

PRESA DE ESCOLLERA CON ALVIADERO POR CORONACION

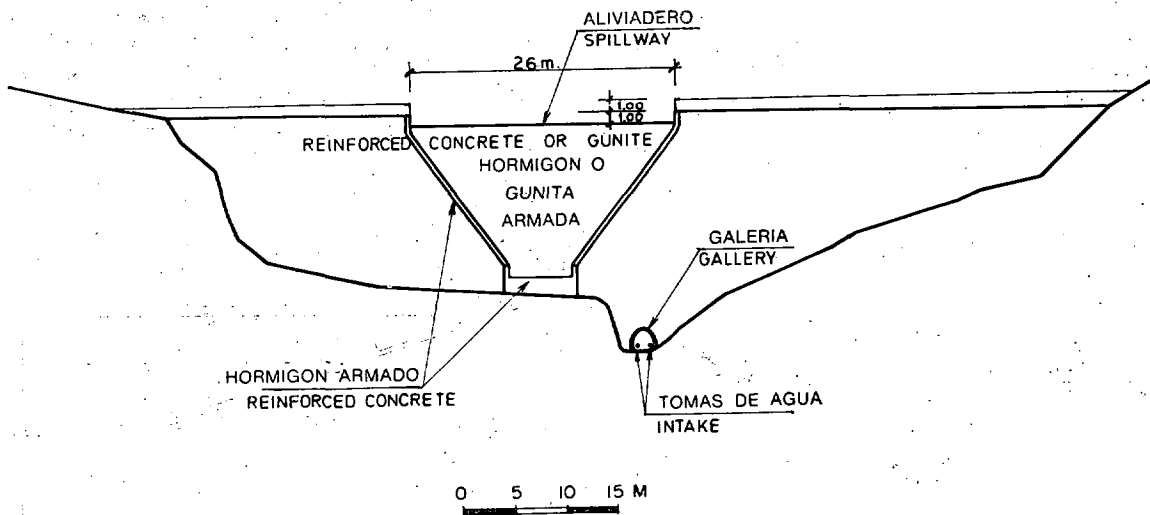
Dr. Ing. A. BIZCARRONDO

Dr. Ing. G. GOMEZ

Este tema, cuya repercusión económica puede ser extraordinaria, sobre todo en explotaciones reducidas como abastecimientos de agua a núcleos urbanos, embalses para usos mineros, regadíos locales, etc., ha venido desarrollándose desde hace más de treinta años y en realizaciones de varia importancia. Existe una abundante bibliografía sobre la cuestión; en esta exposición se recoge,

teriores que se mencionan al pie. La presa de Llodio tendrá 20 m. de altura en el eje de coronación y embalsará 0,10 Hm.³ con destino al abastecimiento de agua de la villa de Llodio; se sitúa en el arroyo Olarte, sobre un terreno de margas y areniscas del cretácico inferior (wealdense), con una topografía general abrupta y ocasionada por múltiples corrimientos de ladera, de edad relativamen-

17



Alzado aguas abajo.
(Downstream view.)

al final, los antecedentes que nos son conocidos; gran parte de esta bibliografía figura en el artículo de Parkin, Trollope y Lawson, publicado en el *Journal of Soil Mechanics and Foundation Division A. S. C. E.*, de noviembre de 1966 (la revista del *Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo de Madrid* ha publicado la traducción castellana).

