

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 30 DE JULIO DE 1890.

4.ª Serie.

Tomo 8.º

Número 14.

AÑO XXXVIII DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Estudio sobre aprovechamiento de aguas en el valle del Ebro, por D. Ramón García.—Carreteras provinciales de Barcelona, por D. Melchor de Palau.—Memoria descriptiva del servicio de vías públicas correspondiente á los trabajos ejecutados en los meses de Enero, Febrero y Marzo de 1890, presentada al Excmo. Ayuntamiento por el Ingeniero-Director de dicho ramo, D. Vicente Rodríguez Intilini.

ESTUDIO SOBRE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN EL VALLE DEL EBRO

INUNDACIONES

(Continuación.)

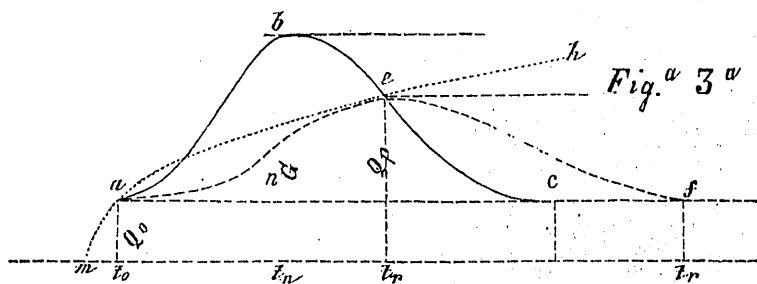
Puesto que se trata de almacenar un volumen de agua, lo primero que deberá hacerse es conocerlo, y esto se consigue construyendo para cada caso las dos curvas entre las cuales está comprendido. La primera es la de los gastos del río durante la avenida, la *abec*, y ya se han dado los medios de obtenerla en función del tiempo, y la segunda *anef* es la de los gastos del vertedero, que en la figura vienen también expresados en función del tiempo, lo cual es necesario para obtener el volumen V.

Pero los gastos de un vertedero de longitud determinada dependen sólo del espesor de la lámina que vierte, ó sea de la altura x del nivel del agua en el vaso; luego para relacionar sus gastos con el tiempo deberá establecerse antes la relación entre las alturas del nivel en el depósito y los tiempos, lo que da lugar á una curva cuya construcción se indicará más adelante.

Veamos en tanto si puede construirse la curva *anef*, que es la de que se trata, de una manera fácil y bastante aproximada para las aplicaciones, y para ello observaremos que no precisa conocer sino la parte *ane*, que se refiere al período creciente de la avenida, y supuesto que ésta limita interiormente el volumen buscado. En esta parte se conocen ya dos puntos: el a , caudal del río en su estado normal, y el e , correspondiente al gasto máxi-

mo del vertedero, límite á que debe reducirse la avenida; conocemos también las dos tangentes en estos puntos, que deben ser horizontales por las razones antes expuestas; la primera parte de la curva es convexa del lado de las abscisas, puesto que el caudal del río en avenida en su primer período, y de consiguiente, el gasto por el vertedero, crecen más rápidamente que los tiempos; debe también ser cóncava en su parte elevada, y por tanto, presentar un punto de inflexión intermedio, supuesto que tiene otra tangente horizontal en c , y que el caudal del río, al aproximarse al máximo, crece menos rápidamente que los tiempos, y por último, el punto de inflexión corresponde á un tiempo más avanzado que el relativo á la curva representativa de la avenida, supuesto que el gasto del vertedero sólo crece con la altura del nivel, y para que ésta aumente se necesita mayor volumen de agua depositada, supuesto que la capacidad del vaso aumenta próximamente en proporción al cubo de las alturas.

Las propiedades y datos apuntados y el trazado de la curva de la avenida bastan para trazar también, y con la aproximación necesaria en la práctica, la curva transformada en la parte que es indispensable, y para obtener gráficamente el área comprendida entre ambas, representativa del volumen de agua que el vaso ha segregado en su período creciente á la avenida ó en cualquier período menor; mas para hacer con mayor facilidad esta cuadratura Mr. Krauz propone sustituir con una parábola la curva de que se trata, tomando para eje de abscisas el gasto nulo del río y haciéndola pasar por los puntos a y e .



