

Por MARIANO FERNANDEZ BOLLO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

I. ENSAYOS GEOTECNICOS Y PROSPECCION

1. Cálculo y control de las fundaciones de presas.

Las dimensiones y cargas crecientes transmitidas por las presas modernas sobre apoyos de calidades cada vez peores llevan a la necesidad de verificar las condiciones de trabajo de las fundaciones, proyectándolas en consecuencia con sus capacidades de carga y condiciones de formación.

Los estudios geotécnicos que permiten estos cálculos se basan en el conocimiento de la estructura de los apoyos y las características geomecánicas de las rocas que los forman. Las etapas más importantes de un estudio son:

1. *Estudio geológico estructural* con las investigaciones complementarias que sean precisas, tales como sondeos, reconocimientos geofísicos, galerías, zanjas, etc.

2. *Estudio de las características geomecánicas* con ayuda de los resultados anteriores y de ensayos simoelásticos, ensayos mecánicos *in situ* y estudio reológico de probetas.

3. *Estudio del efecto de excavación, tratamiento por inyección o pretensado y modificación de las condiciones del agua intersticial*, ya que estos fenómenos influirán en las condiciones de resistencia y deformabilidad.

4. *Cálculo de los límites de carga admisible*. Estos límites serán función en cada caso de alguna o varias de las condiciones siguientes:

- Límite de rotura frágil.
- Límite de rotura plástica.
- Deformación máxima admisible.
- Comportamiento de fluencia progresiva.
- Estabilidad general del apoyo.

Para cada forma y tipo de fundación estos límites tendrán valores determinados y su relación con las cargas previstas definirá un coeficiente de seguridad de la fundación que normalmente se trata de llevar a un valor superior a 3, o al menos a 2,5, según el margen de error del cálculo.

Las figuras 1.^a y 2.^a indican gráficos correspondientes a estudios en las presas del Eume (Galicia) y Canelles (Cataluña) referentes, respectivamente, al estudio geológico y sísmico del emplazamiento y a ensayos microsísmicos y mecánicos *in situ*. Estos últimos fueron realizados con un gato hidráulico por el método Talobre (1) utilizando después la teoría Talobre para el cálculo de los límites de carga admisible.

Prácticamente todas las grandes presas españolas en proyecto avanzado o en construcción siguiendo un proyecto reciente, han sido estudiadas por estos métodos. Concretamente se han realizado ensayos y estudios variables según las necesidades de cada caso para las presas del Eume, Belesar, San Esteban del Sil, Bao, Arganza, La Barca, Valdecañas, Alcántara, Aldeadávila, Puerto Seguro, Canelles, Susqueda e Iznajar, entre otras de menor importancia.