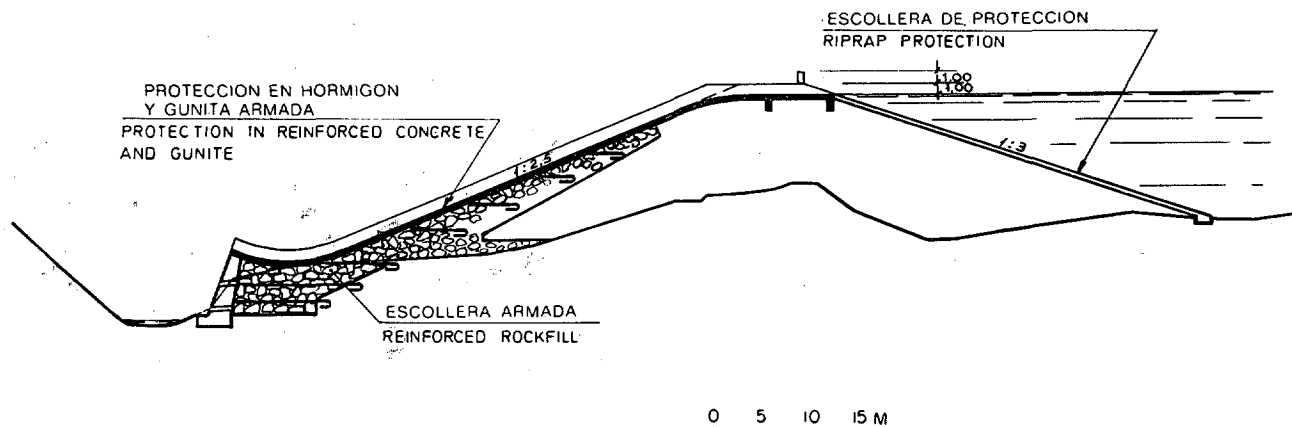
El caso que exponemos de la presa de Llodio se estudia con conocimiento de estos antecedentes y otros pos-

te reciente, algunos de ellos de forma que los árboles de la zona (pinos y hayas) acusan en su tronco síntomas de este fenómeno.

En estas circunstancias, el cierre más favorable lo suministra una zona corrida de la margen derecha; en todo el tramo aprovechable del río no es posible encontrar ningún cierre que no presente zonas corridas en una u otra margen. Las condiciones de materiales y cimiento ofrecen pocas alternativas en cuanto a posibilidades de

tipo de presa; una presa de tierra realizada con los propios materiales de los corrimientos de ladera, tomados en la proximidad de la obra, resulta segura y

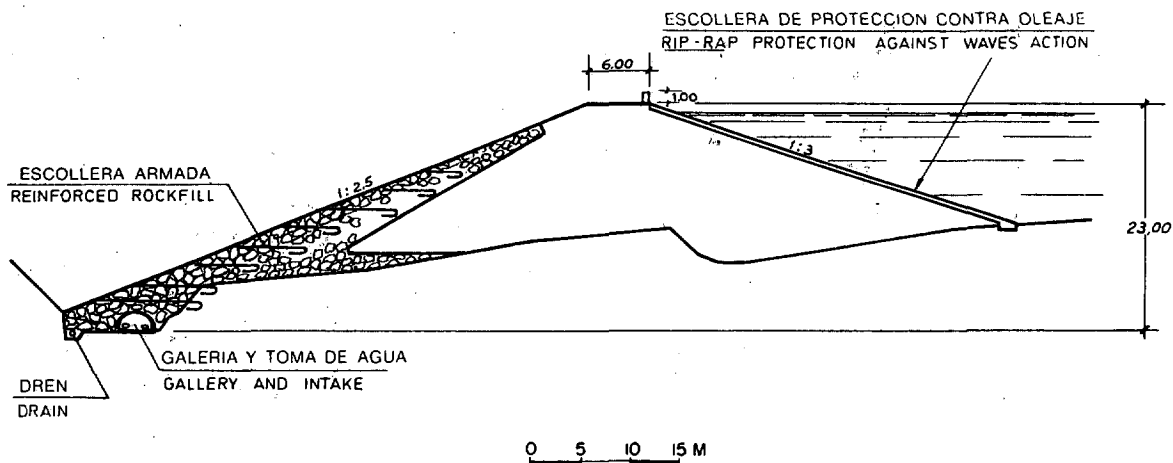
Con el fin de no excavar la zona corrida, en profundidad y transversalmente, el desvío provisional que se hace en galería de 2,00 x 2,50 m., se adapta a la curva del



