

NOTAS

sobre las propuestas de modelos de obras de fabrica en los proyectos de ferro-carriles.

(Continuacion.)

II. Desagüe.

Si fuese posible conocer con toda exactitud la importancia y condiciones de las corrientes y sus márgenes, las obras de fábrica que á ellas se aplicasen resultarían tan numerosas y variadas como los accidentes que dieran lugar á su construccion; pero en la práctica está reconocida la imposibilidad de hacer aquella apreciacion, y por consecuencia entre ciertos límites se aplica una misma obra á corrientes que en realidad presentan algunas diferencias, de donde resulta un número limitado de obras que se distinguen de un modo sensible, aunque cambien en razon del desagüe y circunstancias particulares de los accidentes.

Para la redaccion de los modelos, cuando estos tienen por objeto casos generales, se tiene en cuenta especialmente la importancia del desagüe, la inclinacion de las márgenes de la corriente, y la direccion de ésta respecto al eje de la via; dejando aparte el exámen de estas dos últimas circunstancias, consideraremos ahora solamente la forma y proporciones de la seccion del desagüe.

Parece natural que el conocimiento de la seccion fuese el único elemento necesario para la aplicacion de los modelos, y que estos solo se distinguiesen por la superficie que presentasen á la salida de las aguas, en cuyo caso toda obra que presentase la seccion indispensable para dar paso á las mayores avenidas de una corriente, satisfaria al problema que esa suscita; pero como el régimen de las corrientes, aunque sean de poca entidad, como las que por ahora nos ocupan, no puede impunemente alterarse, resulta que las obras, en lugar de variar directamente en razon del desagüe, varían independientemente en razon de los elementos que lo determinan, esto es, de la luz y la altura.

Como las diferencias entre las corrientes es tanto ménos sensible y más difícil de apreciar cuanto mayor es su importancia, es natural que la diferencia entre dos líneas consecutivas vaya creciendo con la importancia de los cáuces; fundándose en esta verdad reconocida, la comision que redactó los modelos oficiales estableció que, por razon de la luz, los modelos, variasen, aumentando á cada uno para formar el inmediato 0,25 en los de tajeas, 0,50 en los de alcantarillas y 1,00 en los de pontones, que son tambien las variaciones establecidas por casi todas las compañías de ferro-carriles, sobre todo en las alcantarillas y pontones, pues las tajeas se han hecho variar por aumentos sucesivos de 0,20 en casi todas las propuestas de modelos.

La comision fijó como límite inferior de las luces la de 0,50, con el objeto de que no presentara dificultad la operacion de desembrozarias, que frecuentemente, se hace necesaria en esa clase de obras, y estableció como límite superior de las que pueden sujetarse á modelos, la luz de 6,00, fundándose en la escasa aplicacion que podrían tener los de mayor importancia, á ménos que se formase una coleccion muy numerosa.

Esta variedad de luces, adoptada en la práctica, está tambien muy conforme con las variaciones de los cáuces, y por tanto las compañías deben estudiar siempre una coleccion de modelos que presente todas las luces comprendidas entre 0,50 y 6,00; pero como en general las compañías han adoptado los límites de 0,40 y 5,00, nosotros haremos las comparaciones sucesivas sobre las que son comunes á todas las colecciones que dan nueve luces distintas entre 0,50 y 5,00.

Aunque la altura á que se paran las corrientes de agua sea independiente de la importancia de éstas, es indudable que hay ciertas bases que se tienen en cuenta para fijar las rasantas, y que, aunque muy latas, pueden tambien servir para la determinacion de la altura en los modelos, pues se sabe que las corrientes de gran importancia obligan á sostener el camino á cierta altura que, aunque no proporcionalmente, aumenta cuanto mayor es la corriente, mientras los pequeños cáuces se atraviesan siempre á poca altura, cuando otras circunstancias no obligan á cruzarlos con gran cota.

