

Laboratorio de Hidráulica Aplicada

SALTO GRANDE

LABORATORIO DE HIDRÁULICA



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TÉCNICA HIDRÁULICAS

ESTUDIO SOBRE MODELO DE LAS OBRAS DE SALTO GRANDE

- CAPITULO IX -

L.H.A. 9-009-74

Investigador Responsable:

Dr. Raúl A. LOPARDO

Investigadores Asociados:

Ing. Fernando J. ZARATE

Ing. Jorge A. ORELLANO

Supervisión:

Dr. Moisés S. BARCHILON

Dr. Alfonso PUJOL

EZEIZA, abril de 1974.

INTRODUCCION

Con el vertedero a cota + 17 m y la forma del perfil definido como primera tentativa por MAIN y Asociados, se estudió el comportamiento del mismo para distintas aperturas de compuerta.

El objetivo fundamental de los ensayos es la determinación de la curva de eficiencia del vertedero con las compuertas parcialmente abiertas manteniendo el nivel de embalse siempre a cota + 35 m.

Los niveles aguas abajo son los correspondientes a cada caudal vertido según la curva del gráfico Nº 5 del Informe de Estudio sobre Modelo de las Obras de Salto Grande (Capítulo II).

I - DETALLES TECNICOS

Se cuenta con los datos entregados por MAIN y Asociados en los planos 1021 y 1023 con las modificaciones estipuladas en los planos I y II remitidos oportunamente a este Laboratorio.

El perfil es tipo Creager generalizado cuya forma responde a la ecuación

$$y = \frac{x^{1.85}}{20 H_d^{0.85}}$$

seguida de un tramo recto que empalma con una curva circular de radio 18 m que finaliza tangente a la horizontal a cota - 1.

El programa de trabajo fue determinado por la inspección del modelo y el representante de la C.T.M., habiéndose fijado de acuerdo con ellos las distintas aperturas a ensayar en: 10%, 30%, 50%, 65%, 80% de la apertura total.

Para lecturas de presión se utilizaron dieciseis tomas piezométricas colocadas al efecto sobre el vertedero, ocho dispuestas en el eje y las restantes junto a la pila en el vano central.

Los ensayos se realizaron en el canal vidriado cuyas características han sido detalladas en el Capítulo IV del presente in forme.

II - METODOLOGIA DE LOS ENSAYOS

Para cada apertura de compuerta el ensayo se desarrolla de la siguiente manera:

- a) Fijar la compuerta en la apertura deseada, operación que se realiza por nivelación tomando diferencias con respecto a la cresta del vertedero.
- b) Establecer el régimen de escurrimiento fijando el nivel aguas arriba a cota + 35 m.
- c) Determinar el caudal que escurre mediante el vertedero aforado ubicado en el canal de retorno a la cisterna.
- d) Agregar el caudal determinado anteriormente $3.600 \text{ m}^3/\text{s}$ teniendo en cuenta el funcionamiento simultáneo de seis turbomáquinas.
- e) Con el caudal total calculado, fijar la cota aguas abajo según la ley $H - Q$ del río y materializarlo maniobrando la compuerta de control ubicada a tal efecto en la cabecera de salida del modelo.
- f) Lecturas de los valores de presión en las tomas colocadas al efecto sobre el vertedero, en el eje y contra la pila.
- g) Medición de las alturas del pelo líquido y observaciones de velocidad.

III - RESULTADOS OBTENIDOS

a) ENSAYO CON APERTURA DEL 10%

De este ensayo resultó un caudal total pasando por los 19 vanos de vertedero de 5.600 m³/s.

La cota aguas abajo resultó para este ensayo de 11 m.

El cuenco amortiguador funcionó correctamente, aguas abajo de éste no se notan perturbaciones mayores (Fotografías N^os. 1 y 2).

De la observación de los diagramas de presiones relevados durante el ensayo (Figuras N^os 1 y 2) aparece este estado como desfavorable, pues en algunos puntos del escurrimiento se han medido hasta 4 m de subpresión, valores éstos que superan los recomendables (1).

La cota del umbral de la compuerta se fijó para este ensayo en 18,6 m.

(1) BUREU OF RECLAMATION - Hydraulic Laboratory Practice, Engineering Monographs N^o 18, marzo 1953 (pág. 37-38).

b) ENSAYO CON APERTURA DEL 30%

De este ensayo se obtuvo un caudal total pasando por 19 vanos de vertedero de 12.850 m³/s.

La cota aguas abajo resultó para este estudio de 13,33 m.

El cuenco amortiguador funciona correctamente, pues aguas abajo de éste no se notaron perturbaciones mayores (Fotografía N^o 3).

De la observación de los gráficos de presión relevados durante el ensayo (Figuras N^{os}. 3 y 4) aparecen para este caso subpresiones del orden de 3 m de columna de agua.

La cota del umbral de la compuerta se fijó en 20,2 m aguas arriba de la compuerta aparecen torbellinos de formación intermitente con pequeña incorporación de aire y cuando este fenómeno no se produce, el escurrimiento se ve afectado ya que se visualiza levantamiento en la lámina vertiente a lo largo del perfil (Fotografía N^o 4).

c) ENSAYO CON APERTURA DEL 50%

En este ensayo se obtuvo un caudal total pasando por 19 vanos de vertedero de 20.050 m³/s.

