

de las tres que se habían organizado para continuar los trabajos día y noche sin descanso alguno.

Cuando se llegó con el relleno al punto de la galería donde empalmaba la de la cámara exterior, se cargó ésta de igual modo que la primera, empleándose 9.000 kilogramos de pólvora, y durando la operación siete horas.

El día 23 de Febrero próximo pasado se estableció la línea telegráfica entre la boca-mina y una meseta, distante unos 350 metros, desde la cual debía hacerse el disparo.

Los alambres conductores, en número de dos, eran de cobre y tenían 0,75 de milímetro de diámetro. Cada uno estaba recubierto con una capa de caoutchouc, protegida por una doble envoltura de algodón, arrollada en espiral. Y los dos alambres, ó mejor dicho, los dos pequeños cables, después de envueltos en una cinta de caoutchouc, también torcida en espiral, formaban un solo cable de unos 5 milímetros de espesor.

Como los alambres se encontraban de este modo perfectamente aislados, la línea telegráfica no necesitó aisladores, y se la colocó sobre clavos fijos á unos listones, que sirvieron de postes. El poco peso del cable no exigía otra cosa. Para cada hornillo se empleó un cable.

La chispa eléctrica se produjo por medio del aparato Breguet, en cuya descripción no entramos por suponer será conocido por nuestros lectores. Dicho aparato es portátil y no requiere pilas, puesto que la electricidad y la chispa se desarrollan por la acción de un poderoso iman.

El día 24 de Febrero último por la mañana, en virtud de las disposiciones que se habían adoptado de antemano, se obligó á salir de sus casas á los que habitaban á una distancia del cerro menor de 500 metros, y se estableció un cordón de fuerzas de la Guardia Civil y de caballería para impedir se acercasen los espectadores al sitio de la explosión.

Entre los invitados al acto de la voladura, además del Excmo. Sr. Gobernador, del Vicepresidente, Vocal, Secretario general y muchos vocales de la Junta del Puerto, del Comandante Militar de Marina, del Ingeniero Jefe de la provincia, del Teniente Alcalde y del delegado por el Excmo. Sr. Alcalde de la ciudad, se encontraban todos los Ingenieros de Caminos, Minas y Montes de la provincia; el Comandante de Ingenieros militares, los Arquitectos, los profesores del Instituto, y todas aquellas personas de reconocida ilustración, que no dieron cabida en

su ánimo al pánico que en Málaga se había difundido.

A las doce y dos minutos del día el Excmo. señor Gobernador oprimió el botón del aparato Breguet, é instantáneamente se presentó á nuestra vista un espectáculo, que no por previsto dejó de ser majestuoso.

La montaña, como movida por una fuerza sobrehumana, se levantó, hinchándose lentamente. Aquella enorme masa se dividió, sin ruido perceptible, en gigantescos bloques, que rodando unos sobre otros, vinieron á amontonarse en confuso y pintoresco desorden, llegando muy pocos hasta el mar, donde levantaron un penacho de blanca espuma.

Parecía asistirse á una de esas transformaciones escénicas que en los teatros preceden á las apoteosis finales en los grandes espectáculos. Y para que la analogía fuera más completa, una densa nube de vapores blanquecinos que avanzaba tierra adentro, empujada por la brisa del mar, nos ocultó por breves instantes aquel inmenso montón de ruinas, que al dibujar su silueta sobre el azul de este hermoso cielo, producían un efecto verdaderamente mágico.

La cantidad de roca removida es próximamente de unos 110.000 metros cúbicos, lo cual da 5,24 por kilogramo de pólvora. Este resultado es verdaderamente extraordinario, y sólo puede atribuirse á la constitución del terreno, á la perfección del atacado, que permitió la total combustión de la pólvora en las cámaras, y al esmero con que se han practicado todas las operaciones.

PUENTE METÁLICO SOBRE EL EBRO, EN ZARAGOZA.

El ramal de ferro-carril, que une la línea de Zaragoza á Barcelona con la de Zaragoza á Pamplona, atraviesa el Ebro por un puente metálico de ocho tramos de 40 metros, sostenido por pilas tubulares de hierro. Se construyó dicho ramal en 1871, y cuando se estaba montando el puente, tuvo el río una avenida, que llegó á 0,60 metros sobre el nivel inferior de las vigas metálicas. Esta crecida, que fué en Zaragoza la mayor de las acaecidas en este siglo, llegó á 1,20 metros sobre las ya conocidas.

La Compañía concesionaria del ferro-carril creyó que semejante crecida no se repetiría, y por tanto, no aumentó entonces, como hubiera sido conveniente, la altura de las pilas y estribos.