Pero teniendo en cuenta solamente la altura de la via sobre el thalweg, como que ésta es muy variable y ménos proporcionada en las pequeñas que en las grandes obras, debe resultar para aquellas una gran variedad de modelos, si en estos se quiere prever la mayor parte de casos posibles respecto á la cota; esto es lo que ha tenido lugar con el trabajo de la comision oficial, que ha dado por resultado un número tan considerable de modelos, que asciende, por termino medio, á doce para cada luz, fijando como límites entre el nivel de los cimientos y el intrados la mitad y el doble de la misma luz respectivamente.

El método adoptado para formar la coleccion oficial podra ser admisible en las carreteras en donde las curvas y pendientes permiten pasar los cáuces con poca altura; pero no es en modo alguno aceptable para las propuestas de las compañías, pues aunque se conceda, como la comision afirma, que es muy raro el que á una luz cualquiera corresponda menor altura de la fijada en aquellos modelos, no sucede lo mismo con el límite superior, ya que en los ferro-carriles con mucha frecuencia la altura excede al doble de la luz; de modo que, con el sistema seguido en los modelos oficiales, solo podria reverse un número muy circunscrito de casos, y precisamente los ménos importantes.

Otra razon más poderosa hace inaplicable la coleccion oficial, y aún el método en ella seguido para fijar la altura de los modelos á la construccion de

los ferro-carriles, y es la de que la comision ha supuesto que la altura total de la obra y la de la rasante serán iguales, esto es, que no habrá sobrecarga; principio que no puede admitirse por las compañías, y que tampoco debiera haberse admitido en la aplicacion á las vias ordinarias, por sus desastrosos resultados económicos.

La comision, que reconoció desde luego la dificultad de fijar el límite superior de altura, se fijó sin embargo, para zanjarla, en las dos bases ménos justificadas, y que por lo tanto la habian de llevar por el peor camino, y es extraño que no abordase desde luego la cuestion haciendo abstraccion de esos dos principios, que en realidad son un solo error. En efecto, *la comparacion de las obras ejecutadas* no podia dar otro resultado que el que daría *la consideracion de la belleza arquitectónica*, puesto que hasta ahora se ha despreciado la economía que producen las obras de poca altura, por darles un aspecto más elegante.

Nosotros no podemos admitir para las construcciones industriales, en que sólo se atiende al resultado económico, las mismas consideraciones estéticas que se aplican á los edificios con que sólo deben satisfacerse las comodidades, el recreo y la ostentacion; pero aunque se admitieran, no es necesario tomar prestados de estos edificios las consideraciones que pueden aplicarse á aquellas construcciones; la barca destinada á salvar las olas no tiene las mismas formas y proporciones que la que debe servir para cruzar un río, y del mismo modo las proporciones de los arcos destinados á dar paso á los hombres, no deben nunca servir de base á los que han de dar paso á las aguas.

Si en lugar de fijarse en las alturas de rasante, la comision hubiese comparado los perfiles de los cáuces en que se han construido obras de fábrica, y hubiese considerado su forma é importancia, estamos seguros que hubiera deducido para los modelos proporciones que los harian aplicables á los ferro-carriles, porque no pudiendo hacer abstraccion de la notable diferencia que generalmente existe entre las alturas de las aguas y rasantes, hubiera admitido y dispuesto los modelos para la sobrecarga necesaria de terraplen.

La relacion entre la altura y ancho de las aguas en una misma corriente, es bastante variable, y mientras en los grandes valles ó llanuras las aguas ocupan mucha extension y tienen poca altura, los países montañosos presentan corrientes en que la altura llega á ser considerable respecto al ancho ocupado por las aguas.

En los rios principales las secciones de desagüe se estudian detalladamente en cada uno, y pueden determinarse con bastante precision, porque relativamente á la importancia de las obras á que dan lugar, tienen muy poca las variaciones que puede haber en su apreciacion; pero no sucede lo mismo en las corrientes que pueden salvarse con obras sujetas á modelo, en que la altura debe establecerse *a priori*, para lo cual es necesario examinar en conjunto esta clase de corrientes.

Las tajeas están destinadas á desaguar pequeñas cuencas ó cañadas, cuyas laderas son bastante inclinadas para que en poco tiempo las aguas se recojan en el thalweg, ó bien á dar paso á las que recojen las cunetas ó acequias de riego, y en estos diferentes casos es bastante comun el que las aguas tomen, si no tienen constantemente, una altura igual y aun superior á su ancho.

