

por decirlo así, entre las cargas era de $\frac{5,5}{2,2} = 2,2$. En este momento, y de repente, se desplomaron las dos bóvedas, viniendo á insistir, con su enorme sobrecarga, sobre los muros de pireda previamente colocados debajo.

Pero observando los efectos de la rotura y la posición de los diferentes elementos, puede decirse que dicha rotura no se efectuó porque hubiesen cedido las bóvedas ni la viga que las sostiene, sino por el movimiento de los pilares que sostenían esta viga.

En la figura siguiente se representa el estado en que quedaron los pilares, viga y bóvedas después de la rotura.

Examinando esta figura, parece deducirse que la causa de lo ocurrido se debe achacar á la flecha tomada por la viga y á la poca entrega de ésta, 0,20 m. en los pilares. Al doblarse aquella, debió ejercer empujes de dentro á fuera sobre las cabezas de los pilares, y desplomándose éstos se separaron de la viga, dejándola sin apoyo y descendiendo con toda la carga que soportaba.

No es verosímil que las cosas hayan pasado según se acaba de exponer, porque en todas las pruebas se ha notado que las flechas tomadas por la viga eran siempre pequeñísimas, pareciendo ser lo característico de aquéllas la gran rigidez de ésta.

Para hallar la causa de lo ocurrido conviene estudiar detenidamente todos los detalles y partir de que debió tener mucha importancia en el fenómeno la disimetría de la carga sobre las bóvedas.

En las figuras siguientes se dibuja un detalle del pilar y la viga correspondiente: el pilar separado de la viga, un alzado del mismo después de la rotura y una perspectiva.

Del examen de las dos últimas figuras se deduce que las dos

lar. Bajo la acción de esta fuerza, las barras *a* se separaron de las otras dos *a'* del pilar, y se doblaron, arrancando un trozo de hormigón en forma de cuña.

Las barras de las vigas descendieron por la grieta *st* y descendió el conjunto, volcando los pilares hacia afuera. Claro es que la pequeña flecha tomada por la viga contribuyó al vuelco de los pilares; pero no debe atribuirse á ella sino una parte secundaria en el fenómeno.

Tampoco puede atribuirse importancia al hecho de apoyarse las barras de la viga sobre el pilar simplemente, sin placa que reparta la presión sobre toda la superficie, pues se conserva la huella de la barra *b* sobre el pilar, y el hormigón en esta parte está en excelente estado, sin haber sufrido aplastamiento alguno.

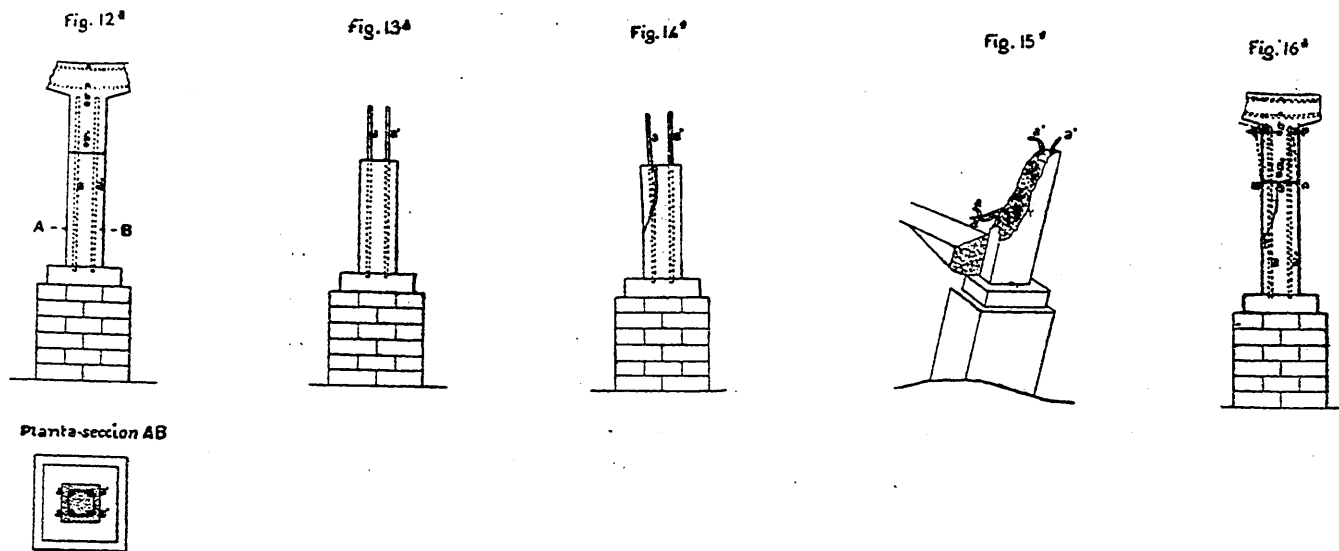
Es, pues, indudable que la causa de lo ocurrido fué el haber cargado al final las bóvedas de una manera disimétrica y que si hubiera habido cemento suficiente para seguir cargándolas uniformemente, no se romperían seguramente hasta llegar á la carga ocho ó diez veces mayor que la normal.

