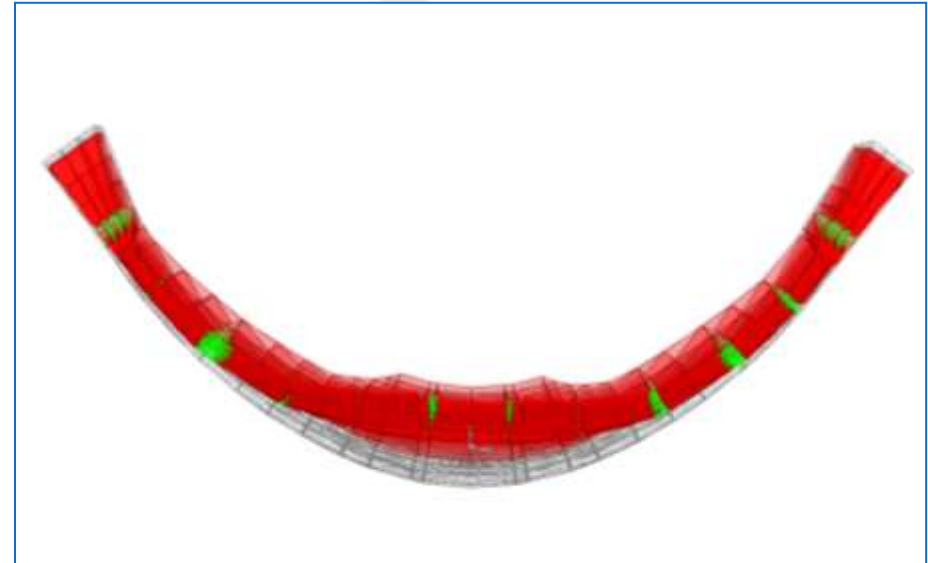
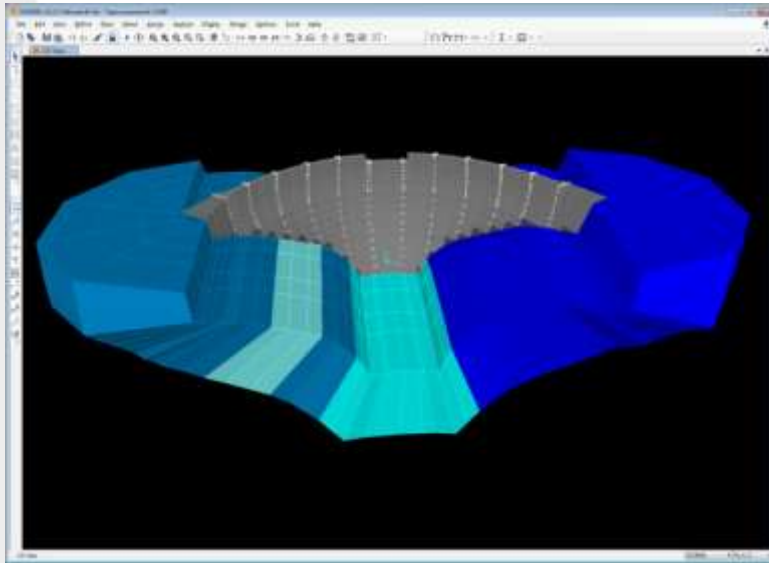
(Elementos discretos)



(FLAC^{3D}, 3DEC: Itasca)

2.4 EJEMPLOS DE MODELOS DE PRESAS BÓVEDAS

PRESAS YA CONSTRUIDAS: GEOMETRÍA CONOCIDA + DATOS DE AUSCULTACIÓN

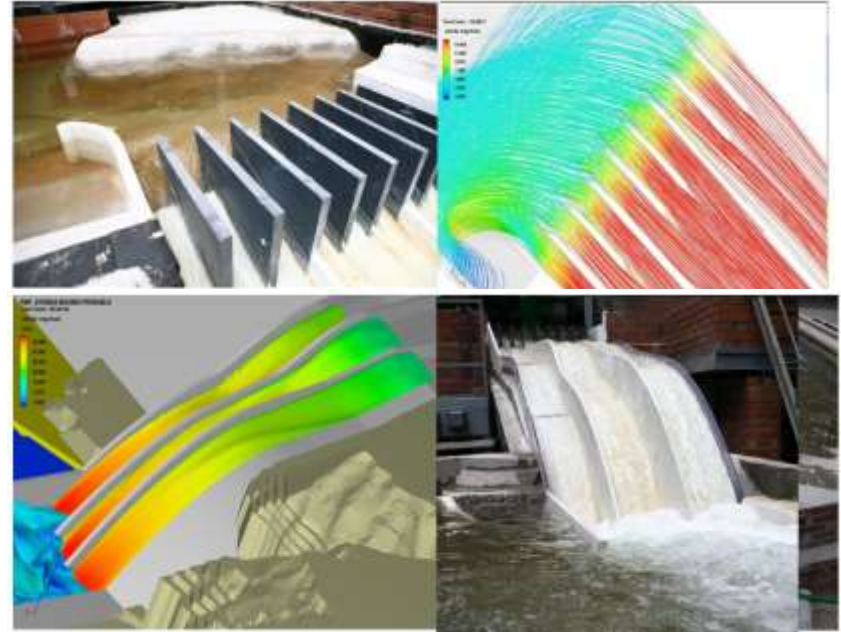


3. OTROS MODELOS

ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS: CFD

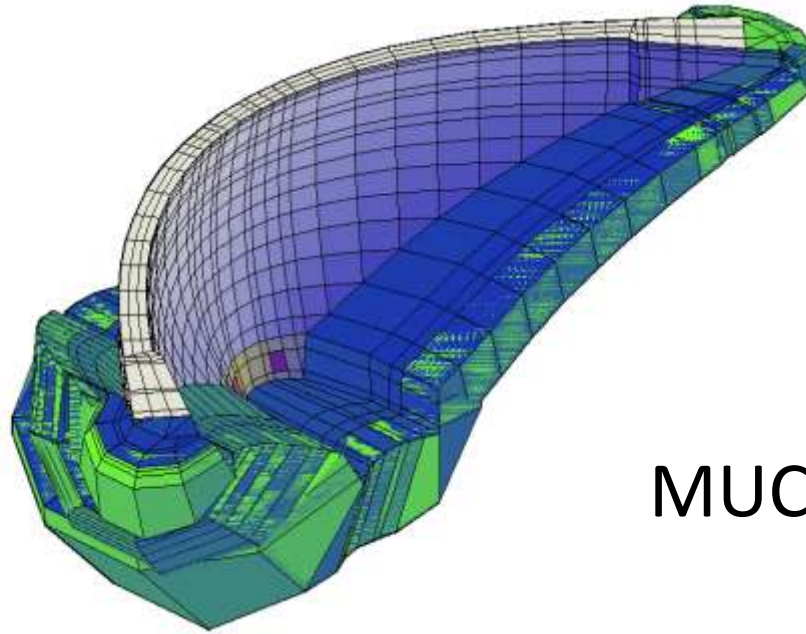


Cedex 2018



Flow 3D

DISEÑO DE PRESAS Y MODELACIÓN NUMÉRICA



MUCHAS GRACIAS!