Las avenidas que tuvieron lugar en el año de

1878, Diciembre de 1878 y Febrero de 1879, aunque menores, llegaron á mojar la parte inferior de las vigas del puente; y en vista de esto, la Compañía estudió detenidamente la causa de que las crecidas alcanzasen en la actualidad mayor altura que anteriormente, y se convenció de que con motivo de las obras hechas hace pocos años en el puente de piedra, situado un kilómetro agua abajo, el nivel del río en altas aguas se había elevado un metro próximamente; y por tanto, la avenida de 1871 sólo fué 0,20 metros mayor que las conocidas, y no podía considerarse difícil su repetición.

Teniendo en cuenta el resultado de estos estudios, la Compañía decidió, como única solución posible, elevar la altura de las vigas sobre el río, á pesar de las dificultades que habrían de presentarse en la ejecución de este trabajo, puesto que no debía interrumpirse la circulación por el puente. Redactado el correspondiente proyecto, ha merecido la aprobación del Ministerio de Fomento.

Decidida ya la Compañía á dar mayor altura á las pilas y estribos del puente, no ha creído oportuno limitar este aumento á un metro, que es la elevación que ha sufrido el nivel de las aguas, sino que, con objeto de poner el puente completamente á cubierto de cualquiera accidente, que pudiera producir el choque de los cuerpos ú objetos flotantes, que arrastra el río en sus crecidas, ha fijado la elevación de las vigas del puente, y por lo tanto, de sus pilas y estribos, en 1,80 metros, lográndose de este modo dejar un espacio libre de 1,20 metros bajo las vigas hasta el más alto nivel del agua, que se ha conocido en este siglo.

Para mayor facilidad en la ejecución de la obra, y no interrumpir la circulación, se ha creído lo más sencillo aumentar la altura de las pilas y estribos, con hiladas de sillería de pequeño espesor. Se conserva en los tubos el coronamiento que hoy tienen, y como se hará otro en la parte superior de la nueva construcción, las pilas tendrán el mismo, ó quizás mejor aspecto que anteriormente.

Todos los tramos del puente se levantarán á la par por medio de *gatos*, y por alturas iguales de 0,25 metros de espesor, fijados á las hiladas de sillería, que se han de ir construyendo sucesivamente. Sobre cada uno de los tubos, que forman las pilas y estribos, se colocarán dos *gatos* en el eje de las vigas, á uno y otro lado, y á igual distancia de los puntos de apoyo de éstas sobre los rodillos de fricción.

Como actualmente sólo hay una diferencia de altura de 0,20 metros, entre la coronación de las pilas

y la cara inferior de las vigas, no podrían fijarse los citados útiles elevatorios. Para salvar esta dificultad, se les hará actuar, primeramente, sobre la longrina de hierro que une las dos vigas, y una vez levantado ligeramente el puente, se podrán quitar los rodillos de fricción y reemplazarlos por calzos. Éstos serán de madera de roble de la mejor calidad, y las vigas del puente no descansarán directamente sobre ellos, sino por el intermedio de una plancha de hierro.

Hecho esto, se quitarán las piedras de la coronación de cada tubo, que se hallen debajo del eje de las vigas, á uno y otro lado del punto de apoyo, con objeto de que los *gatos* puedan colocarse en disposición de obrar directamente sobre la viga; y cuando estén así colocados en todos los tubos, se actuará sobre ellos, levantándose á la vez todo el puente á la altura necesaria para poder introducir calzos de 0,25 metros de espesor, en el espacio que dejan entre sí los *gatos* de un mismo tubo. Puestos los calzos, se dejará descansar el puente encima de ellos. Esta operación, la más difícil de la obra, se hará holgadamente en el intervalo de tres horas, que media entre los trenes en este punto de la línea; pudiendo efectuarse, por lo tanto, con toda regularidad el paso de los mismos, cuando el puente esté ya sostenido por calzos ó sillares, y siempre al paso de hombre.

Efectuada la primera parte de la operación, sólo restará reemplazar los calzos de madera por una hilada de sillería, lo cual podrá ejecutarse sucesivamente en cada pila, con sólo templar los *gatos* correspondientes, que aflojados después de colocado el sillar, dejarán la viga apoyada directamente sobre el mismo.

Descansando ya todo el puente sobre la nueva hilada de sillería, se templarán á la vez todos los *gatos*, y se elevarán de nuevo las vigas otros 0,25 metros, colocándose inmediatamente los calzos de madera, que á su vez serán reemplazados por otra hilada de sillería; y así sucesivamente se seguirá elevando el puente, hasta alcanzar la altura deseada. Cuando los *gatos* ya no alcancen, se quitarán éstos, dejando el puente apoyado sobre las hiladas de sillería ya construidas, y volverán á colocarse las piedras arrancadas de la coronación; y puestos los *gatos* sobre ellas, alcanzarán en cuanto lo permita su altura. Cuando ésta llegue á ser insuficiente, se completará la primera hilada de sillería en toda la superficie de los tubos, y se fijarán los *gatos* sobre la misma.

