

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Aljibes para carreteras.

El problema de agua, indispensable para la buena conservación de las carreteras, constituye, en climas tan secos como el de esta zona levantina, una de las dificultades mayores, tanto para evitar con riegos la descomposición del afirmado durante los fuertes calores de verano, cuanto con el fin de poder efectuar los recargos requeridos para mantener el espesor y la tersura del firme.

En esta provincia hay singulamente zonas en donde escasea el agua de modo que no alcanza siquiera la existente en pozos y balsas, en los ciclos de sequía, para llenar las más perentorias necesidades de su uso doméstico, imposibilitando la aplicación de elemento tan esencial para conservar los caminos ordinarios, puesto que su transporte á cierta distancia resulta económicamente impracticable.

Sin la menor pretensión de créerla en absoluto idea nueva y original que merezca envanecerse de ella, y violentando la modestia del Ingeniero Sr. Barceló, á quien se le ocurrió, pues el firmante no hizo más que apadrinarla autorizando su ensayo; creo sea digno de publicar, por sus excelentes resultados, la aplicación de los aljibes como depósitos de agua pluvial, inmediatos á las carreteras para solventar la dificultad de su falta en regiones análogas á ésta.

La elección de adecuado y oportuno emplazamiento es lo único de capital importancia para lograr feliz éxito, sin excederse de un coste pequeño, relativamente, al servicio que la obra debe prestar; sin que proceda retroceder ante el gasto originado por excavaciones en terrenos duros, que á veces evitan el revestimiento si son impermeables, ni aun en roca viva si sus productos se calcula serán aprovechables para el firme ó para los muros de la cisterna.

La cuestión principal es escoger un sitio en donde puedan reunirse las aguas caídas sobre una superficie de suficiente área, para que con la mínima lluvia anual, y descontadas todas las pérdidas probables por filtración y evaporación, se estime sea factible llenar al menos de dos á tres veces el depósito. Teniendo en cuenta su cabida, que nunca debe ser menor de 200 metros cúbicos, es fácil determinar un emplazamiento apropiado que proporcione la seguridad de verse llena su capacidad al más pequeño período lluvioso de alguna entidad dentro de las condiciones climatológicas de la comarca.

La forma teórica del aljibe para el mínimo cubo de revesti-

miento de las paredes de su excavación, es la cilíndrica de sección circular y fondo semiesférico si éste ha de recubrirse, desde luego mirando sólo á obtener la menor superficie periférica; pero por lo regular la disposición en planta del suelo utilizable sin tener que realizar expropiaciones, obliga á la forma rectangular, alargada generalmente, la cual se presta por otro lado á una cubierta más sencilla y económica por bóveda en cañón.

También se logra determinado ahorro no despreciable, empleando muchos días perdidos para el trabajo útil de los camineros, en la labor de vaciado del terreno para emplazar el depósito.

Dos han sido los aljibes terminados el año pasado en la provincia, y naturalmente en carreteras del servicio de D. Juan Barceló.

Uno en la de segundo orden de Zaragoza á Castellón, kilómetro 272, ó sea á unos 5 de esta capital, tan pobre de agua.

Las dimensiones interiores del mismo son en planta de 13 metros por 4 y la profundidad de la fosa de 5 metros. Su revestimiento es de mampostería, con cubo total de 85 metros, y va cubierto con doble bovedilla tabicada de ladrillo rebajada al $\frac{1}{4}$, y de 10 centímetros de espesor, fabricada con mortero hidráulico, con el cual se enlució también el revestimiento que sólo alcanza á las paredes longitudinales.

La capacidad es de 258 metros cúbicos y su costo total de 2.387,50 pesetas, lo que arroja como gasto anual por unidad de volumen 0,56 pesetas, computando en el 6 por 100 los intereses y amortización del capital invertido.

Suponiendo se llene sólo dos veces al año, una en primavera y otra en otoño, resulta el precio de 0,28 pesetas el metro cúbico de agua al pie de la carretera en ese punto, donde el hectolitro de dicho líquido valdría en verano bastante más, en el supuesto de encontrarlo, puesto que aun en invierno no podría transportarse con importe menor de 1,50 pesetas cada 1.000 litros, estando la fuente más cercana, que es la de Borriol, á 4 kilómetros de distancia. Este aljibe recoge, no solamente las aguas de la cuneta, sino más en especial las de una pequeña barranca dita afluyente á ella por la izquierda.

El otro se estableció en el kilómetro 103 de la carretera de Puebla de Valverde á Castellón, á unos 7 kilómetros de esta ciudad, en una parcela rocosa correspondiente al antiguo camino abandonado. La apertura de la zanja para su emplazamiento costó, por la necesidad del empleo de explosivos, 1.115,60 pesetas, saliendo á 3,95 pesetas cada uno de los 283 metros cúbicos excavados. En éste hay solera de hormigón hidráulico de 0,13 metros de espesor medio, con una poceta de metro cuadrado de superficie por 0,50 de profundidad del mismo material.

Las paredes son de mampostería de 0,35 metros de grueso y sobresalen un promedio de 1,50 metros sobre el terreno hasta el trasdós de la bóveda, que, como en el anterior, es doble tabicada de ladrillo, con dimensiones interiores en planta, de 14,60 por 3,10 metros.

El coste total de la fábrica fué de 1.926,95 pesetas, y el del aljibe 3.042,55 pesetas, que para su cabida de 202 metros cúbicos arroja un importe unitario de 15,06 pesetas.