Sección A-B.
(Section A-B.)

económica. Las características de estos derrubios son buenas en cuanto a impermeabilidad (10^{-7} cm./seg.) posibilidad de puesta en obra (humedad natural, 16 por 100; ídem óptima Proctor, 14 por 100) y resistencia (densidad Proctor, 1,78 Kg./dm.³; cohesión, 1,6 Kg./cm.², y ángulo

río con vistas a hacer el apoyo en roca sana sin interceptar la zona corrida, cuya estabilidad se vería comprometida de otra forma. Esta galería alojará, una vez terminada la obra, los elementos de toma y desagües profundos. No entramos en mayores consideraciones constructivas por



Sección C-D.
(Section C-D.)

de rozamiento, 25°) para una estructura como la planteada, la cual, al apoyar en su estribo derecho en un corrimiento de ladera, colabora a su estabilización; siempre que no se realicen excavaciones importantes.

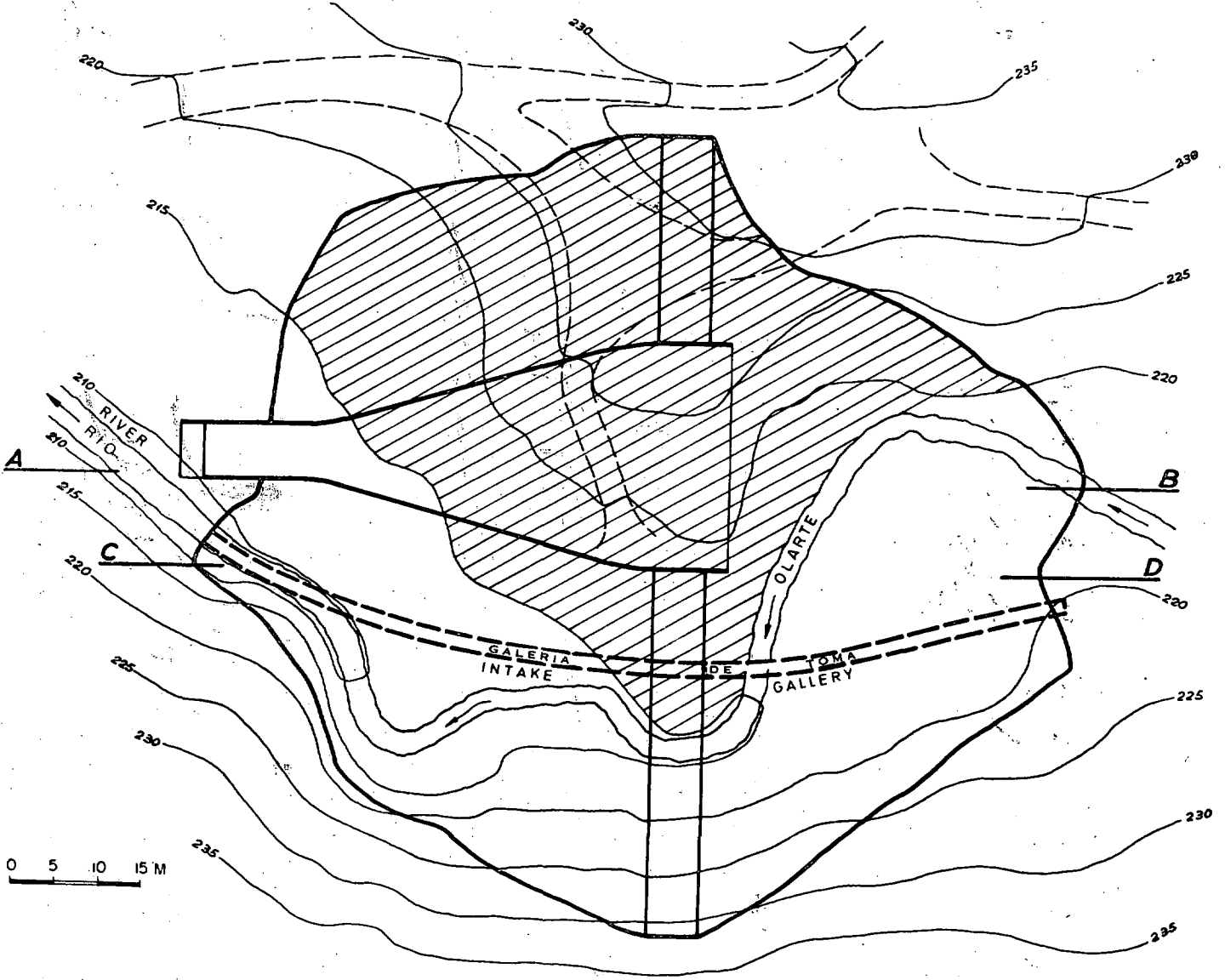
no ser el objeto de la comunicación; bástenos añadir que la presa se comenzó el pasado mes de abril y se espera completar en el próximo noviembre.