Los sillares que se empleen en la construcción de estas hiladas serán de igual clase y procedencia que los ya empleados en el puente, y se labrarán con cuidado sus lechos y sobre-lechos, á fin de que sienten con perfecta igualdad.

Tal es en resumen el sistema que la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte, hoy propietaria de la línea en que está situado este puente, se propone emplear para llevar á cabo esta obra, de cuya ejecución tenemos el propósito de dar cuenta oportunamente.

RÉSULTADOS

DE EXPERIMENTOS HECHOS EN AMÉRICA SOBRE LA COMPOSICION QUÍMICA Y LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS CARRILES DE ACERO BESSEMER.

M. C. B. Dudley, químico de la Compañía del ferro-carril de Pensylvania, ha hecho en 1877 numerosos experimentos para llegar á determinar cómo la referida Compañía podría obtener carriles de calidad uniforme y de satisfactoria resistencia al desgaste. Este problema considera M. Dudley que debía estudiarse bajo un doble punto de vista:

1.º Con los métodos actualmente seguidos en el procedimiento Bessemer, ¿cuál era la composición química que la Compañía debía prescribir para sus carriles?

2.º ¿Qué inspección y qué pruebas debía la misma hacer sufrir á los carriles para asegurarse de la uniformidad del producto?

Composición química.— Para responder á la primera pregunta, M. Dudley ha analizado veinticinco muestras de carriles de acero. El carbono ha sido determinado por combustión, operando sobre siete gramos, disolviendo el hierro por medio de una disolución amoniacal de cloruro de cobre, y quemando el carbono por el cromato de plomo.

La cantidad de fósforo se ha apreciado por el método del molibdato de amoníaco, operando sobre tres gramos, y disolviendo el acero en agua régia.

La de manganeso lo ha sido por el bromo, separando el hierro en estado de acetato básico y empleando el acetato de sosa como precipitante.

El silicio ha sido determinado por el medio ordinario, sobre diez gramos de acero disueltos en ácido clorhídrico.

Los carriles de acero sobre los cuales se ha operado procedían de diversas fábricas, y todos habían estado en servicio, habiéndose tenido el cuidado de tomarlos en los diversos trozos de la vía, á fin de

anular la influencia que sobre su duración y desgaste podían ejercer las causas locales.

Resulta de estos experimentos que la composición química de las diferentes muestras de carriles que habían prestado buen servicio se ha encontrado uniforme, entre estrechos límites, y distinta de la que tenían los malos. Este hecho ha permitido á monsieur Dudley proponer la siguiente fórmula para la composición química de los carriles de acero Bessemer destinados al camino de Pensylvania:

Fósforo (máximo).....	0,10 por 100
Silicio (id.).....	0,04 id.
Carbono, entre 0,25 y 0,35 por 100	
con tendencia hácia.....	0,30 id.
Manganeso, entre 0,30 y 0,40 por 100	
con tendencia hácia.....	0,35 id.
Azufre y cobre.....	Ninguna especificación.

Pruebas físicas.— Las veinticinco muestras de carriles analizadas han sido igualmente ensayadas con la máquina de prueba por torsión del profesor Thurston. De los resultados registrados por la máquina para los carriles que mejor servicio han hecho concluye M. Dudley que la resistencia á la tracción de los carriles de acero Bessemer de su Compañía debe ser superior á 65.000 libras por pulgada cuadrada, ó sea 47 kilogramos por milímetro cuadrado, y que el alargamiento debe exceder del 20 por 100.

En Octubre de 1878 M. Dudley ha publicado un apéndice al informe, de donde se han extractado las conclusiones que preceden. El autor titula su nuevo trabajo *La resistencia al desgaste de los carriles de acero ¿crece con la dureza del metal?*

Repetidos experimentos hechos en Inglaterra, y cuyos resultados han sido publicados por M. J. T. Smith, Director general de la fábrica de Barrow, y por M. R. Price Williams, así como las observaciones llevadas á cabo en América por M. Brown, Ingeniero Jefe de la vía del ferro-carril de Pensylvania, demuestran que, al contrario de lo que podría haberse creído *à priori*, carriles más duros (más carburados), han resistido ménos al desgaste que otros más dulces (ménos carburados).

M. Dudley se contenta con señalar este resultado á la atención de los Ingenieros, sin sacar conclusión alguna.

(*Revue générale des Chemins de fer.*)