

ENSAYOS EN MODELOS REDUCIDOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE DEL PANTANO DEL PINTADO

Por JAIME ARRAEZ FERNANDEZ,
Ingeniero de Caminos. Encargado del Laboratorio
de Hidráulica de la Confederación del Guadalquivir.

El texto y la abundante documentación gráfica de este artículo, dan idea del gran interés ingenieril que han tenido estos ensayos en modelos reducidos para la resolución de los problemas que planteaba la construcción del aliviadero del Pantano del Pintado.

Idea general de la obra.

El Pantano del Pintado, recientemente inaugurado, tiene una capacidad de 202 millones de m.³. La presa, de gravedad, tiene una altura de 81 m. sobre el lecho del río, y su volumen es de 350 000 m.³.

La cuenca alimentadora tiene una extensión de 1 100 Km.², con lluvia media anual de 675 mm., y está constituida por formaciones muy impermeables del estrato cristalino, cámbrico y silúrico.

Las aportaciones del río en el punto de ubicación de la presa son extraordinariamente variables, como ocurre, en general, en todos los afluentes de la margen derecha del Guadalquivir. Según los datos del Servicio de Aforos de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, la media anual es de 175 millones de metros cúbicos, y la máxima y mínima son 514 y 2 millones de m.³, respectivamente.

Esta irregularidad en las aportaciones ha obligado a dedicar una atención especial al aliviadero de superficie, cuya capacidad máxima fué fijada por la Dirección General de Obras Hidráulicas en 1 400 m.³/seg.

En la figura 1.^a damos un plano del conjunto de la presa y del aliviadero.

Los ensayos en modelos reducidos se realizaron en el Laboratorio de Hidráulica de la Confederación del Guadalquivir: parte, en la instalación fija situada en el edificio de la Plaza de España, en Sevilla, y parte, en un modelo a pie de obra.

Primera serie de ensayos.

Se reprodujo, a escala 1:100, el aliviadero, el canal de descarga, el arroyo en el que desemboca aquél y una parte del río Viar, aguas arriba y abajo de su confluencia con el arroyo, de acuerdo con los planos del proyecto primitivo.

Se comprobó que el desagüe máximo era el previsto, con una pequeña diferencia, por exceso, pero que el dispositivo al pie del canal de descarga era ineficaz. El agua lanzada por el trampolín libre contra la ladera derecha del arroyo, constituida por dioritas muy resistentes, se reflejaba en la ladera izquierda, de pizarras blandas, con peligro para el final del rápido. La presa de retención en el arroyo sólo resultó eficaz con caudales muy pequeños, pues en cuanto se llegó a unos 250 m.³/seg. el agua pasaba sobre su es-

tribo derecho, como si no existiera la presa (ver fotografías 1.^a, 2.^a, 3.^a y 4.^a).

Después de algunos tanteos se llegó a una solución satisfactoria, análoga a las proyectadas para los aliviaderos del Tranco de Beas y del Guadalén, ya construida en el primero (1). Consiste en una combinación de dos bordillos oblicuos y varios trampolines, consiguiéndose una gran turbulencia y que la corriente salga en la dirección del arroyo (ver fotografías 5.^a, 6.^a, 7.^a y 8.^a). La forma y dimensiones de los bordillos y trampolines se detallan en las figuras 4.^a y 5.^a.

Segunda serie de ensayos.

Cumplimentando las prescripciones impuestas por la Dirección General de Obras Hidráulicas, se modificó la disposición primitiva del aliviadero y el comienzo del canal de descarga (dibujadas de puntos en la fig. 1.^a).

El aliviadero queda ahora constituido por un azud de pequeña altura, coronado por tres tramos con compuertas Tainter de 7,50 m. de altura y 12,50 m. de luz.

