

MADRID, 15 DE ENERO DE 1869.

TOMO XVII.

NÚM. 2.º

ESPLOSION DE LA CALDERA DE LA LOCOMOTORA  
NÚMERO 12, **BLASCO DE GARAY**, OCUR-  
RIDA EL 25 DE AGOSTO DE 1868 EN EL FER-  
RO-CARRIL DE ALAR Á SANTANDER.

La locomotora, cuyo número de orden de las de la línea es el 12 y designada con el nombre *Blasco de Garay*, así como todas las del mismo tipo que posee la Compañía, están destinadas en el ferro-carril á que pertenecen, desde hace mucho tiempo, á hacer el servicio de maniobras, el de balasto y más generalmente el de reserva. Aquel día se había dispuesto por el servicio de movimiento que fuese á hora oportuna al punto llamado *Peña del Cuervo*, con objeto de trasladar material. Para mayor comodidad y orden, se esperaba la salida del tren corto de viajeros, que en el cuadro de marcha aparece designado con el número 5, y que sirve las estaciones comprendidas entre Santander y Bárcena, saliendo del primer punto á las 4 y 15 minutos de la tarde. La número 12 se hallaba en aquel momento dentro del espacio ocupado por las diferentes vías de la estación, y precisamente en la prolongación de la general, en punto inmediato á las agujas de la del almacén; sobre la que se hallaba colocada, se designa por los empleados «vía de la báscula», pues en efecto, ésta, que se halla situada enfrente del edificio de viajeros, tiene los rails de su tablero en prolongación de la ocupada por la locomotora en el momento que la consideramos.

El personal encargado de la *Blasco de Garay*, acababa de ver pasar el tren 5 por la línea paralela é inmediata, marchando en dirección á su punto de llegada.

Verificada la expedición del tren, el maquinista Laupson y el fogonero Suarez inspeccionaron su máquina; acusada por el tubo indica-

dor de nivel, la necesidad de introducir agua en la caldera, pusieron en marcha el aparato Giffard, cuyas funciones suspendieron así que creyeron haber verificado la introducción de la necesaria. Esto debió suceder unos ocho minutos después de la salida del tren. El jefe de la estación, encargado de transmitir directamente al inglés Laupson la orden de salida y la clase de servicio, momentos después se acercó á la máquina para verificarlo. La costumbre de fijarse en el cuadrante del manómetro le movió á observar la presión que en él se indicaba, y recuerda perfectamente que el estilete señalaba el número 60. Éste, que es número de libras inglesas por pulgada cuadrada, corresponde muy aproximadamente á cuatro atmósferas.

En seguida el jefe de estación se dirigió hácia su oficina, el maquinista quedó apoyado por la espalda sobre los topes del tender, en posición de un hombre que espera tranquilamente el momento oportuno para empezar á ejercer sus funciones; el fogonero, después de revisar el fuego y dirigir una ojeada á los aparatos que aparecen sobre el exterior de la caldera, descendió de la plataforma, marchando hácia el sitio en que se hallaba el maquinista. Cuando aún no había llegado á él, esto es, cuando había andado dos pasos, y el jefe de estación pisaba los andenes del edificio principal, sintieron una estrepitosa detonación, parecida á la de un trueno que resuena en montañas próximas, el espacio se cubrió de una nube negra y densa, producida por el humo, vapor, carbones, cenizas y pajas que se proyectaban en diferentes direcciones, y en medio del aturdimiento consiguiente, vieron un cuadro del que con dificultad podían darse cuenta; fenómeno extraordinario, y que los que pudieron contemplarlo aún no han salido de su sorpresa. La caldera de la máquina, llevándose consigo la parte completa de la caja de fuego, y separada aquélla de la chimenea, se elevó en el