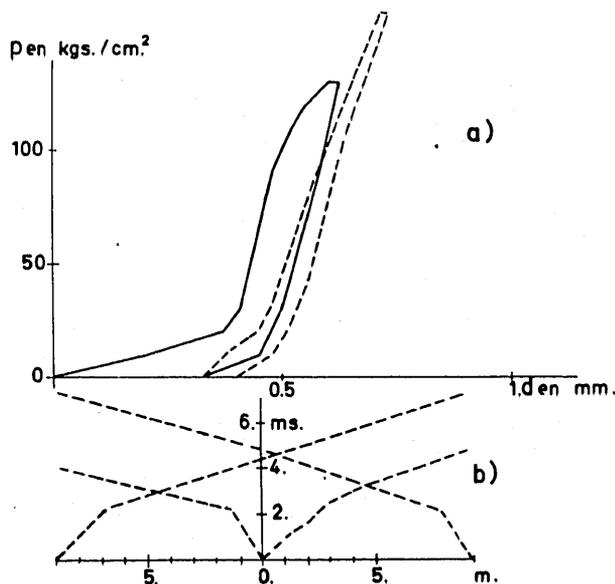


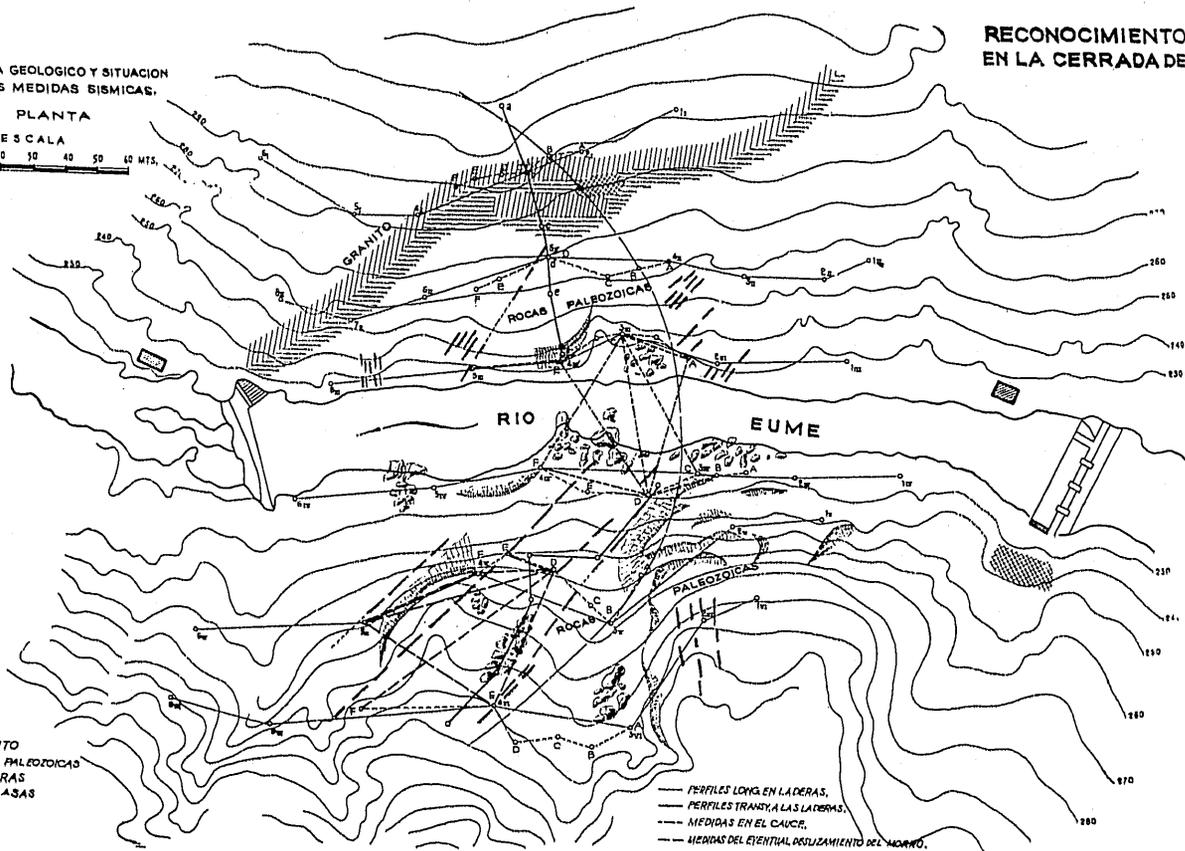
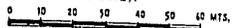
Figura 1.^a

(1) J. Talobre: *Mécanique des Roches*. Dunod. París, 1957.

ESQUEMA GEOLOGICO Y SITUACION DE LAS MEDIDAS SISMICAS.