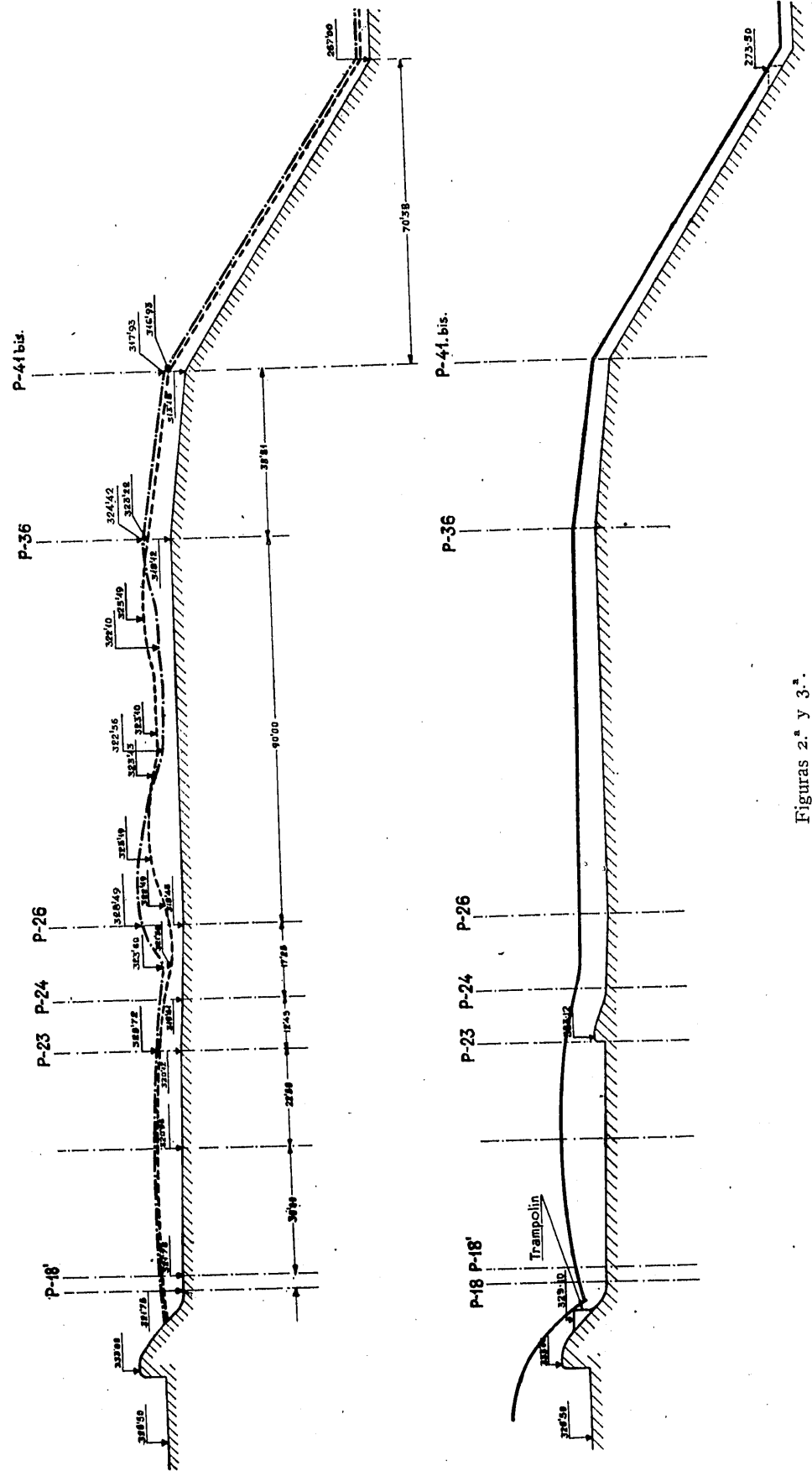
La presa y el aliviadero, así como el eje del mismo y el del canal de descarga, forman ángulos de 9° 50' y 5° 30', respectivamente, siendo debidas estas pequeñas desviaciones a la naturaleza del terreno, que, al abrir la excavación, se comprobó que era peor y menos homogéneo de lo que se había supuesto.

Nos encontramos, por consiguiente, con los inconvenientes del abocinamiento y del cambio de dirección en el canal de descarga que, naturalmente, deberá funcionar en régimen rápido. En la misma figura 1.^a hemos dibujado las estelas permanentes que se originan, y en la figura 2.^a, las líneas de agua en ambos cajeros, para el caudal máximo de 1 400 m.³/segundo (ver también las fotografías 11 y 12).

Para mejorar el funcionamiento del canal colocamos una pequeña presa al final del abocinamiento, lo suficientemente alta para provocar la formación del resalto al pie del azud de las alzas, pero de manera que éste no quede nunca anegado, para no disminuir su capacidad de desagüe.