Los órganos de desagüe deben evacuar las riadas

ocasionadas en una cuenca de 4 Km.² en una zona lluviosa y con pendientes muy acusadas; parte de estas avenidas se evacuará por los desagües profundos, pero otra parte habrá de salir por el aliviadero de superficie. La dificultad de alojarlo en la ladera, pues el necesario

pliamente nuestro caso. (IX Congreso de Grandes Presas, Estambul. Discusión del tema XXXIII; A. Galíndez. Tomo VI, páginas 288 a 292.)

La solución adoptada en la presa de Llodio es un aliviadero de gran longitud de vertido y lámina de espesor



Planta.
(Plan.)

canal comprometería seriamente su estabilidad, unido a la evidencia de poder evacuar por encima de la presa, nos impulsó a estudiar la solución que desarrollamos.

El precedente de la ataguía de Aldeadávila (río Duero), que entre los años 1958 y 1961 desaguó varias riadas con punta de hasta 3 000 m.³/seg., sobre una obra de escollera protegida con hormigón armado, justifica am-

máximo de 80 cm. (corresponde a una punta de riada de 40 m.³/seg.), canal de descarga convergente y trampolín de lanzamiento de 6 m. de anchura.

Los problemas que pueden plantearse son en esencia dos:

1. Erosión de los paramentos.
2. Sumersión de la presa en su conjunto o en parte.

El riesgo número segundo queda eliminado por la gran pendiente longitudinal del río Olarte (de hecho se trata de un torrente) aguas abajo de la presa (sensiblemente el 7 por 100), lo que, ayudado por el lanzamiento en el trampolín, evita la sumersión, incluso del pie aguas abajo.

En cuanto al problema primero, erosión del talud, se prevé en el de aguas arriba una defensa de escollera, y aguas abajo una pantalla de hormigón o gunita armada con muros laterales de hormigón. La rotura, por asientos en el cuerpo de presa, de esta defensa producirá filtraciones hacia el interior, las cuales se evacuarán a través de una escollera muy permeable sobre la que apoya el hormigón del aliviadero; esta escollera apoya a su vez en el terraplén de margas por intermedio de una



capa de filtro que evite la erosión de las tierras. El caudal que se supone evacuará la protección de escollera es el 10 por 100 de lo que la misma lámina evacuaría en régimen libre.

Es claro que con el tiempo, y como consecuencia de avenidas extraordinarias, nos referimos a períodos de recurrencia de cincuenta años para arriba, el hormigón podrá sufrir daños, cuya reparación estimamos más económica que un aliviadero con perfecta garantía de funcionamiento en cualquier eventualidad.

Y al hablar de daños nos referimos a los simplemente económicos, ya que todo riesgo de inestabilidad por vertido queda eliminado al disponer una salida suficientemente fácil a todo el agua que el revestimiento deje pasar al interior y un filtro adecuado para que estas aguas infiltradas no produzcan erosión. Sin duda que esta escollera está sometida a unas condiciones de estabilidad que se ven comprometidas por un fenómeno como de erosión regresiva producido por el agua que circula a su través; la solución de disponer una armadura que ancle en profundidad una malla metálica exterior, a modo de gaviones, resulta hoy clásica en este tipo de obras.