Se ve que, á pesar de tan desfavorables circunstancias y sin contar la piedra sacada en provecho de la conservación, valorando en un 6 por 100 el interés y la amortización del dinero invertido, con que se llene un par de veces al año tan sólo, el precio del metro cúbico de agua resulta á 0,35 pesetas, menos de la octava parte de lo que costaría traer el agua de la rambla de la Viuda, de esta capital, entre cuyos puntos, y á mitad de distancia, se ubicó el aljibe.

Ambas cisternas casi se llenaron con los chaparrones del período tormentoso de comienzos del pasado Agosto, y volvieron á almacenar agua hasta desbordarse con las primeras, aunque este año muy tardías, lluvias otoñales.

El sistema puede darse, de consiguiente, por experimentado de modo suficiente y satisfactorio, habiendo permitido una y otra instalación dar algún riego este último verano en estos sedientos tramos y emplear bastante piedra en cacargos, que de otra suerte hubiera sido difícilísimo, si no imposible, efectuar.

ENRIQUE G. GRANDA.

Castellón 25 de Enero de 1918.

Faro-baliza de los bajos del Llobregat.

(CONTINUACIÓN) (1)

ESFUERZOS CORTANTES.—La magnitud de éstos nos ha de servir para averiguar la importancia de las armaduras transversales en las dos vigas centrales, ya que las otras se derivan de éstas.

El valor del esfuerzo cortante será: 1.º, en el empotramiento la suma de todas las fuerzas exteriores, ó sea

$$E = 125.180 \text{ kg}$$

y 2.º, en el extremo de la viga, la suma de las fuerzas que obran desde el capitel á la parte superior, ó sea

$$E' = 1.002 + 1.173 + 202 = 2.377 \text{ kg.}$$

Para calcular las armaduras transversales, que han de contrarrestar estos esfuerzos, y conocer la situación que han de ocupar, llamaremos:

- E_t al esfuerzo cortante total en el punto que consideremos.
- s sección de la armadura en este punto.
- e distancia de la primera armadura al empotramiento ó á la sección anterior á la que consideremos.
- R coeficiente de trabajo del metal al esfuerzo cortante.
- d longitud de las armaduras iguales próximamente al brazo de palanca del par flector.

Debiendo equilibrar las armaduras al esfuerzo cortante del punto considerado, debemos sentar la siguiente igualdad

$$E_t \times e = s \cdot R \cdot d \quad \text{luego } e = \frac{s \cdot R \cdot d}{E_t}$$

Si calculada con esta última fórmula la distancia de la primera armadura al empotramiento de la viga, quisiéramos averiguar cuál será la distancia de la segunda armadura á la primera, bastaría aplicar la misma fórmula á otra viga de longitud igual á $L - e$, y así sucesivamente. Pero es necesario tener en cuenta que el hormigón de la viga resiste á una parte del esfuerzo cortante, y aunque, en general, los constructores desprecian esta resistencia, no debemos hacerlo nosotros en este caso en que la viga va además recubierta por una camisa de sillería que también ayuda á la resistencia del esfuerzo.

El hormigón resistirá, pues, á una parte del esfuerzo representado por la sección de la viga multiplicada por el trabajo admisible del hormigón al esfuerzo cortante, es decir:

$$E'' = 100 \times 60 \times 5 + 2 \times 60 \times 20 \times 5 = 42.000$$

luego el esfuerzo á que han de resistir las armaduras es

$$125.180 - 42.000 = 83.180$$

Si constituimos las armaduras con hierros de 10 milímetros, la separación de la primera de éstas del empotramiento será de

$$e = \frac{11 \times 700 \times 89,8}{83.180} = \frac{691.460}{83.180} = 8 \text{ cm.}$$

Si deducimos esta separación á diversas alturas tendremos:

En la parte inferior del fuste de la columna, ó sea un metro del empotramiento,

$$e = \frac{691.460}{55.680} = 12 \text{ cm.}$$

A 2 metros del empotramiento

$$e = \frac{691.460}{35.180} = 19$$

A 3 metros del empotramiento

$$e = \frac{691.460}{15.680} = 44$$

Y á 4 metros del empotramiento ya el esfuerzo cortante es menor que el que resiste el hormigón de la viga, pero no por esto dejaremos de colocar algunas armaduras transversales porque éstas, además de resistir el esfuerzo cortante, tienen la misión, que debemos atender, de enlazar las dos armaduras asegurando la transmisión de los esfuerzos. Así, pues, distribuiremos las armaduras en la forma indicada por la siguiente figura, desde la base de la basa hasta el capitel:

Definida completamente la viga central hemos de hacer notar que los cálculos anteriores tienen por base el momento flector en el empotramiento, el cual va disminuyendo constantemente á medida que consideramos una sección más distante de la base de la columna-torre. Esto quiere decir que debemos reducir la cantidad de acero á medida que nos acercamos al capitel, y como no sería práctico cambiar el diámetro de las varillas, suprimiremos la tercera hilera interior de las armaduras á 4,50 metros de la base, y aunque una de las otras dos hileras podríamos también suprimirlas bastante antes de llegar al capitel, no lo haremos porque la hilera exterior de cada armadura nos servirá para anclar el zuncho de acero, al que también se unirán las varillas de repartición de la cúpula, ó sea las que siguen la dirección de las generatrices de aquella bóveda de revolución; y la segunda de las hileras de las armaduras continuará hasta el piso de la cámara para servir de anclaje á éste y así aseguraremos

(1) Véase el número anterior.