(1) Florentino Briones: *El pantano del Tranco de Beas*. REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, junio de 1946.

LINEAS DE AGUA
 --- Cajero margen derecha
 ---- " " izquierda



Figuras 2.^a y 3.^a.

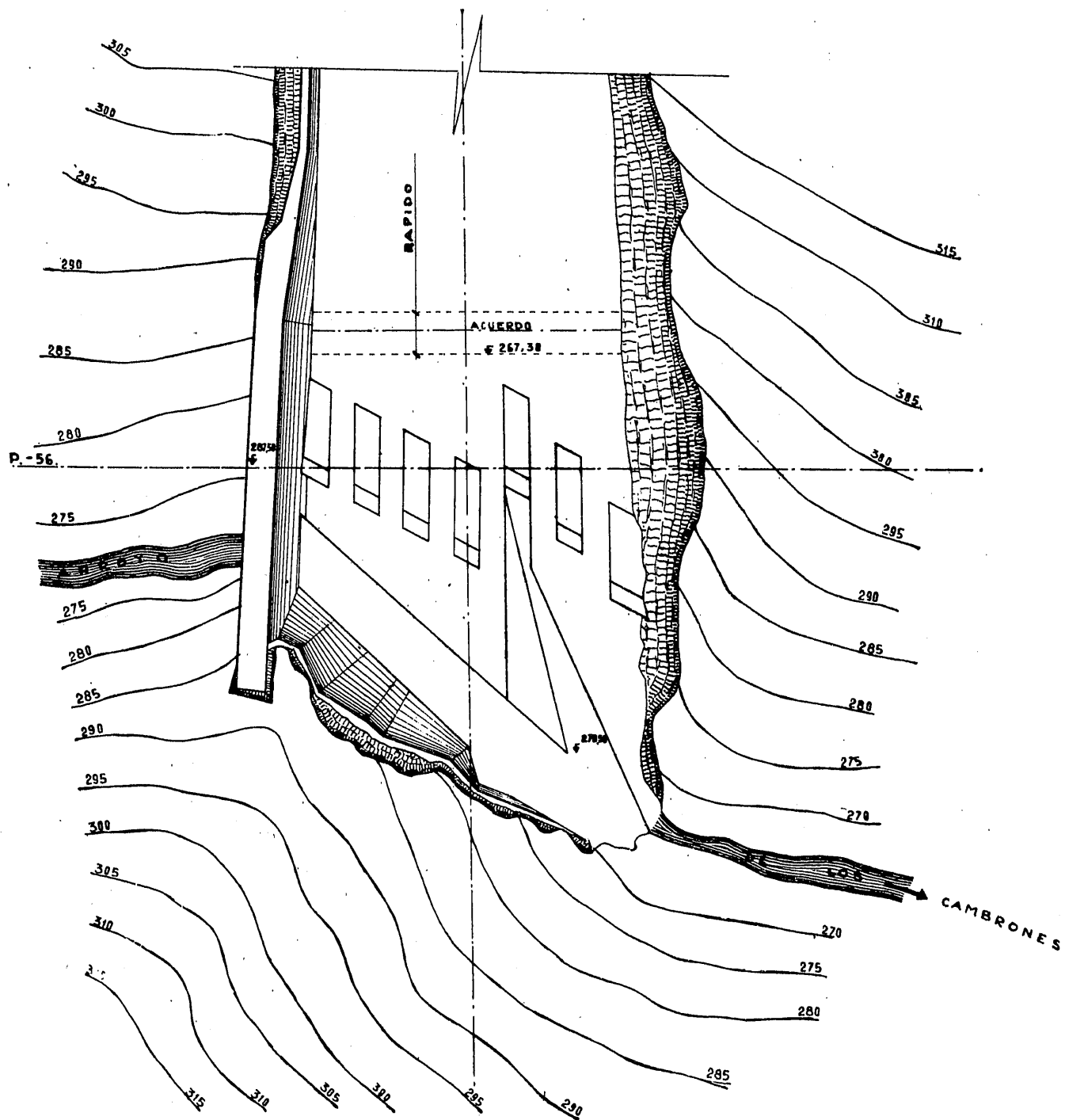


Fig. 4.^a — Amortiguador. Planta.