Los detalles constructivos a que se ajustará el aliviadero en cuanto a su enlace con el cuerpo de presa, lon-

gitud del labio y dimensiones de los muros cajeros están en estudio; en lo referente a la unión en coronación, entre el hormigón y las margas, las colaboraciones al actual X Congreso de Grandes Presas nos hace pensar en introducir alguna modificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- POUZYREVSKY, N. P.: "A dam of fine material with a spillway over a crest". 1st All-Soviet Congress of Hydraulicians and Hydrotechnicians, 1930.
- ISBASH, S. V.: "Construction of dams by depositing rock in running water". 2nd Congress on Large Dams. Washington, C. 3, 1936.
- BLANCHET E. I. H.: "Technique de la construction des barrages en pierres lancées dans l'eau courante". La Houille Blanche, nov.-dec., jan.-feb., 1946.
- "Le barrage de Yaté". Nouvelle Calédonie. M. Louard. La Houille Blanche, may.-jun., 1946.
- A. WEISS: "Construction techniques of passing floods over earth dams". Transactions, Asce, vol. 116, 1951.
- GORCHAKOV, M. P.: "A method for the hydraulic design of a spillway dam of rockfill construction". All-Soviet Scientific Investigational Institute of Hydro Technology, vol. 46, pág. 140, 1951.
- ESCANDE: "Experiences sur les barrages en enrochements". Travaux, december, 1951.
- DAVIS, C. V.: Handbook of Applied Hydraulics Mc Graw-Hill Book Co., pág. 207, 1952.
- WILKINS, J. K.: "Flow of water through rockfill and its application to the design of dams". Proceedings 2nd Australia-New Zealand Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1956.
- COHEN DE LARA, G.: "Etude d'infiltration dans les barrages en enrochements. Application au cas des batardeaux de coupure". Proceedings 4th Hydraulics Conference, Société Hydrotechnique de France, Paris. Sect IV, R 7, 1956.
- TEK, M. R.: "Development of a generalized Darcy equation". Transaction Aimee, vol. 210, pág. 376, 1957.
- SNETHLEDGE, J. B.; SCHEDENHELM, F. W., y VANDERLIP, A. N.: "Rockfill dams: Review and Statistics". Journal of the Power Division, Asce, vol. 84, núm. PO4 paper 1739, pág. 104, 1958.
- POPE, R. J.: "Rockfill dams: the Dalles closure dams". Journal of the Power Division, Asce, vol. 84, núm. PO4, paper 1738, July, 1958.
- MUNDAL, T.: "Rockfill dams: Brownlee sloping core dam". Journal of the Power Division, Asce, vol. 85, núm. PO4, paper 1734, July, 1958-1960.
- PARKIN, A. K.: "Rockfill dams with inbuilt spillways: Part I, Hydraulic characteristics". Report DR2 Department of Civil Engineering, University of Melbourne, Australia, 1962.
- "Rockfill dams with inbuilt spillways. Part II, Stability characteristics", Report DR3, 1962.
- Las mimes referencias, Bulletin núm. 6 and 7. Water Research Foundation, 1963.

