

Línea prioritaria D: Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e hidráulicos

## ANÁLISIS ESPECTRAL PRESIONES EN ALVIADEROS DE VERTIDO LIBRE: APLICACIÓN AL FILTRADO DE MEDIDAS

Luis G. Castillo, Antonio Vigueras-Rodríguez, José M. Carrillo

Universidad Politécnica de Cartagena. Grupo de I+D+i Hidr@m

El vertido libre por coronación constituye la primera opción de diseño para desaguar los caudales de avenida en las presas bóveda. Sin embargo, el incremento de la frecuencia e intensidad de las avenidas debido al cambio climático, ha llevado a analizar la posibilidad del desbordamiento por coronación en las presas de fábrica en general.

Diversos autores han contribuido al análisis de las presiones debidos a los chorros turbulentos que inciden en la solera del cuenco de disipación de energía. Entre ellos, cabe destacar los trabajos teóricos y experimentales de Ervine et al. (1997), Castillo (1989, 2006, 2007), Puertas (1994), Bollaert y Schleiss (2003), así como los estudios numéricos a partir de herramientas CFD de Castillo y Carrillo (2011, 2012).

El fenómeno analizado es de gran complejidad dado que la disipación de energía se obtiene como resultado de la alta turbulencia del chorro y de la aireación en la caída, pudiendo llegar a alcanzarse la rotura del chorro. Para avanzar en el conocimiento del fenómeno físico es imprescindible contar con una buena base de datos experimental de medidas de presión, campos de velocidad, tasas de aireación, etc. adquiridas en modelos físicos. Estos datos sirven de base para la calibración y validación de las herramientas numéricas.

A tal efecto, en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Politécnica se está empleando una infraestructura diseñada para el estudio de chorros turbulentos. En la solera del cuenco de disipación de energía se dispone de una serie de sensores piezorresistivos. A partir de estos sensores, se obtienen registros de presiones instantáneas, considerando una frecuencia de muestreo de 20 Hz (figura 1).

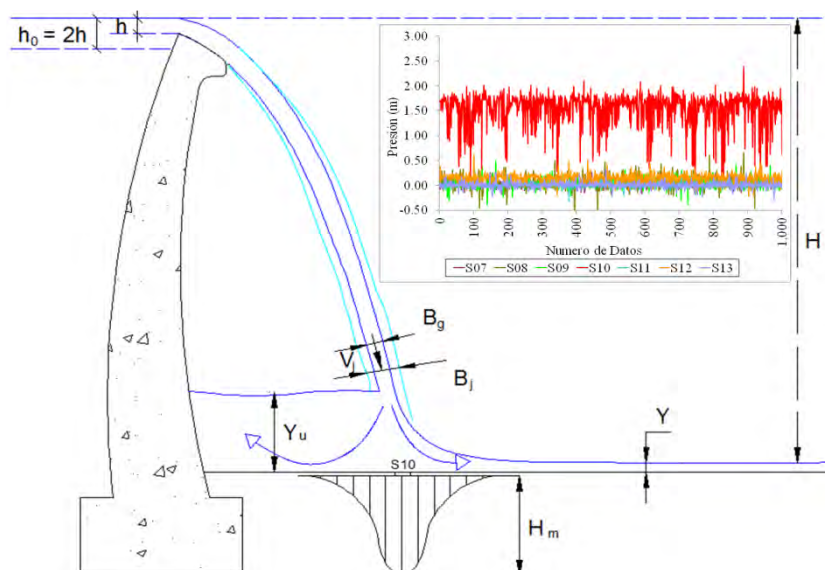


Fig.1 Esquema de la infraestructura para el estudio de chorros de vertido libre

Debido a fenómenos de aireación, turbulencia y recirculación dentro del cuenco, la posición de la zona de impacto del chorro tiene ciertas oscilaciones, cuya amplitud tiende a crecer con la altura de caída del chorro. A partir de una determinada altura, y para colchones de amortiguación reducidos, estas oscilaciones pueden conducir a que el chorro no incida directamente sobre el transductor de presión, produciéndose de esta forma que las presiones registradas en esos intervalos de tiempo, no se correspondan con el valor real de las mismas.