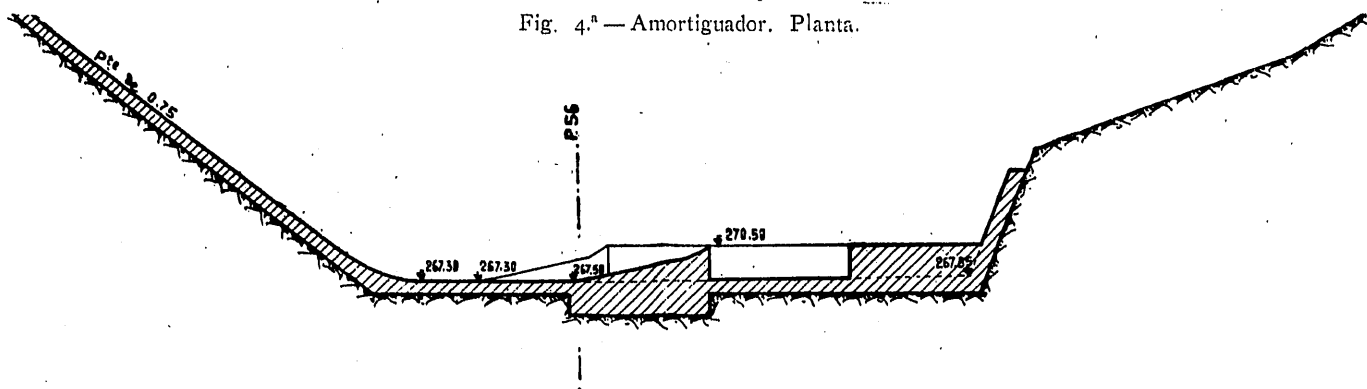


Fig. 5.^a — Amortiguador. Sección longitudinal por el eje.