- FRASER, J. B.: "A steel-faced rockfill dam for Papua". Transactions, Instit. of Engineerings Australia, 1962.
- ISBASH, S. V., and LEVEDEV, I. V.: "Change of natural streams during constructions of hydraulics structures". Proceedings 9th Conference of the International As. Hydraulics Research. Dubrovnik, pág. 1114, 1962.
- "Locating and Designing Structures to improve stream gauging accuracy in the Rio Grande river bassin". Field Investigation report cer 60 SSK 34, 1960.
- DAVEY, G. I.: "Rockfill dams at Mary Kathleen and MT Isa". Journal of the Institution of Engineerings, Australia, december, 1960.
- HAI, F. B.: "Summary of report on flood at Borumba dam on ist of january 1963". Personal communications with the Irrigation and Water supply. Queensland, Australia, 1963.
- WILKINS, J. K.: "The stability of overtopped rockfill dams". Proceedings 4th Australia-New Zealand Conference of Soil Mechanich and Foundation Engineering. Adelaide, South Australia, 1963.
- MURALIHDAR, D., and GORINDA RAO, N. S.: "Discharge characteristics of weirs of finite crest width". La homille blanche aug.-sep., págs. 537-545, 1963.
- WARE, R. P. and HOOPER, D. R.: "Ghana Akosombo dam, design and construction". Civil Engineering vol. 34, núm. 12; december, 1964.
- DAVEY, G. I.: personal communication, 1965.
- "The failure at Hell Hole dam". Western construction, vol. 40, núm. 4, april, 1965.
- PINKERTON, I. L. and NEWBURY, E. H.: "River diversion during construction of rockfill dams". Ancold bulletin núm. 16, july, 1965.
- Discussion Ancold Bulletin october.
- WARD, J. C.: "Turbulent flow in porous media". Proceeding 90 Asce september 1964 and january 1965.
- PARKIN, A. K.; LAWSON, J. D., and TROLLOPE, D. H.: "Rockfill structures subject to water flow". Journal of the Soil Mechanics and Foundations Divisions, Asce, vol. 92, núm. SM6, paper 4973, november, págs. 135-151, 1966.
- OLLIVER, H.: "Trough and overflow rockfill dams. New design technique". Proceeding, Institution of Civil Engineers, London, mar., pág. 433, 1967.
- CURTIS, R. P., and LAWSON, J. D.: "Flow over and through rockfill dams". Proceeding of Asce, september HY5, paper 5412, 1967.
- Discussion of "Rockfill structures subject to waterflow" (Parkin, Lawson and Trollope) by J. K. Wilkins. Proceedings of Asce SM3, núm. 5215, may, págs. 177-178, 1967.
- Barrage de Vad-Lau à Maroc, 1967.
- Neuvieme CIGB Q.35, R.4. Lane, R. G. T.: "Temporary dam construction under water and overtopped by floods", 1967.
- Neuvieme CIGB Q.35, R.19. Sparks, A. D. W.: "The sloughing, overtopping and reinforcement of rockfill and earth dams", 1967.
- Neuvieme CIGB Q.35, R.28. Speedie, M.G.; Tadjell, J. F., and Carr, S. R.: "Use of hydraulic models in planning flood diversion through rockfill", 1967.
- Neuvieme CIGB General Papers Australia G.P.1., 1967.
- Neuvieme CIGB General Papers Finland G.P.5., 1967.
- Neuvieme CIGB General Papers Sweden G.P.9., 1967.
- A. Galíndez Discussion of the Q.35 "Cofferdam of Aldeadávila", 1967.
- Barrage de Mendoza à Mexico, 1969.
- Barrage de Perejil-Odiel à Espagne, 1970.
- Dixieme CIGB Q.36, R.6. Arhippainen, E.: "Submerged dam on lake Kemi", 1970.
- Dixieme CIGB Q.36, R.17. Koenig, H. W., and Idel K. H.: "Rockfill designed to withstand overflow", 1970.
- Dixieme CIGB Q.36, R.19. Shand N., and Pells, P. J. N.: "Experience in the design and construction of reinforced rockfill dams", 1970.
- Dixieme CIGB Q.36, R.19. Shand, N., and Pells, P. J. N.: and Shumann, J. E.: "The design, construction and performance of Pit 7 afterbay dam", 1970.
- Dixieme CIGB Q.36, R.45. Moreira Martin dos Santos, L.: "Overtopping tests in model of Cabora Bassa cofferdams", 1970.
- Dixieme CIGB Q.36. General Rapport John Lowe III.