Sea ésta la *mach*, la horizontal mt_r , su eje y su ecuación

$$y^2 = 2pz.$$

El área de la parábola viene expresada en general por $\frac{2}{3} yz$, y como la que hay que hallar es $t_0 aet_p$, que equivale á $maet_p - mat_0$, se conseguirá conociendo las ordenadas at_0 y et_p , y siendo en la parábola las abscisas pro-

porcionales al cuadrado de las ordenadas, tendremos:

$$mt_0 = \frac{(t_p - t_0) Q_0^2}{Q_p^2 - Q_0^2} \quad y \quad mt_p = \frac{(t_p - t_0) Q_p^2}{Q_p^2 - Q_0^2}.$$

El área mat_0 es

$$\frac{2}{3} yz = \frac{2}{3} Q_0 \frac{(t_p - t_0) Q_0^2}{Q_p^2 - Q_0^2};$$

y el área $maet_p$

$$\frac{2}{3} y'z' = \frac{2}{3} Q_p \frac{(t_p - t_0) Q_p^2}{Q_p^2 - Q_0^2}.$$

La que se busca, $t_0 aet_p$, que representa el volumen V de agua salido por el vertedero en el tiempo $mt_p - mt_0$, es la diferencia entre estas últimas, ó

$$\frac{2}{3} Q_p \frac{(t_p - t_0) Q_p^2}{Q_p^2 - Q_0^2} - \frac{2}{3} Q_0 \frac{(t_p - t_0) Q_0^2}{Q_p^2 - Q_0^2} = \frac{2}{3} (t_p - t_0) \frac{Q_p^2 + Q_p Q_0 + Q_0^2}{Q_p + Q_0}$$

Y como el volumen de agua G de la avenida hasta el momento t_p equivale á la suma del V , que ha salido por el vertedero y del que se ha almacenado en el mismo tiempo, tendremos:

$$G = V + \frac{2}{3} (t_p - t_0) \frac{Q_p^2 + Q_p Q_0 + Q_0^2}{Q_p + Q_0},$$

de cuya ecuación, en la que son conocidas todas las cantidades desde el momento en que se ha trazado la curva de la avenida, se obtendrá V , que representa el volumen de agua que deberá guardar el depósito para que el máximo de aquélla no pase de et_p , con cuyo dato vamos á deducir la altura de la presa.

Para ello haremos observar: 1.º, que el gasto máximo por el vertedero debe ser et_p igual Q_p ; 2.º, que dicho gasto Q_p permanece constante en el

vertedero en tanto no varíen la altura de la lámina H y la longitud L , cualquiera que sea la altura á que el vertedero se encuentre sobre el fondo del vaso; 3.º, que por la forma del terreno que constituye el vaso su capacidad crece rápidamente con la altura de la presa, por manera que podrá haber una tal en cuya capa de espesor H cabrá el volumen V .

Si, pues, con el estado de cubicación del vaso á la vista y conociendo el espesor de la lámina del vertedero que produce el gasto máximo fijado de antemano busquemos dos curvas de nivel del vaso que, separadas por una distancia vertical H , comprendan entre sí el volumen V , el fondo del vertedero estará á la altura de la más baja y sobre ella habrá que tomar el valor de H para obtener la altura teórica de la coronación de la presa.

Procediendo de esta manera tendremos la seguridad de que cuando llegue el momento t_p el pantano ha segregado á la inundación el volumen V , que da lugar á una capa de agua en el mismo de un espesor H y á una lámina de agua de igual espesor que vierte por el aliviadero de superficie, y por consiguiente, al gasto Q_p que habíamos fijado como máximo y que ya no ha de ser superado.

Para hallar el valor de V se han indicado anteriormente algunos puntos y condiciones de la curva de los gastos por el aliviadero, bastantes para la exactitud que requiere la práctica, y después se ha sustituido la curva real desconocida por una parábola que facilita el cálculo de su área; ninguno de estos dos medios es exacto, y principalmente el último, porque esta curva de segundo grado se separa bastante en su origen de la curva real, principalmente cuando, como sucede en nuestros ríos, el caudal ordinario es insignificante con relación al de las grandes avenidas.

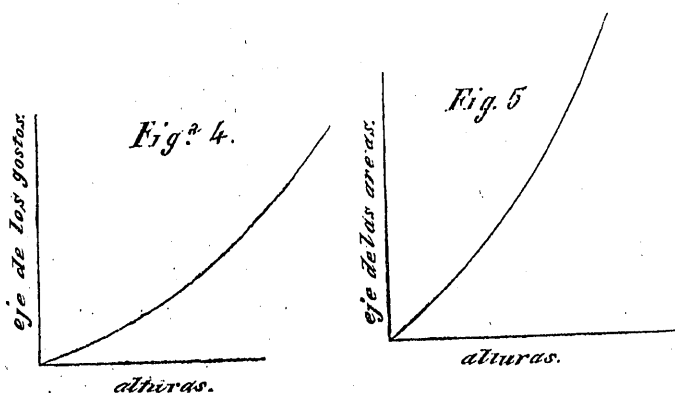
Pudiera, sin embargo, desearse otra curva de gastos más exacta, y en tal caso habría de construirse la verdadera curva de los gastos del vertedero ó de los orificios del pantano en función del tiempo; pero como la ecuación que la representa no es en el caso general integrable, habrá necesidad de recurrir á las diferencias finitas para obtener varios puntos de ella tan próximos como se desee á los de la curva buscada.