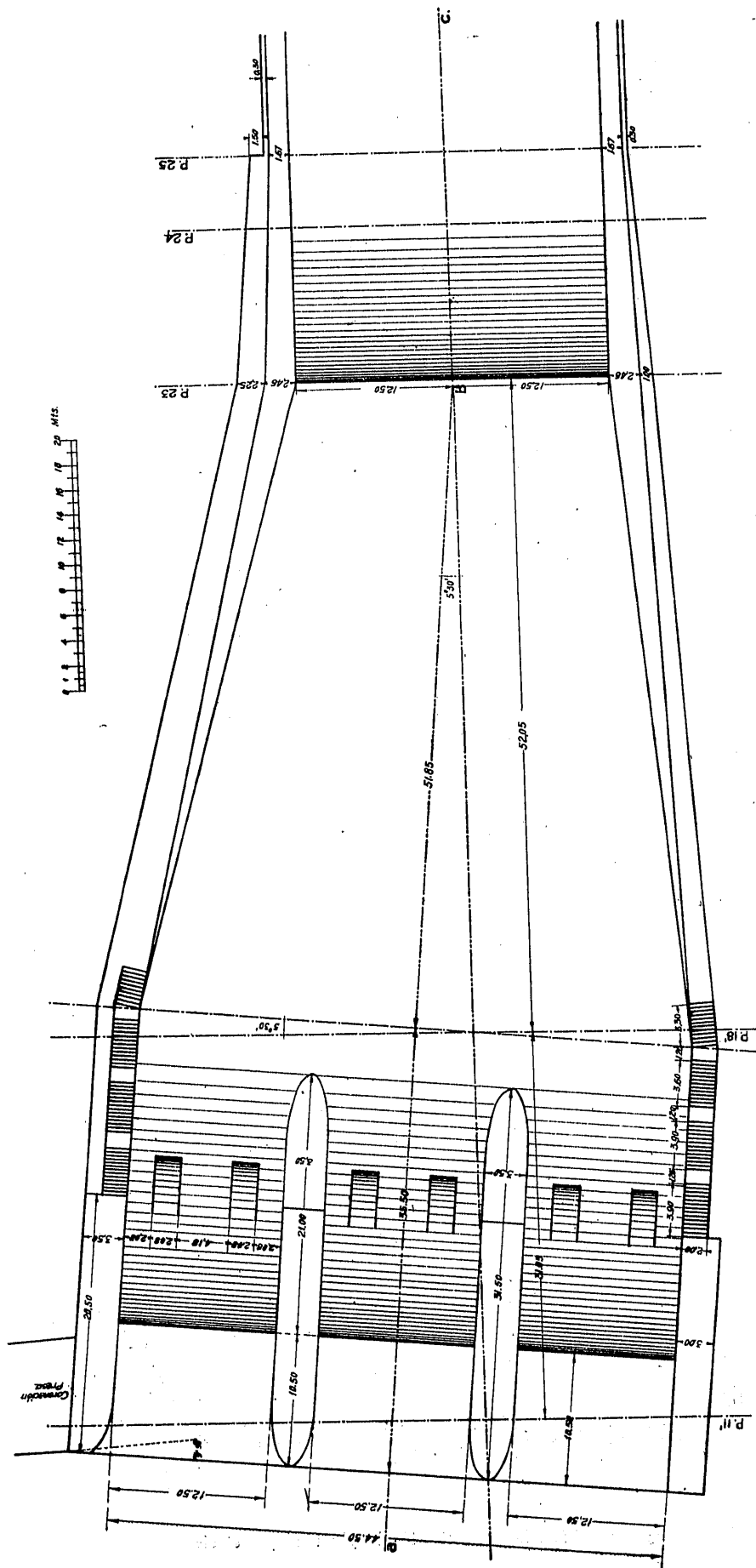


Fig. 6.^a—Plano del aliviadero.



Fig. 1.ª — Caudal, 80 m.³/seg.



Fig. 3.ª — Caudal, 700 m.³/seg.



Fig. 2.ª — Caudal, 250 m.³/seg.



Fig. 4.ª — Caudal, 1 400 m.³/seg.

Funcionamiento del trampolín y presa de retención del modelo primitivo, con distintos caudales.

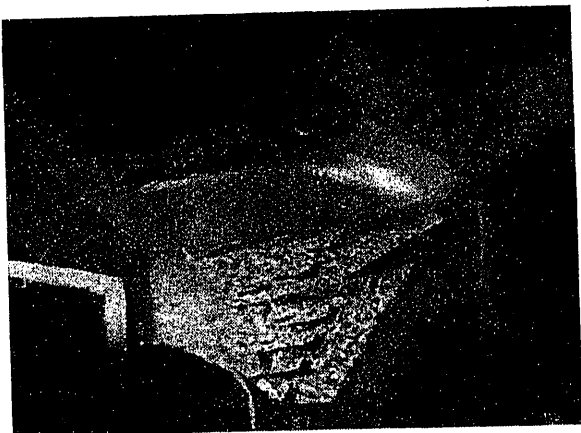


Fig. 5.ª — Caudal, 80 m.³/seg.



Fig. 7.ª — Caudal, 700 m.³/seg.



Fig. 6.ª — Caudal, 250 m.³/seg.

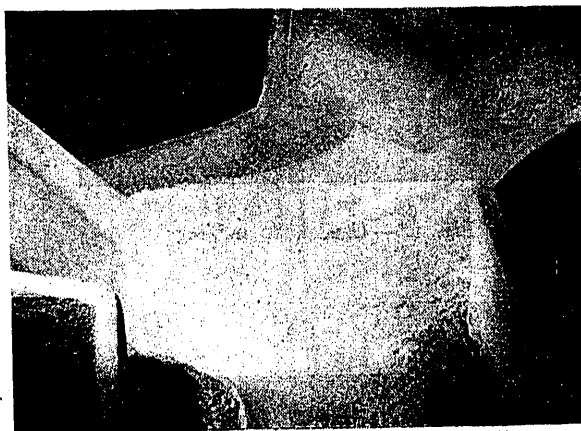


Fig. 8.ª — Caudal, 1 400 m.³/seg.

Funcionamiento del cuenco de amortiguamiento de la energía cinética del agua, con distintos caudales. Solución adoptada.

