

compararlo con el correspondiente en los arcos metálicos; los coeficientes de dilatación del hierro y del cemento puro son sensiblemente iguales; luego, para una misma variación de temperatura, que produce una tensión ó una compresión determinadas, el esfuerzo es próximamente diez veces menor en el cemento puro que en el metal, á causa de la relación de sus respectivos coeficientes de elasticidad, que es próximamente de $\frac{1}{10}$. Mas el trabajo correspondiente de la materia será más peligroso en el cemento puro, cuya resistencia es por lo menos veinte veces menor que la del hierro. Lo mismo sucede, y con mayor razón, tratándose de las fábricas ordinarias.

Aunque una bóveda de fábrica es menos sensible á las variaciones de temperatura que un arco metálico, puede sin embargo resultar tan fatigada ó más que el arco metálico á consecuencia del trabajo que aquéllas ocasionan. Y así lo prueba muy claramente la experiencia. Muchas bóvedas se agrietan con sus tímpanos ó enjutas por efecto de las variaciones de temperatura; las juntas se abren ó se cierran, según las estaciones, en los arranques y en la clave, y la periodicidad y regularidad de estos movimientos no dejan lugar á duda respecto á su causa. Además, aunque no llegue á provocar la rotura de las juntas, la influencia de la temperatura sobre las bóvedas de fábrica está demostrada por la oscilación vertical de la clave según las estaciones. Si se examinan las numerosas observaciones de este fenómeno, especialmente las que se hicieron en el arco de ensayo de Souppes (1), y se comparan con los movimientos debidos á las sobrecargas móviles, se comprenderá la importante influencia de la acción de la temperatura sobre el trabajo de una bóveda de fábrica.

El resultado es un incremento del empuje, es decir, la elevación de la curva de presiones en los arranques y su descenso en la clave, cuando aumenta la temperatura; el efecto es inverso cuando la temperatura disminuye. El trabajo que impone á la fábrica está lejos de ser despreciable, puesto que puede ocasionar la rotura de las juntas; existe, pues, un interés muy grande en eliminar esta causa, sobre todo en las bóvedas de pequeño espesor con enjutas aligeradas por medio de arcadas.

Esta nueva ventaja la realiza también la triple articulación, permitiendo la libre dilatación de la obra. Su única consecuencia es hacer variar la altura de la articulación de la clave en una pequeña cantidad que no altera sensiblemente la posición relativa de las curvas de presiones y de las fábricas de la bóveda, y que, por lo tanto, no ejerce influencia apreciable sobre la intensidad y la repartición de las presiones que soportan.

La combinación que preconizamos merece, pues, por todos conceptos, la preferencia.

(Se continuará.)

Obras del puerto de Amberes.

M. Dumas publicó en el mes de Agosto del año próximo pasado, en el *Genie civil*, un importante artículo, en el cual des-

(1) Arco de ensayo de las canteras de Souppes. (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1868.)

El autor de la nota, M. de Lagrené, dice: «En lo tocante á la dilatación debida al calor, ó á las ondulaciones debidas al paso de una carga, ó á las vibraciones ocasionadas por un choque, la bóveda se condujo exactamente como un arco metálico.»

cribe las obras realizadas sucesivamente desde el siglo XIII hasta la época actual en el puerto de Amberes y fija las condiciones que reúne hoy día este puerto.

Comprende, en la actualidad, el puerto de Amberes, ocho dársenas de flotación, que ocupan una extensión total de 64 hectáreas. Los muelles tienen un desarrollo de 10.760 metros, y los almacenes cubiertos y tinglados establecidos en las inmediaciones de estos muelles cubren una superficie de 126.500 metros cuadrados. Para el servicio del puerto se han construído más de 47 kilómetros de vías férreas, y los muelles están dotados de gran número de grúas, en las que se emplea casi exclusivamente como fuerza motriz el agua comprimida á la presión de 50 atmósferas, suministrada por una fábrica que dispone de tres máquinas de vapor de 150 caballos cada una.

Al Sur de la ciudad, existen tres dársenas destinadas especialmente al servicio de la navegación interior.

A las obras enumeradas hay que agregar los muelles construídos en las márgenes del Escalda, desde 1877 á 1884, cuyo desarrollo es de unos 3 kilómetros y medio, y cuyo calado mínimo, al pié de los muros, es de 8 metros en marea baja.

Desde 1886 se ha duplicado el tráfico, sin que se hayan ampliado proporcionalmente las obras, y el público se ha quejado de esta situación, dando lugar á que se proyectaran nuevas obras, que fueron adjudicadas en 1897 á la casa Hersent, y deberán hallarse terminadas en Septiembre del año 1900.

El presupuesto de estas obras asciende á la cantidad de francos 11.000.000 próximamente.

El nuevo proyecto comprende las obras siguientes, que se están ejecutando en la actualidad:

1.º La construcción de un muelle de 2.000 metros de desarrollo total en la margen derecha del Escalda, al Sur, y en prolongación de los muelles existentes;

2.º La regularización de una de las márgenes del río en una extensión de un kilómetro próximamente, con el objeto de conseguir un régimen regular y definitivo de las corrientes;

3.º Dragados en el lecho del Escalda al pie de los muros en construcción, para obtener un calado mínimo de 8 metros en marea baja, y la construcción de un terraplén ó relleno detrás de los muelles, en una zona de 100 metros de ancho;

Y finalmente,

4.º Obras accesorias diversas.

El procedimiento adoptado para la construcción de los muelles es el mismo que se empleó en los antiguos del puerto de Amberes y en el puerto de Burdeos; consiste en el empleo de cajones hincados por medio del aire comprimido con alzas desmontables encima de la cámara de trabajo y ataguías móviles de palastro, á cuyo abrigo se puede construir á cielo abierto toda la parte de la obra situada por encima del techo de dicha cámara hasta la cota de un metro por debajo del nivel de la] bajamar. Los cajones tienen una longitud de 30 metros, y se colocan dejando entre cada dos contiguos un intervalo de 40 centímetros, que luego se rellena con hormigón de cemento sumergido al abrigo de las alzas móviles.