PLANTA

ESCALA



ESQUEMA ELASTICO DE LA CERRADA

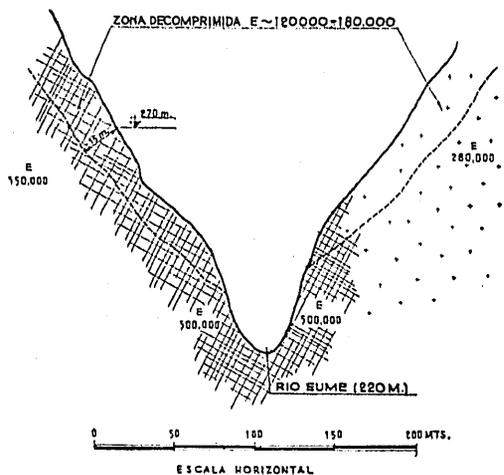


Figura 2.^a

GS. 230 1955

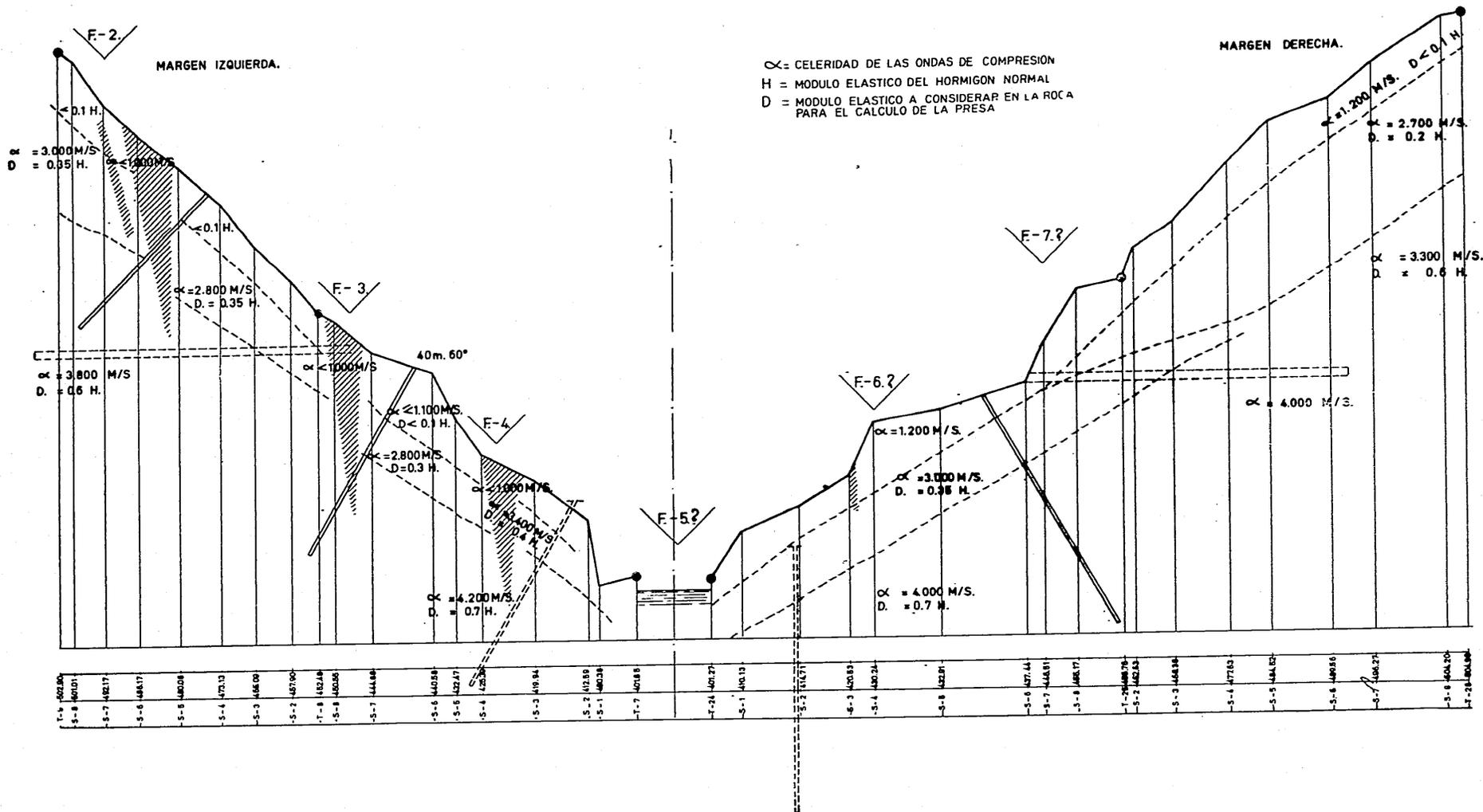
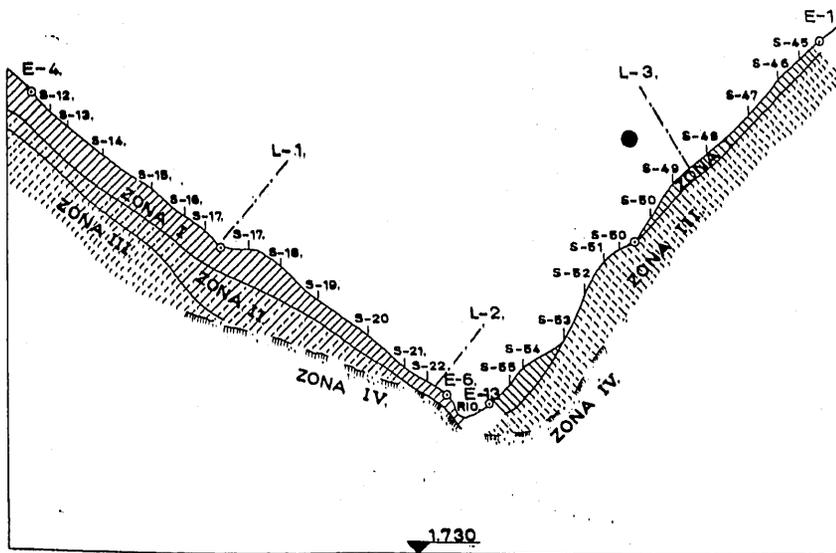
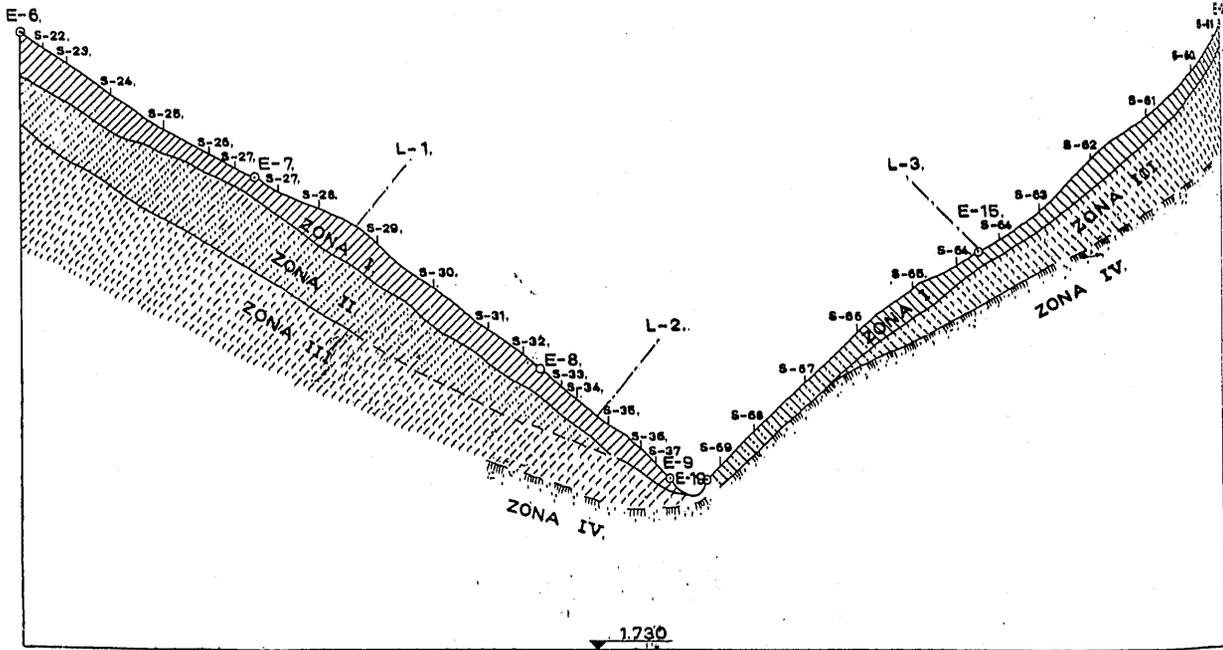