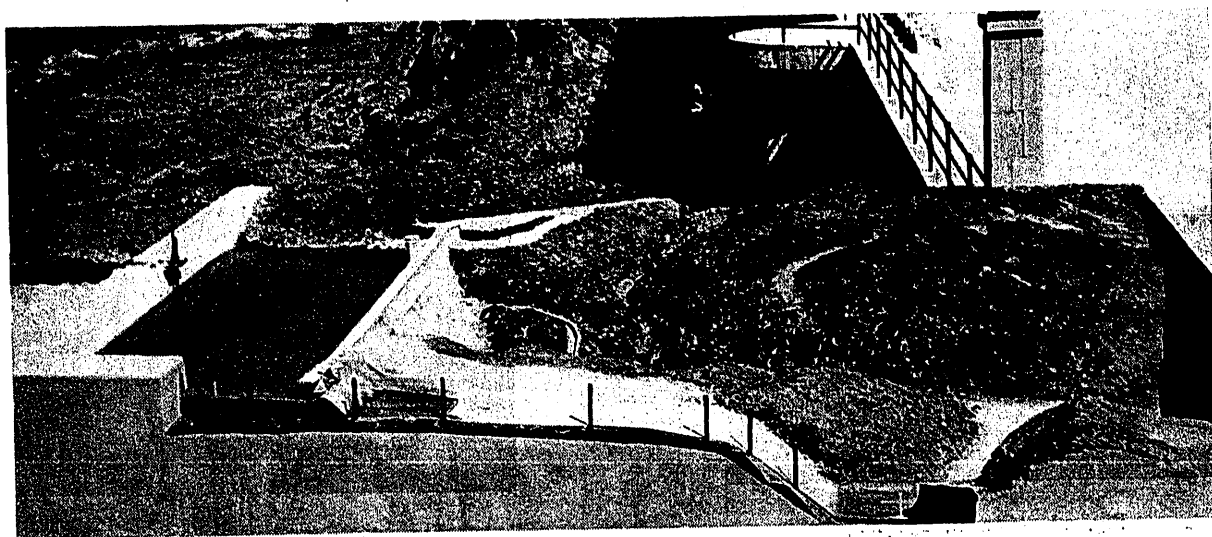


Fig. 9.ª — Vista general del modelo construido a pie de obra.



Fig. 10. — Otra vista del modelo.

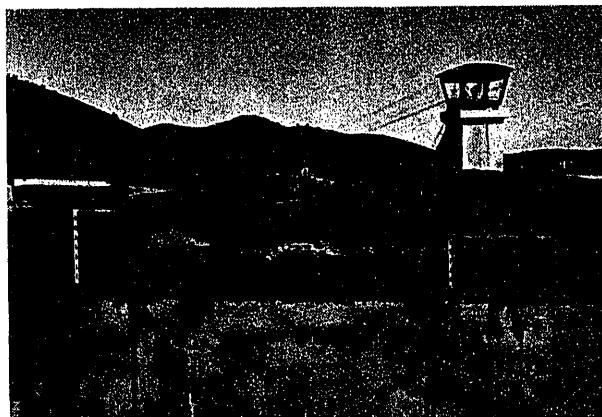


Fig. 12. — Vista lateral del canal de descarga, en las mismas condiciones de la figura 11.



Fig. 11. — Vista del canal de descarga desaguando una avenida de 1400 m.³/seg., sin presa de retención.

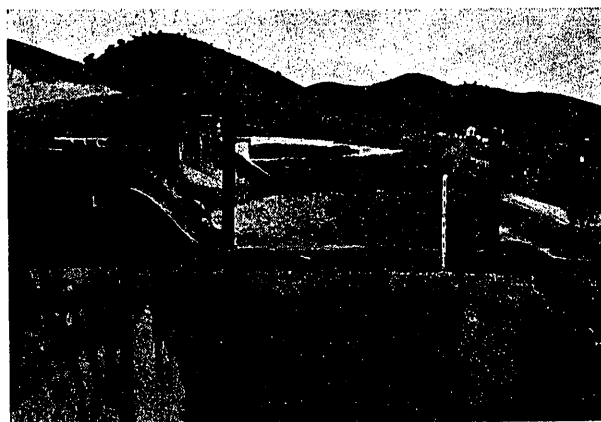


Fig. 13. — Resalto al pie de la obra aneja a las alzas, con trampolines estabilizadores y umbral de retención:
 $Q = 1400 \text{ m.}^3/\text{seg.}$

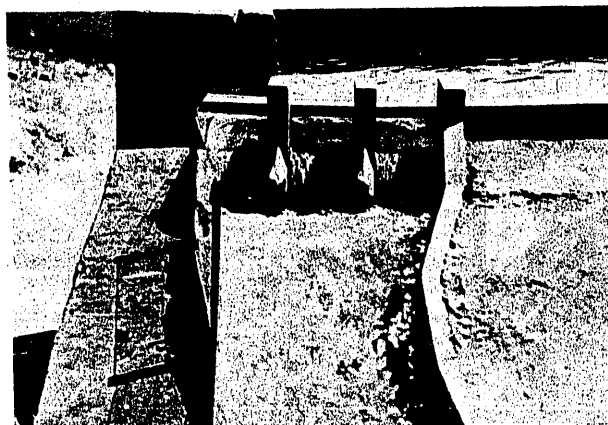


Fig. 14. — Vista frontal correspondiente a la figura anterior.