La cota aguas abajo se fijó en 17,7 m.

La subpresión ha disminuido respecto de los anteriores casos, y los valores leídos son aceptables aunque siempre se observan en algunos puntos definidos (Figuras N^{os}. 5 y 6).

La cota del umbral de la compuerta es 23,17 m.

En este ensayo se observan también los torbellinos señalados para la apertura anterior, sólo que en este caso su presencia es prácticamente permanente, con incorporación de aire que perturba notablemente el escurrimiento, como puede observarse en las Fotografías N^{os}. 5 y 6. En esta última también se observa que el cuenco amortiguador aun funciona correctamente no provocando ondulaciones considerables aguas abajo.

En la Figura N° 11 se presentan los perfiles dentro del cuenco de velocidad en la zona del diente y 40 m aguas abajo del mismo, pudiendo apreciarse una distribución aceptablemente uniforme.

d) ENSAYO CON APERTURA DEL 65%

En este ensayo se obtuvo un caudal total pasando por 19 vanos de vertederos de 20.100 m³/s.

La cota aguas abajo se fijó en 18,00 m.

Los valores de subpresión no son importantes como se observa en las Figuras 7 y 8.

La cota del umbral de la compuerta es 25,02 m.

Los torbellinos con incorporación de aire aparecen en los mismos lugares que en el ensayo anterior, pero con intermitencias (Fotografía N° 7).

En la salida del cuenco amortiguado aparecen perturbaciones importantes.

La no permanencia del resalto, que puede comprobarse por comparación de las Fotografías 7 y 8, tomadas en el mismo punto y distintos instantes, provoca un fenómeno oscilatorio con ondas superficiales que se propagan hacia aguas abajo.

También con esta apertura de compuertas se relevaron perfiles de velocidad, que se presentan en la Figura N° 12.

e) ENSAYO CON APERTURA DEL 80%

En este ensayo se obtuvo un caudal total pasando por 19 vanos de vertedero de 30.800 m³/s (Fotografía N° 9).

La cota aguas abajo, se fijó en 20,9 m.

La cota del umbral de la compuerta es 26,87 m.

Los valores de subpresión relevados en el vertedero no son importantes, según se visualiza en las Figuras N°s. 9 y 10.

Los torbellinos que se presentaban en los ensayos anteriores ahora aparecen sólo como perturbaciones superficiales, no produciéndose la incorporación de aire al escurrimiento.

El cuenco amortiguador no funciona dentro de los límites aceptables ya que, crecen las ondulaciones de aguas abajo y no se localiza adecuadamente el resalto.

En la Figura N° 13 se presentan los perfiles de velocidad medidos para este estado.

CONCLUSIONES

a) LEY APERTURA - GASTO

De acuerdo a los estudios realizados se han obtenido los valores de caudales erogados por vertedero para aperturas del 10%, 30%, 50%, 65% y 80% de las compuertas de sector, teniéndose de ensayos previos el valor correspondiente a apertura total, para un nivel de embalse a cota + 35 m.

En la Figura N° 14 se presenta la ley de variación del gasto específico (por metro lineal de vertedero) y del gasto total para diecinueve vanos en función del grado de apertura de las compuertas.

b) INFLUENCIA DE LAS PILAS

La forma de la nariz de las pilas provoca una depresión de la superficie libre previa al ingreso al vertedero, influenciando al escurrimiento. Este fenómeno crece a medida que se incrementa la apertura de las compuertas, magnificándose a partir del 50% de apertura.

Además es posible considerar que la forma de la nariz de las pilas tiene una influencia indeseable, participando en el mecanismo de formación de vértices superficiales, que se trasladan hasta la zona de aguas muertas existente en la vecindad de las compuertas, donde son absorbidos por la corriente acelerada que pasa por el vertedero. Este fenómeno resulta crítico para aperturas del 50%.

c) PRESIONES SOBRE EL PERFIL CREAGER

Los valores de presiones menores que la atmosférica resultan en general más desfavorables contra las pilas que en el eje del vano vertedero.

La depresión máxima siempre se encuentra dentro del mismo tramo del perfil, según puede apreciarse en las Figuras 1 a 10.

El estado más desfavorable en cuanto a este fenómeno

resulta el de menor: apertura de compuertas. Así es que para 10% de apertura se llega a 4 m de depresión, valor no compatible según la experiencia.

d) LECHO DISIPADOR

Hasta aperturas de compuertas del orden del 50% (gastos erogados por vertedero de 20.000 m³/s) el lecho disipador se comporta en condiciones aceptables, no observándose perturbaciones aguas abajo del diente.

Para 65% de apertura (gasto de aproximadamente 25.000 m³/s) aparecen ya ciertas perturbaciones, con una impermanencia en la posición del resalto.

El efecto se magnifica para 80%, donde las ondulaciones al fin del lecho crecen considerablemente, propagándose hacia aguas abajo.