A este fin se construirán antes dos nuevas curvas (figuras 4 y 5); una cuyas abscisas sean las alturas de la lámina de agua de un vertedero de longitud L y las ordenadas los gastos correspondientes (fig. 4); su construcción es fácil mediante la fórmula relativa á los grandes vertederos

$$Q = 2LH \sqrt{H} \dots \dots (4)$$

y la otra (fig. 5), que para cada pantano de mediante sus ordenadas, el área de las curvas de nivel con relación á la altura en que se encuentren, toma-

da por abscisa



ambas curvas son convexas respecto al eje de abscisas, y la 5.^a asciende más rápidamente que la 4.^a, puesto que en una los gastos crecen con la potencia $\frac{3}{2}$ de la altura y en la otra con el cuadrado de la misma; circunstancias que conviene tener presentes para evitar algún error, que no es difícil en cálculos numéricos algo largos.

Esto hecho, y tomando la ecuación general

$$A dx = G dt - V dl,$$

y las diferencias finitas en vez de las diferenciales, tendremos:

$$\Delta x = \frac{G - V}{A} \Delta t \dots \dots \quad (5)$$

Si al principiar la avenida el nivel del depósito llega al suelo del vertedero, conoceremos en aquel momento las cantidades G , V y A ; luego podrá obtenerse el de Δx poniendo, en vez de las cantidades anteriores, sus valores medios $\frac{G_1 + G}{2}$, $\frac{A_1 + A}{2}$ y $V = Q_0$. Conocido el valor de Δx deduciremos por la ecuación (4) el de V_1 correspondiente al tiempo $t_0 + \Delta t$, y continuando del mismo modo se hallarán los gastos $V_2, \dots, V_3, \dots, V_4, \dots$, correspondientes á los tiempos $t_0 + 2\Delta t, \dots, t_0 + 3\Delta t, \dots, t_0 + 4\Delta t, \dots$, ó sean cuantos se deseen de la curva de los gastos del vertedero, de la que ya se conocen dos puntos y algunas de sus propiedades, que permitirán corregir las deficiencias propias del empleo de las diferencias finitas.

Excusado es el advertir que el procedimiento sería idéntico si en vez de un vertedero hubiese más y con otros orificios diferentes, teniendo cuidado al construir la curva de los gastos de poner la suma de todos ellos en vez de la de uno, como aquí se ha hecho.

(Se continuará.)

CARRETERAS PROVINCIALES DE BARCELONA

ESTUDIO HISTÓRICO-CRÍTICO

(Continuación.)

Para la formación del plan de carreteras provinciales se partió del principio de que había de ser complemento del plan general del Estado, llenando los vacíos que éste, por ignorancia de las necesidades locales, por imposibilidad de atender á todas ellas y por su índole misma de generalidad había preterido, habiéndose, en su configuración, seguido los consejos de Badoureau al tratar de la dirección más conveniente que debe darse á las vías de un plan, á saber: enlazar los grandes centros por medio de líneas rectas, trazar en torno de cada centro una red de vías divergentes y de vías circulares y reunir los grupos mediante mallas triangulares, muy espesas en las regiones industriales y países llanos, y más espaciadas en las montañas y pobres. Así resulta de la inspección de la carta de la provincia, salvo los obstáculos del terreno, y sin perder de vista que falta el segundo complemento, ó sea un bien estudiado plan de caminos vecinales que venga á realizar la mencionada teoría.

En la imposibilidad de trasladar aquí íntegra la Memoria que precedió al plan y que es su firme razonamiento, extractaremos de ella algunos trozos y resumiremos otros, para que se comprenda que, lejos de proceder de arbitrario modo y como uniendo puntos exigidos por intereses individuales, se buscaron y localizaron los elementos de riqueza, vistos y latentes, ya genuinos, ya artificiales; se estudiaron las corrientes civilizadoras, ya industriales, ya comerciales, y, en combinación con los medios que la naturaleza proporciona, se combinó un plan de carreteras, teniendo muy en cuenta las complementarias de otros órdenes y sistemas, después de examinada su suficiencia en vista de las necesidades manifiestas.

Extracto y resumen de la Memoria presentada en 13 de Junio de 1848.

Sucinta descripción de la provincia.—Es la provincia de Barcelona centro geográfico y vital de las cuatro que formaron el antiguo Principado,