Fig. 15. — Funcionamiento del canal de descarga. Obsérvese la regularidad de la línea de agua en el cajero transparente.

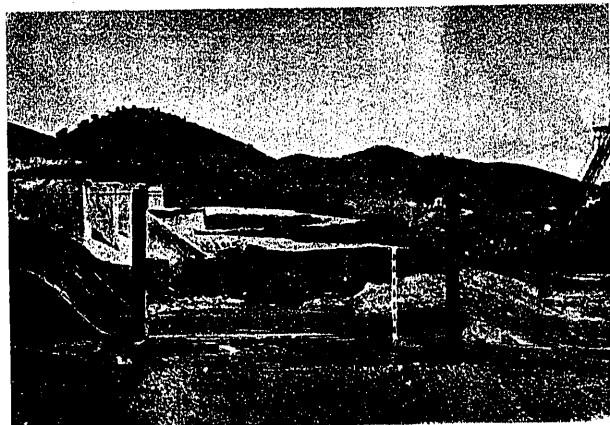


Fig. 18. — Pocos segundos después, el rulo ha sido casi barrido.

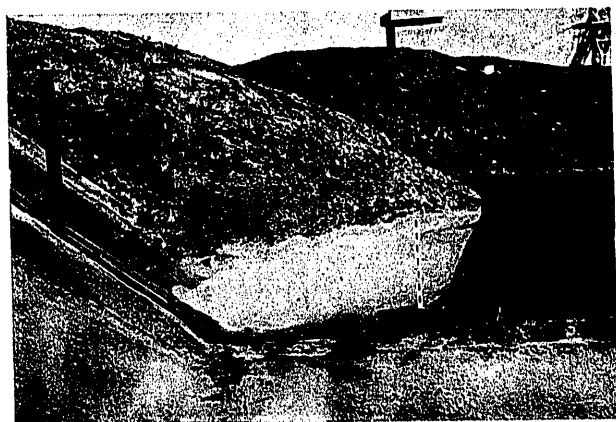


Fig. 16. — Funcionamiento del rápido y del amortiguador con un caudal de 1 400 m.³/seg.

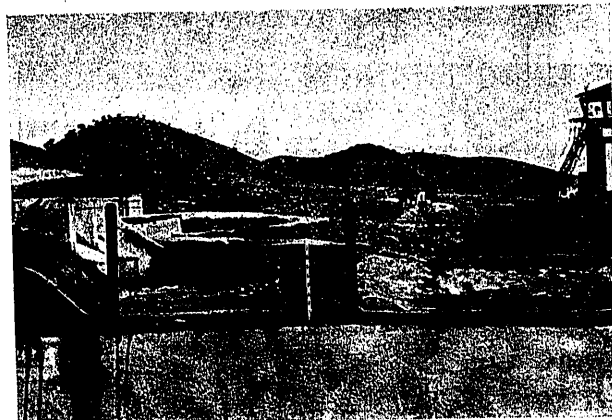


Fig. 19. — Una vez desaparecido el rulo...

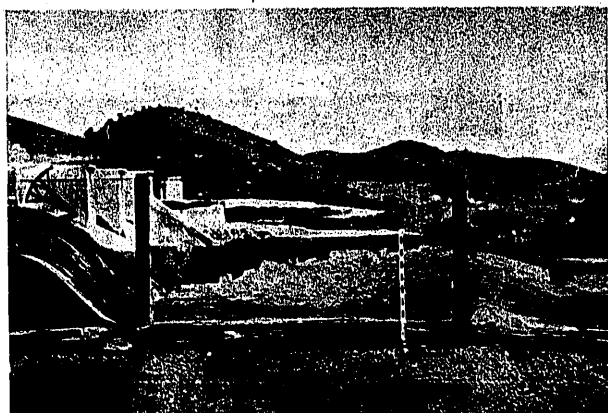


Fig. 17. — Arrastre del rulo al arrancar los trampolines.



