

La demanda de aire en los sifones regulables.

Tema D. (Estructuras hidráulicas)

*Cristóbal Mateos Iguácel¹, Víctor Elviro García²,
M^a Dolores Cordero Page² y Tamara Ramos del Rosario²*

⁽¹⁾Universidad Politécnica de Madrid. UPM, ⁽²⁾Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX

*vereniko@gmail.com, victor.elviro@cedex.es,
dolores.cordero@cedex.es, tamara.ramos@cedex.es*

Para los sifones regulables se ha analizado en anteriores artículos, cómo obligarles a que la incorporación de aire resulte para cada momento con la ley de control que se desea. Aire, que es arrastrado gracias al mecanismo de cebado que se haya dispuesto al efecto. En los sifones aquí analizados se usa un pequeño trampolín que al lanzar el agua ceñida al paramento inferior contra la pared opuesta genera dos cámaras de aire en el interior del sifón. Pero la simplicidad y en cierto modo la eficacia de ese proceso de control, analizado al por menor en otras partes, proviene precisamente de que no es necesario conocer algunos de los detalles de lo que sucede durante el mismo. En particular queda ignorada la cantidad de aire que entra en el interior del sifón.

Se pretende en el presente artículo estimar la demanda de aire en un sifón parcialmente cebado con independencia del comportamiento del mecanismo regulador. Para este análisis se despreciarán algunos efectos, en principio de segundo orden, que se acotaran independientemente para justificar ese desprecio.

Para un determinado sifón y un cierto nivel de embalse tres son las magnitudes básicas a determinar: Caudal líquido, Q_l , caudal gaseoso, Q_g , y depresión en la zona aireada del sifón, D_p . Se necesitan por tanto tres ecuaciones, que se obtendrán a partir de principios hidráulicos. Ciertamente las condiciones del flujo y por tanto las ecuaciones que lo rigen dependen de la geometría del sifón, de la del conducto de aireación y del nivel de embalse y por tanto deberán verificarse en cada caso concreto.

La observación del flujo hace patente que si la entrada de aire se efectúa (como es el caso) por la parte más elevada del sifón pero un poco aguas abajo del umbral el comportamiento es tal que se forma una cámara de aire en esa zona superior sin mezcla de aire y agua. Pudiendo así advertirse tres zonas en el flujo:

- En primer lugar la zona en que se tienen el aire y el agua segregados.
- En segundo lugar la zona en que el impacto del chorro en la cara opuesta propicia la mezcla de agua y aire hasta alcanzar un flujo mixto en la que el aire es arrastrado en forma de burbujas dentro de una masa de aire.
- Por último la zona final por la que esa mezcla más o menos homogénea (en la macroescala) es expulsada del sifón.

Hay pues tres flujos razonablemente homogéneos, a saber: agua entrante, aire entrante y mezcla saliente así como uno in-homogéneo: la mezcla en el que además se concentra la disipación de energía. Son los tres flujos homogéneos señalados los que permiten plantear las ecuaciones buscadas.

El flujo de agua entrante depende, además de la geometría de la embocadura y de la parte alta del sifón, del nivel de embalse y de la depresión en las cámaras de aire en el interior del sifón. Esa dependencia se formula en una ecuación

$$Q_l = f_1(N, D_p) \quad (1)$$

Donde N es el nivel en el embalse. Esta ecuación es factible obtenerla por vía teórica o experimental si la geometría es de las habituales o solo experimental si fuese muy compleja.

La segunda ecuación liga el flujo de aire con la depresión que lo provoca y puede formularse como

$$Q_g = f_2(D_p) \quad (2)$$

y es una simple ecuación de pérdidas de carga en un conducto.

Por último el caudal mixto saliente, habida cuenta de que se descarga a la presión atmosférica, de que la disolución de aire experimentará un cambio muy reducido en virtud de la ley de Henry y de que por el tamaño de las burbujas su presión interna diferirá ligerísimamente de la atmosférica, puede identificarse con Q_l+Q_g . Por ello la ecuación en la descarga puede ponerse como

$$Q_l+Q_g = f_3 (H) \quad (3)$$

Donde H es la energía disponible a la salida y que por tanto habrá de estimarse tomando en cuenta las pérdidas de carga y especialmente las pérdidas producidas en las deflecciones. Por su parte f_3 depende en lo sustancial solo de la sección de salida y de la convergencia de sus cajeros.

CONCLUSIÓN

Dada la geometría de un sifón con aireamiento parcial y la de su conducto de aireación, es factible estimar a priori con las ecuaciones (1), (2) y (3) tanto el caudal líquido como el de aire que fluirán por el mismo para cualquier nivel de embalse.