espacio, tomando una direccion que, segun he podido apreciar, forma un ángulo de 30 grados; cruzó la línea telegráfica, rompiendo su hilo superior; viniendo á colocarse la caja de fuego y caldera en una posicion semejante á la que ocupaban en la máquina, segun se deduce de los vestigios que quedaron en el terreno; habiendo recorrido en su trayecto un arco de parábola más ó ménos modificada, y cuyos puntos extremos distan 42 metros. Una vez en el suelo, volvió á sentirse otra detonacion ménos ruidosa que la primera, elevándose á una cierta altura y en la misma forma que lo hizo la vez anterior, volviendo á caer á 21 metros más allá y de manera análoga, esto es, con la caja de fuego por detrás, lo que obliga á suponer que dió en el aire una vuelta completa, ó que cayendo verticalmente, apoyándose la parte delantera de la caja de fuego en el terreno, continuó animada la caldera por la velocidad adquirida y por la reaccion debida al choque, obligando á dejar la placa tubular de la caja de humos sobre la parte anterior. Las huellas señaladas sobre el terreno inducen á creer que elevándose por tercera vez, hasta tener el eje del cuerpo cilíndrico una posicion sensiblemente vertical, giró 90 grados, colocándose horizontalmente, y verificándose á continuacion un movimiento de traslacion, ó mejor dicho de arrastre, que obligó á dejar la caldera unos 9 metros más allá, fijándose definitivamente el cuerpo cilíndrico en una direccion casi paralela á las vias generales; la caja de fuego por la parte de delante, y descansando toda ella de manera que el plano vertical que pasa por el eje longitudinal de la locomotora armada, estaba en posicion sensiblemente horizontal, y por lo tanto paralela al terreno. Esta posicion hacia que fuera visible el interior de la caja de fuego, y casi vertical el bastidor de la rejilla; en una palabra, la caldera y su caja de fuego aparecian como si hubiesen girado 90 grados desde la posicion verdadera que tienen sobre el bastidor.

Momentos ántes de verificarse la ascension de la caldera, ésta tendió á desprenderse del bastidor por la parte que encontró más débil; la caja de humos, perfectamente unida por sus bordes inferiores á uno de los traveseros de aquél, opuso

alguna resistencia, mas no la suficiente. El cuerpo cilíndrico llevó consigo la parte tubular de la caja de humos, cuyos bordes estaban clavados á la envolvente de ésta, y de una manera tal, que cuando consiguió separarse por completo, estaba ya practicada la separacion de dicha caja y del bastidor; y así como la direccion de la caldera fué de 24 grados 30 minutos á la derecha, la de la chimenea, con su caja, fué de 133, esto es, completamente opuesta, segun ha podido deducirse de la posicion que dichas piezas tenian en el suelo. La caja del regulador del vapor en estas máquinas se halla situada en la de humos, verificándose la mayor ó menor abertura de su válvula por una palanca situada en la pared del hogar. Dicha palanca va unida á una gran varilla, que atravesando toda la longitud de la caldera, termina en aquella válvula. El vapor pasa á las cajas de distribucion situadas debajo del bastidor, por un tubo cilíndrico de fundicion; dicha caja que puede considerarse como formando parte del cuerpo cilíndrico y de la de humos, se movió en un plano vertical, que forma un ángulo de 13 grados con el eje de la via. Para poder apreciar con mayor exactitud las posiciones respectivas de la caldera, chimenea y aparato regulador, resta sólo expresar las distancias á que quedaron del bastidor:

	Metros.		
Camino recorrido por la caldera en el primer salto.			42
Id.	id.	id.	en el segundo. . . 23
Id.	id.	id.	en el tercero. . . 9
			Distancia total. . . . . 74
Camino recorrido por la chimenea. . . . .			15
Id.	id.	por la caja del regulador. . . . .	46

Otro dato muy importante debe consignarse para apreciar los pormenores del siniestro. El bastidor de la máquina, con el aparato del movimiento, quedó inmóvil y sin experimentar alteracion alguna, con la particularidad notable de haber quedado en su sitio y en el espacio perteneciente á la caja de humos el tubo de escape de los cilindros en su posicion vertical. El tender, unido á la máquina, no sufrió tampoco lo más mínimo, ni experimentó el más ligero movimiento.

La locomotora número 12, en servicio desde

que se puso en explotación la tercera sección comprendida entre Bárcena y Santander, es mixta, de cuatro ruedas, y éstas acopladas; fué construida en los talleres de la casa Doods é hijo, en Rotherham; su caldera cilíndrica tubular, de bases planas, es de palastro, de 13 milímetros de espesor, con placas tubulares de 18. La forma de las válvulas de seguridad es circular, su disco es de bronce, y su superficie de 58 centímetros cuadrados. El manómetro de la máquina era del sistema Bourdon, con cuadrante graduado en libras inglesas por pulgada cuadrada, siendo susceptible de señalar hasta 200. La alimentación de la caldera se hacía por medio de un aparato Giffard colocado á la izquierda de la plataforma, y bomba á la derecha. La presión de prueba á que en diferentes ocasiones se había sometido la caldera, había sido la de 12 atmósferas. En el mes de Mayo de 1867 se había renovado la tubería, y el recorrido total que había hecho la máquina hasta el día del accidente era de 114.541 kilómetros.