Fig. 20. — ... desaparece también la regularidad de las líneas de agua en los cajeros del canal de descarga.

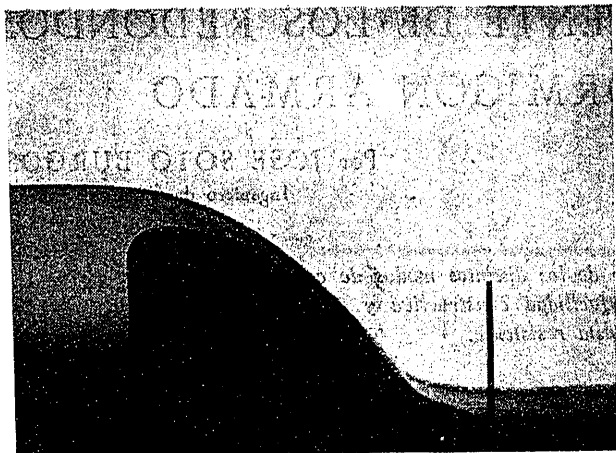


Fig. 21. — Altura de la lámina vertiente: 2,50 m.



Fig. 23. — Abertura de la compuerta: 2,50 m.

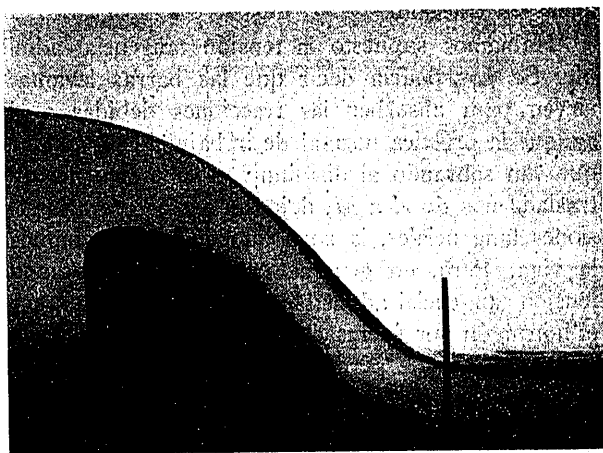


Fig. 22. — Altura de la lámina vertiente: 7,50 m.



Fig. 24. — Vertedero con trampolín, en el paramento de aguas abajo. Con régimen rápido en el cuenco, se observarán presiones negativas en la cara vertical del trampolín, que desaparecen al formarse el rulo

Ensayos complementarios, en un canal con cajeros de vidrio, de una rebanada del vertedero, con y sin compuertas.

Para conseguir que el resalto se forme con cualquier caudal, vimos que era preciso un umbral de unos 4,50 m. de altura. La colocación de una presa de retención tan alta elevaba mucho el nivel del agua en el cuenco, obligando a subir el cajero izquierdo (al lado derecho no importa, porque está el monte), funcionando el aliviadero próximo al límite de sumergencia.

Se consiguió hacer estable el rulo, con un umbral de 3 m. de altura solamente, colocando trampolines estabilizadores en el paramento de aguas abajo del azud, según se indica en las figuras 3.^a y 6.^a. Este dispositivo fué proyectado primeramente para la presa del Guadalete, en Bornos, y ya se ha aplicado en la presa de Malpasillo, sobre el río Genil (1).

(1) J. Arráez: "Soleras de amortiguamiento para presas-vertederos". *Informes de la Construcción*, octubre de 1951.

Se consigue, de este modo, que la circulación en el canal sea perfectamente regular (ver fotografías 13, 14, 15 y 16) y que las líneas de agua en ambos cajeros no difieran, como puede verse en la figura 3.^a.

Si se quitan los trampolines, el rulo es arrastrado rápidamente. En las fotografías 17, 18 y 19 vemos tres fases del arrastre del rulo, y en la 20, el funcionamiento del canal de descarga después de desaparecido el rulo.

De los modelos construídos en el laboratorio de Sevilla y a pie de obra, se han obtenido numerosas fotografías, algunas de las cuales figuran en este artículo, y 30 m. de película de cine, en cinta de 16 milímetros.

Durante todo el tiempo de realización de los ensayos hemos mantenido una estrecha colaboración con nuestro compañero D. Joaquín Bollo Candalija, Ingeniero encargado de la obra.