Figura 3.ª



ESCALAS H.y V. 1:1.000
1mm = 1m/s

ZONA I	E // 15 Tm/m ²
ZONA II.	22 Tm/m ² // E // 43 Tm/m ²
ZONA III	50 Tm/m ² // E // 138 Tm/m ²
ZONA IV	175 Tm/m ² // E // 270 Tm/m ²

Figura 4.^a

-  DERRUBIOS POCO COHERENTES.
-  ROCA ALTERADA O MUY FRACTURADA
-  ROCA FRACTURADA
-  ROCA SANA

2. Prospección de emplazamientos.

El reconocimiento de emplazamientos de presa para establecer un plan de aprovechamiento hidráulico precisa de métodos simplificados de actuación rápida y económica. La ejecución de sondeos mecánicos y galerías tiene que limitarse todo lo posible, así como los programas de reconocimiento geofísico y geomecánico deben reducirse a sus elementos esenciales.

En la mayor parte de los casos la prospección se desarrolla siguiendo las etapas siguientes:

1. *Estudio geológico* desde el punto de vista geomecánico y de permeabilidad.
2. *Reconocimiento mecánico sumario* fundado en el estudio de muestras y el empleo de métodos geofísicos sismoelásticos en correlación con ensayos más completos en pequeño número.
3. *Evaluación de las condiciones de fundación*

en forma aproximada para obtener resultados relativos.

4. Ejecución de algunos *ensayos y sondeos de control y verificación* para asegurar la definición de la solución más favorable.

Las figuras 3.^a y 4.^a corresponden a los estudios de prospección para la elección de emplazamiento de presa en el río Lor (Galicia) y en el Dilar (Sierra Nevada, Andalucía). En ambos casos los resultados más interesantes se obtuvieron por la combinación de un estudio geológico cuidadoso con ensayos sismoelásticos y algunas medidas geofísicas.

La mayor parte de los aprovechamientos actualmente en proyecto o construcción han sido estudiados en España por estos procedimientos. Podemos citar entre otros los aprovechamientos del Sil y sus afluentes, del Narceo y Sella, del Tajo, del Genil y sus afluentes, del Guadiana Menor e importantes tributarios del Ebro, que descienden del Pirineo, tales como el Alto Gállego, Cinca, Esera y Noguera Pallaresa.

II. ESTUDIOS HIDRAULICOS

Con la colaboración de

ANGEL DEL PALACIO SANMIGUEL

De la Jefatura de Obras Públicas de Madrid.

Dentro de los ensayos referentes a presas en el más amplio sentido de la palabra, se ha creído oportuno comentar, siquiera brevemente, ya que no tratar, tres tipos de ellos que, no por menos frecuentes, dejan de ser altamente interesantes.

Nos referimos a la determinación de características elásticas del material del macizo de la obra, bien en probetas, utilizando procedimientos no destructivos; al estudio de las características de un embalse como refrigerador de los condensadores de una central térmica inmediata, y, finalmente, al estudio aerodinámico de estructuras bajo la acción del viento.

Seguidamente vamos a tratar brevemente de los principales aspectos de estos tres tipos de ensayos.

La ventaja de un procedimiento que permite la determinación de las características elásticas de cualquier material sin destruir la probeta o incluso *in situ*, no es necesario destacarla; su rapidez y comodidad son notorias y, especialmente, si se considera que en cualquier macizo o estructura esta determinación puede hacerse directamente, es evidente que el procedimiento es óptimo.

En el caso de probetas, en resumen el método consiste en hallar su función propia, lo que permite, sabiendo que esta es función de sus dimensiones geométricas, de la densidad del material y de su módulo de elasticidad, hallar fácilmente éste por simples operaciones aritméticas, ya que las dos primeras variables son fácilmente determinadas.

Para hallar esa frecuencia la probeta, apoyada elásticamente, es excitada, de acuerdo con el esquema siguiente, por un dispositivo electromagnético alimentado, a través de un amplificador, por un oscilador de frecuencia variable.

Las vibraciones del excitador son transmitidas a la probeta y, propagándose por ésta, son recibidas en un captor, también electromagnético, que convierte su energía en tensiones aplicadas a un oscilógrafo.

Variando la frecuencia del oscilador se hallará una determinada, para lo cual la amplitud de la señal, observada en el oscilógrafo (o milivoltímetro a válvula) es máxima frecuencia que será, precisamente, la de resonancia de la probeta. Así, pues,