Del reconocimiento verificado en la caldera se deduce que la explosión tuvo lugar en la placa lateral de la izquierda de la caja de fuego, abollándose por completo y rasgándose muy cerca de las aristas de intersección con la placa tubular por un lado, y de la trasera ó puerta del hogar por el otro. La chapa á que nos referimos tenía 1 m. 38 de alto por 0,89 de ancho, quedando demostrada la excelencia del cobre en el mero hecho de haber sufrido una dilatación ó estiramiento de 23 centímetros en sentido de su longitud y 9 en su anchura, conservando un espesor en la parte más debilitada de 12 milímetros y medio. El cuadro del hogar ha cambiado ligeramente de forma, y esto, á no dudarlo, debe atribuirse á los dos primeros choques con el suelo. El tapon fusible, colocado en el centro de la cubierta del hogar, se encontró en el más perfecto estado de conservación. La placa tubular de la caja de fuego fué también arrancada, aunque en muy pequeña parte, por la que se abolló, ocasionando la caída ó desprendimiento de 10 tubos, que quedaron, sin embargo, perfectamente sujetos por la placa opuesta, la que no presenta más que una pequeña abolladura en una de sus esquinas.

La explosión á que nos referimos debe considerarse comprendida entre las designadas con el nombre de fulminantes. Efectivamente, examinadas las ideas emitidas por personas tan eminentes como Mrs. Dufour, Gensoull, Tassin, Jobard, Gaudry y otros muchos que han tratado de explicar explosiones del mismo carácter, no olvidando á los partidarios de que la electricidad puede producir estos fenómenos, puede suponerse que cierta cantidad de aire introducida al verificar la alimentación, pudo ser la causa primordial del accidente.

Si se considera lo que á propósito de esta cuestión dice Mr. Ortolan, ingeniero mecánico del vecino imperio, cuya competencia nadie pondrá en duda, se comprende la posibilidad de que se introdujera cierta cantidad de aire, siguiendo la corriente del agua que le precedió, y desviando su dirección por causas muy admisibles, chocáran las burbujas contra la pared ó chapa de cobre lateral, produciendo una completa separación del agua, al elevarse á la superficie, y abriendo un camino que pudo ser inmediatamente ocupado por un filete del líquido, poniéndose en contacto con la placa metálica, y pasando el agua al estado esferoidal.

La circunstancia de hallarse la máquina en reposo favorece esta suposición, pues de considerarla en marcha, preciso era admitir que el movimiento comunicado á la masa sería suficiente para que el estado tumultuoso del líquido impidiese la transformación. Recordando que el agua experimenta el cambio al estado esferoidal en grandes masas y á temperaturas que Mr. Boutigny fija como mínima en 142 grados, puesto que su acción es instantánea, empezado que fué el cambio sin dar tiempo á que el efecto se comunicase á la parte superior, y actuando sobre la mitad de la placa un gran peso debido al agua que tenía encima, pudo muy bien verificar la explosión, y empezando por dilatar en su pequeña esfera de acción la placa tubular, hacer saltar las cabezas de los birotillos, aumentar por instantes su presión, y encontrando debilitada aquella parte, producir la rotura, continuando la fractura en toda la longitud de la placa. Todo esto en un período de tiempo insignificante; y se con-

cibe que sea ó no ésta la explicacion verdadera, en el mero hecho de no haberse transmitido al resto de la caldera presion tan colosal, hay que convenir en que fué instantánea.

La accion de la fuerza regeneradora debió producirse segun una direccion muy oblicua á las placas, y casi vertical. La gran masa de vapor lanzada sobre la rejilla con una energia imposible de calcular, fué causa de que de ésta se desprendiesen los barrotes. El nuevo vapor formado, llevando la misma direccion, chocó en el suelo de la via, y sólo el efecto de la reaccion debió bastar para que el cuerpo cilindrico, apoyado en la parte anterior del bastidor, se elevase, desprendiéndose, no sin experimentar una resistencia, siempre muy pequeña, relativamente á la fuerza de su union con la caja de humos.

Dicha resistencia fué la suficiente, especialmente en la parte de la derecha, que debió ser la última en desprenderse, obligando á la caldera á tomar la direccion que adquirió.

La misma inmovilidad del bastidor, mecanismo y tender, prueban evidentemente que el principio de la ascension; esto es, hasta que los bordes de la caja de fuego, donde se hallaba establecida la rejilla, no quedó fuera del plano horizontal de la plataforma; fué perfectamente vertical, pues de otra manera hubiera habido aplastamiento ó rotura producida por un excesivo rozamiento de la parte anterior de la caldera, con los largueros del bastidor, en los que no aparecía señal alguna; y que la resistencia opuesta por el hierro angular ejerció cierta influencia en el cambio de direccion, explicándose tambien la opuesta que llevó la chimenea, como al hacer la descripcion se ha indicado.