Las alcantarillas sirven generalmente para dar paso á barrancos ó arroyos en que, aunque las aguas tengan poca altura en las circunstancias ordinarias, llegan á tomar bastante en las avenidas, y tambien para algunos riegos importantes en que la altura, aunque no sea tan grande respecto al ancho como en las pequeñas acequias, es tambien considerable.

Los pontones se construyen sobre cáuces en que la relacion de la altura á la luz cambia ménos, sobre todo si se tiene en cuenta que, para las avenidas, hay que dejar suficiente luz, á fin de no alterar profundamente el régimen, lo cual hace ménos variable la relacion, como hemos dicho.

Aunque estas consideraciones no puedan aplicarse de un modo absoluto, de ellas se deduce que, si se tiene en cuenta la seccion natural de las corrientes, la altura deberá siempre aumentar en menor proporcion que la luz, y fundándose en consideraciones análogas, los modelos de varias colecciones presentan una relacion decreciente entre la altura total ó la de los estribos con la luz respectiva; así, por ejemplo, la empresa constructora de Gerona á Francia adoptó por altura de estribos en las tajeas, alcantarillas y pontones $\frac{5}{5}$, $\frac{4}{5}$ y $\frac{3}{5}$ respectivamente, y

la compañía de los ferro-carriles romanos desde la relacion $\frac{6}{5}$ para la altura de los estribos en las tajeas de 1,^m00 de luz, descende hasta $\frac{1}{5}$ en los pon-

tones de 5,^m00, de modo que resulta igual altura de estribos próximamente para todas las luces de los modelos, lo cual no debe extrañar si se considera que en pocas circunstancias la altura de las aguas excede de 1,^m00, cualquiera que sea el ancho de la corriente.

Examinando un gran número de perfiles trasversales de la importancia de los que pueden sujetarse á obras previstas, y en los cuales se hallaban marcadas las avenidas, hemos podido convencernos de que la altura asignada por la compañía de los ferro-carriles romanos será casi siempre suficiente, y creemos, por lo tanto, que las propuestas de las compañías deben limitar la altura de los estribos en los modelos á 1,^m00 para todas las luces comprendidas entre 0,^m50 y 5,^m00.

Pocas veces serán las que la altura de los estribos haya necesariamente de ser mayor de la que acabamos de asignar, pues aun para obtener un desagüe mayor del que daría un modelo dado con esa altura, convendrá, como más adelante veremos, apelar

á la multiplicacion de los claros más bien que á la elevacion de la altura, de conformidad con lo que tiene lugar en las avenidas, con las cuales el ancho de la corriente aumenta en una proporcion mucho mayor que la altura.

III. Disposiciones.

Ya hemos dicho que en las construcciones industriales se debe atender más al resultado económico que á la belleza, y que solamente debe procurarse ésta, en cuanto sea compatible con aquel resultado; esta verdad tiene especial aplicacion en las obras de los ferro-carriles que quedan por construir, en donde no solamente debe abolirse el lujo, sino limitar los gastos de apariencia á los puramente indispensables, sobre todo en los que se hallan distantes de los centros de poblacion y fuera del exámen del público, como las que ahora nos ocupan.

Esto supuesto, no deberá extrañarse que en todo cuanto sigue nos declaremos absolutamente por la simplicidad y naturalidad de las formas, que deben constituir la verdadera belleza á los ojos de las personas en quienes los principios de la ciencia ha formado el gusto, las cuales esperamos acabarán con la confusion á que ha dado lugar la cuestion de disposiciones, fallando en conformidad de lo que esos principios aconsejen.

De las diferentes partes en que se puede dividir una obra de fábrica, ninguna ha sido tan discutida como la bóveda, que aun hoy es uno de los puntos ménos claros de la teoria de las construcciones; hasta ahora, si solo se hubiera atendido á los principios científicos, se hubiera adoptado para la curva de intrados la forma parabólica, pero consideraciones prácticas han hecho adoptar el arco de círculo, ó la combinacion de varios de estos arcos tangentes entre sí.