Para conseguir acotar este efecto es necesario implementar un método de filtrado capaz de adecuarse a los datos procedentes de distintas instalaciones. Considerando que el comportamiento dinámico de la presión cambia sustancialmente al registrar muestras fuera de la zona de impacto del chorro, se ha optado por construir un filtro no convencional basado en el análisis espectral en el dominio de la frecuencia-tiempo. Para ello, se ha realizado un análisis espectral de las señales medidas basado en la transformada rápida de Fourier (FFT).

Adicionalmente, se han considerado otras herramientas como la transformada de Fourier de tiempo reducido (STFT) o la transformada Wavelet. Estas transformadas permiten generar un espectro de frecuencia reflejado en el dominio del tiempo y, por lo tanto, permite detectar cambios significativos en la distribución espectral de la presión fluctuante, distinguiendo los períodos en los que la incidencia del chorro no es directa.

En las figuras 2a y 2b se muestran los primeros 15 segundos de los registros de presión medidos para caudales de  $q = 0.058$  y  $0.069$   $m^2/s$ , bajo condiciones de impacto directo. En el primer caso se aprecian algunos picos singulares, mientras que en la fig. 2b se observan zonas de presión significativamente inferior causadas por la fenomenología descrita anteriormente.

La parte inferior de la figura 2 muestra la correspondiente parte real de la transformada Wavelet de las señales anteriores, basada en la función de Morlet. En este tramo del registro se puede considerar que las zonas donde la presión se reduce debido a que el impacto sobre el transductor no es directo puede detectarse como un aumento de las componentes fluctuantes de frecuencias en torno a los 0.25 Hz.

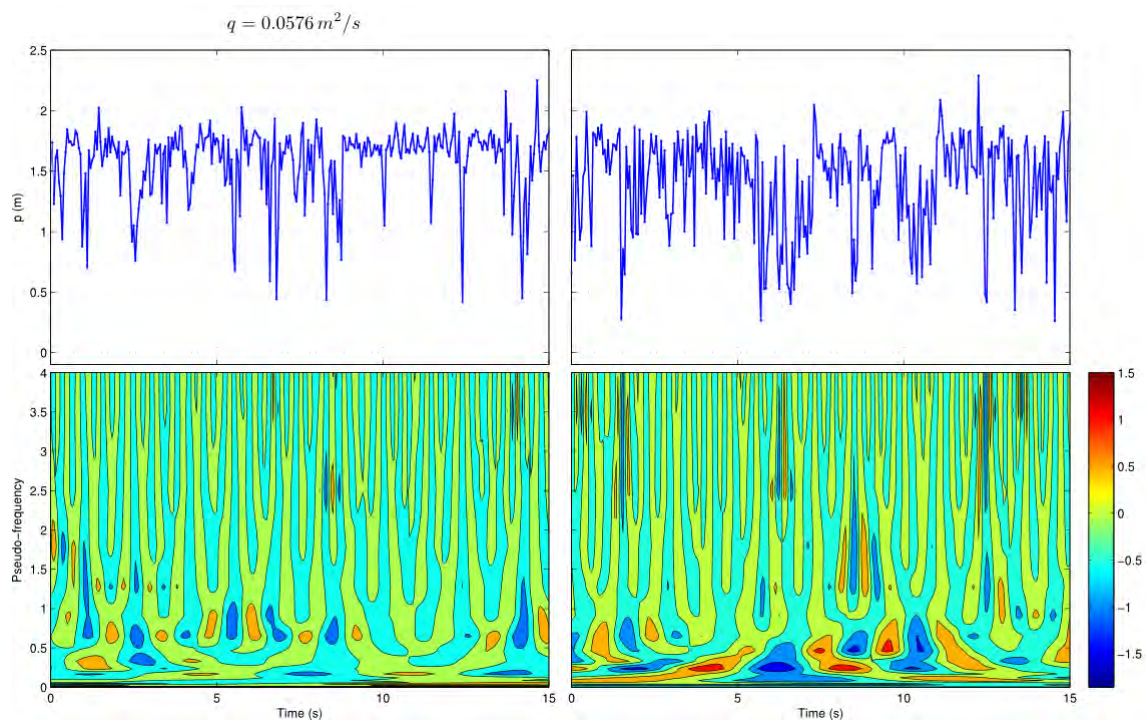


Fig.2 Registros de presión y parte real de la transformada Wavelet: a)  $q = 0.058$   $m^2/s$  e impacto directo, b)  $q = 0.069$   $m^2/s$  e impacto directo