El muro estribo no presenta señales de desagregación y ha quedado en pie, como igualmente la bóveda *B*.

Gijón 7 de Diciembre de 1903.—Siguen las firmas.

PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA AUTOGENA DE LOS METALES

M. Dumesnil presentó hace algún tiempo ante la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia una comunicación muy interesante sobre el asunto que encabeza estas líneas.



barras del pilar próximas á la bóveda *B''* han quedado intactas y las otras dos barras, que son las más próximas á la bóveda *B'*, se han separado de las anteriores rompiendo las ataduras que á ellas las enlazaban, doblándose en ángulo recto y arrancando del pilar por tracción y tronchamiento una parte de hormigón en forma de cuña, que es la que envolvía dichas barras.

La viga ha quedado intacta en casi toda su longitud; solamente en los extremos, en su unión con los pilares, se ha desprendido el hormigón, dejando al descubierto la armadura.

De todo esto resulta que las cosas debieron pasar de la manera siguiente:

Como el empuje de la bóveda *B''* superó muchísimo al de la *B'*, la viga *m n p q* que las separa, se fué inclinando hacia *m n p' q'*, llegando á transmitir la barra superior *b* de la viga un esfuerzo horizontal, en sentido de la flecha, á las barras *a* del pi-

Recuerda el autor que la soldadura autógena ha sido importada en Francia para el plomo, por el químico Kuhlmann, hace próximamente sesenta años; se sabe que la temperatura necesaria se obtiene por medio de un dardo alimentado por aire é hidrógeno. Pero esta temperatura, suficiente para el plomo, no lo es para el hierro, el acero y el cobre y de aquí la necesidad de procedimientos especiales, tales como el arco eléctrico ó los sopletes oxhídrico y oxiacetilénico.

En estos dos últimos casos, el agente necesario al trabajo es el gas oxígeno. Este se produce industrialmente por diversos procedimientos: los procedimientos electrolíticos, puramente químicos ó por fraccionamiento del aire líquido.

La soldadura eléctrica apenas se ha desarrollado en la industria, en razón al precio elevado de la instalación y á las dificultades de aplicación.

El procedimiento de la soldadura oxhídrica es fácil de aplicar, atendiendo que los dos gases necesarios se adquieren comprimidos en tubos que se encuentran en el comercio. Pero necesita en la práctica cinco volúmenes de hidrógeno por un volumen de oxígeno, de suerte que es muy costoso; no provoca, por otra parte, más que una temperatura de 1.800 á 2.000 grados, generalmente insuficiente.

En cuanto á los procedimientos de soldadura oxiacetilénicos, se pueden clasificar en tres grupos:

a) *Acetileno disuelto*, que se encuentra en tubos donde se halla comprimido y disuelto en la acetona. Las manipulaciones intermedias á que se somete el gas hacen este procedimiento costoso, pero permite la instalación de un taller de soldadura muy portátil.

b) *Acetileno producido bajo presión*. Este procedimiento permite el empleo de sopletes muy sencillos, pero son necesarias autorizaciones especiales para la instalación de un generador que produzca el gas á alta presión.

c) *Acetileno producido en obra bajo una presión de 12 centímetros de agua próximamente*. Los sistemas de este género presentan la ventaja de no necesitar una sobreprima de seguro y no crean dificultades con la inspección del trabajo; necesitan el empleo de sopletes especiales, en los cuales se trabaja sirviéndose de la fuerte presión del oxígeno arrastra mecánicamente el acetileno; ciertos sistemas utilizan inyectores del género Grifard.

La soldadura oxinídrica es tres veces más costosa que la soldadura oxiacetilénica. Desde los puntos de vista de la economía y del trabajo, los procedimientos oxiacetilénicos parecen los más ventajosos; entre ellos se deben contar los procedimientos que producen el acetileno en obra bajo una débil presión.

En una instalación de soldadura autógena oxiacetilénica, se necesitan un generador, sopletes, reductores de presión para la botella de oxígeno, y aparatos de seguridad destinados á evitar la vuelta del oxígeno al generador.

Los casos de aplicación de la soldadura autógena son más y más numerosos; su empleo está muy indicado en los talleres de construcciones mecánicas de fundición, tubería, etc.

A título de ejemplo, se puede citar el corte de palastros, gracias á una sobreoxidación artificial del metal.—O.

PUERTO DE BARCELONA

Prolongación del dique del Este (1).