Aunque en los primeros ferro-carriles se hayan empleado alguna vez las bóvedas compuestas con diferentes arcos, la urgencia con que despues se han ejecutado las obras y las mismas consideraciones que han aconsejado la abolicion del arco parabólico, han hecho tambien desaparecer completamente aquellos, así que en las colecciones de modelos solo se encuentra ya el arco único con una flecha que varia

desde $\frac{1}{10}$ á $\frac{1}{2}$ de la cuerda ó luz.

La comision que ha redactado la coleccion oficial, así como las propuestas de las compañías, han fundado la adopcion del arco rebajado en la única razon que puede darle ventaja sobre el de medio punto, á saber: la mayor superficie de desagüe que proporciona, supuesta igual la altura entre las fundaciones y el intrados, ventaja que, como vamos á ver, es insignificante con relacion al desagüe total.

(Se continuará.)

EDUARDO PELAYO.

CONTESTACION

AL DISCURSO LEIDO ANTE

la Real Academia de ciencias exactas, físicas y naturales,

EN LA RECEPCION PÚBLICA

del

SR. D. JOSÉ MORER,

POR EL ACADÉMICO DE NÚMERO

SEÑOR DON JOSÉ DE ECHEGARAY.

(Conclusion.)

Veis por lo tanto, que hay materia sobrada en los trabajos modernos para llenar las pocas páginas de este discurso, si su índole especial no excluyera los detalles técnicos, y si por otra parte no hubiera condensado el nuevo académico en una sola frase, todo lo que de ellos puede decirse en términos generales: reaccion en favor del sistema romano, acueductos de fábrica, conduccion cubierta; hé aqui, pues, el sistema mas perfecto para el abastecimiento de las poblaciones.

Poco se ha adelantado en el problema que nos ocupa durante los diez y nueve siglos de nuestra era, segun de lo espuesto se deduce: mas séanme permitidas sobre esta conclusion algunas reflexiones.

Las necesidades materiales aparecen en los pueblos mucho antes que las aspiraciones del espíritu. Lo primero es vivir, siquiera sea arrastrando pobre vida material y prosaica; que despues de haber provisto á lo que exige la conservacion de nuestro organismo, llegará su turno á las elucubraciones científicas, á las creaciones artísticas, á las concepciones filosóficas. No de otra suerte al elevar la magnífica fábrica de un edificio, es lo primero, aunque lo mas bajo, el tosco cimiento, y lo último, aunque lo mas elevado, las graciosas hojas del capitel, las ricas y primorosas líneas de la cornisa.

Las necesidades materiales son, por otra parte, apremiantes; no admiten espera, y ó se ven satisfechas, ó hieren de muerte. Hé aqui porqué, así en los mil problemas de la industria privada, como en las grandes construcciones que han de satisfacer necesidades públicas, lo primero que aparece en orden histórico es la solucion empírica, es decir, una solucion buena ó mala, perfecta ó imperfecta, pero que cumpla por el pronto con su objeto, y satisfaga hasta donde fuere dado la necesidad social que la motiva.

Aplicando este principio al caso concreto que nos ocupa, podemos comprender cómo en la práctica de las construcciones rayaba ya tan alto la nacion romana.

Nos hallamos, en efecto, ante un pueblo fuerte, rico, poderoso, heredero de grandes civilizaciones ya casi estinguidas; poseyendo parte, si no todo el tesoro de conquistas científicas y artísticas, que en miles y miles de años acumularan el Oriente y la Grecia. La raza humana llevaba para entonces siglos y siglos construyendo muros, alzando columnas, labrando piedras y horadando rocas; habia construido ya los templos subterráneos de la India y el llamado Monasterio de Bronce de Ceilán; los palacios de Ninivi y de Persepolis, y los templos de Babilonia; las pirámides de Menfis, el templo de Karnac y el sepulcro de Manepthah; los muros pelágicos de Mycenae y los admirables templos griegos; y penetrando aun mas en la ley empírica del equilibrio, el dintel monolítico habia ya cedido el puesto al arco romano. Los arquitectos poseian, pues, principios y reglas, empíricos aquellos, incompletas estas, pero de gran valor práctico todos; y ¿qué mucho que llegara á tal perfeccion relativa el pueblo latino, si á