La primera dificultad que se ofrecía para la realización de esta obra, era la de encontrar cantera que proporcionase la inmensa cantidad de piedra que en ella ha de consumirse. El contratista, después de estudiar las canteras más próximas á la obra, sea porque estaban en explotación y no consiguió entenderse con sus propietarios, sea por dificultades de transporte, atravesando terrenos de propiedad particular y vías férreas en explotación, decidió abrir una nueva en las costas de Garraf, distante de este puerto 26 kilómetros por ferrocarril y 17 millas por mar; y, en consecuencia, hubo de preparar un pequeño puerto de refugio para sus embarcaciones, de modo que aun con mares algo picadas pudiera verificar la carga de materiales.

La cantera elegida constituye un enorme macizo de piedra caliza, que se eleva hasta 110 metros de altura sobre el nivel del mar, y que sin duda hubiera podido proporcionar todo el material necesario si no hubiera estado cortada por la vía férrea de Madrid á Zaragoza y á Alicante, que limitó la zona ex-

plotable, hasta que, pasando en túnel por debajo de dicha línea, pudieron extenderse libremente los trabajos.

El sistema general de explotación, ha sido el de barrenos de 20 á 50 milímetros de diámetro, con profundidades variables de 1 á 12 metros; las piedras arrancadas del frente de la cantera caen al pie del escarpe, donde son cargadas en vagones, empleando grúas, sin que en todo ello haya variación alguna respecto de los sistemas ordinariamente seguidos en esta clase de explotaciones. Merece únicamente citarse la cadena flotante que se ha establecido para llevar las vagonetas cargadas en los puntos más distantes del embarcadero, hasta el principio ó cabeza de un plano automotor, en el cual confluyen las vías de todos los tajos comprendidos á ambos lados de la vía férrea; ambas instalaciones, sin ofrecer novedad respecto de sus similares explotadas en otros sitios, han funcionado tan regularmente que se han llegado á cargar algunos días 1.200 toneladas de piedra por los embarcaderos, á los cuales sirven.

La construcción del puerto ofreció muchas dificultades, porque el mar bate en aquellas costas con grandísima fuerza; así es que cuanta obra intentó el contratista hacer con escolleras, aun empleando piedras de 1,5 metros cúbicos, fué destruida por el temporal y hubo de ser reformada. En vista de estas dificultades hubo de variarse el sistema de construcción y adoptó el contratista el de encofrados de madera, defendidos con escollera gruesa por la parte exterior y dispuestos convenientemente en la interior para establecer los cargaderos.

Tipo de encofrados.—Los encofrados se formaron con palizadas, clavando dos filas de pilotes espaciados cuatro metros en el sentido longitudinal y tres metros en el transversal, arriostradas por medio de carreras y cruces de San Andrés y reforzadas con dos filas de rollizos, y prescindiendo de algún contratiempo que ocurrió durante la construcción, porque hubo de realizarse durante los últimos meses de 1901 y primeros de 1902, el resultado de la obra no ha podido ser más satisfactorio, pues no ha sufrido ningún nuevo desperfecto después del último año citado; pero, en cambio, cuando estaba ya consolidada la construcción, sobrevino una crecida extraordinaria del río Llobregat, que inundando los deltas arrastró una gran cantidad de cañas, plantas, árboles, etc., los cuales, conducidos por la corriente litoral, invadieron la costa y casi cegaron el espacio abrigado del puerto. Fué, pues, preciso acudir al desbroce de todos aquellos materiales que no podían arrancarse con draga por su índole especial y retrasaron considerablemente el buen aprovechamiento del puerto.

Para el transporte de la piedra tiene el contratista tres remolcadores, un barco transportador de 180 metros cúbicos de cabida en sus cántaras, cuatro gánguiles y seis barcazas, de las cuales cuatro sirven para la piedra machacada, habiendo sido dos de ellas cedidas por la Junta y siendo todos de tipo ordinario con cubierta plana; y además, otras dos de 200 metros cúbicos, dispuestas para el vertido de escollera que tienen en su bodega los depósitos de agua necesarios para inclinarlas lo preciso á fin de hacer la descarga.

La draga de succión empleada tiene 31,00 metros de eslora, 8,20 de manga y 4,10 de puntal, la capacidad de sus cántaras es de 350 metros cúbicos y su máquina de 250 caballos puede llenarlas en treinta y dos minutos, cuando se trabaja en arenas ó cuerpos que se posan rápidamente. En las arenas finas invierte más tiempo, porque una vez llenas las cántaras de agua sale ésta por la borda arrastrando los productos extraídos que tiene en suspensión.

El taller de bloques de 80 toneladas de peso que debían emplearse en esta obra, con arreglo al proyecto aprobado, se instaló en el andén de Poniente de la dársena del dique flotante, pues aun cuando el pliego de condiciones de la contrata señalaba el muelle de Cataluña, entendi que convenia reservar al comercio su uso hasta que se terminara alguno de los empeños por aquella época, de modo que realmente el de Cataluña no ha venido á ser utilizado por la contrata hasta el mes de

(1) De la notable Memoria que dejó escrita el malogrado Ingeniero Sr. Angulo, y que acaba de ver la luz pública esmeradamente editada.