Con el objeto de poder explicar con conocimiento de causa los efectos producidos por la explosion, haciendo sobre ellos algunas consideraciones, hemos hallado ciertos valores que nunca pueden tener otro carácter que el de aproximados. Para deducirlos hemos comparado el movimiento de la caldera al de un proyectil lanzado por una fuerza instantánea. Para determinar las circunstancias de su movimiento, ha sido preciso conocer la velocidad inicial; la direccion, ó sea el ángulo que debió formar la fuerza instantánea

con el horizonte, en el origen del movimiento; el tiempo empleado por el móvil en recorrer un espacio dado, ó sea para llegar al punto final de su trayectoria; así como apreciar la resistencia del aire, que bien se comprende debió ser de gran significacion.

El valor encontrado correspondiente á la velocidad inicial es de 20 metros. La altura máxima á que teóricamente llegó el centro de la seccion, que consideramos normal al eje de la caldera, y situada en su parte media, es de 9 metros 8 milímetros; el tiempo invertido por la caldera en su primer salto para recorrer la trayectoria parabólica, debió ser de 2 minutos 8 segundos. Para encontrar el trabajo desarrollado por el vapor á fin de trasportar la caldera del punto en que se encontraba al producirse la explosion, hasta el en que chocó con el suelo, hemos partido del supuesto de que la caldera, desprovista de las barras de rejilla y otros accesorios, pesaba 9.000 kilogramos. Puesto que el trabajo es igual á la mitad de la fuerza viva, y ésta es la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad, resulta para valor del primero 183.400 kilogramos, que traducidos á caballos de vapor, representan 2.445; pero como el tiempo necesario para efectuar dicho trabajo, fué de 2 minutos 80 segundos, el correspondiente á un segundo será de 873 caballos.

Tratando de determinar el esfuerzo necesario para arrancar por completo la placa del hogar, hemos encontrado que la rotura debió producirse por una presion de setenta y cinco atmósferas que llegó á adquirir el agua, pasando al estado esferoidal. Esta cifra no debe distar mucho de la exactitud, si se tiene en cuenta que las pruebas á que se someten estas calderas son á la de doce atmósferas; esto es, casi un sexto de la presion encontrada, muy en armonía con lo que la ciencia y la práctica aconsejan.

Sólo teniendo en cuenta esta última cifra de setenta y cinco atmósferas como mínima presion para determinar la explosion, puede ésta concebirse, así como la traslacion de la caldera á 42 metros de distancia, obrando ese esfuerzo en el primer momento sólo en la parte anterior, pues la instantaneidad con que se verificó, fué la cau-

sa de no hacer partícipe al resto. Una vez en el suelo, animada de cierta velocidad, y quedando el plano de la rejilla, única salida que durante el trayecto tenía el vapor, cubierto (hipótesis admisible, porque la caldera debió trasportarse casi paralelamente á sí misma) como se comprueba por el hoyo que el fondo del hogar hizo en el terreno, de una profundidad igual á la distancia que media entre el apoyo sobre el bastidor y el marco de la rejilla; volvió á formarse nuevamente una produccion de agua al estado esférico, debida á la temperatura de las placas, que sin ser la suficiente para que su color cambiase, fué, sin embargo, la necesaria para producir dicho estado.

La tendencia á levantarse, aumentada por nueva formacion de vapor á gran tension, la obligó á dar otro salto, cuya distancia fué mitad del anterior. Segun cálculos aproximados, el punto máximum á que se elevó nuevamente, describiendo una parábola, fué el de 7 metros. Chocando en el suelo y aceptando una posicion violenta, unido á la velocidad que aún conservaba, resbaló, ó mejor dicho corrió en el sentido de la direccion últimamente adoptada, quedando fija á 9 metros del sitio anterior.

Tal es, en nuestro concepto, la explicacion de un fenómeno que, si no produjo desgracias personales, ha ocupado y ocupa á cuantos ingenieros y personas de la profesion han tenido conocimiento de él, ya en España, ya en el extranjero. No cabe duda que si se formase un catálogo de cuantas explosiones de calderas han tenido lugar, la ocurrida el 25 de Agosto próximo pasado apareceria en él como una de las más notables.

A. MARCO MARTINEZ.

## OBRAS PÚBLICAS EN ESPAÑA.

El desarrollo de las Obras públicas es una necesidad y una medida de la civilizacion de los pueblos; por él se conoce el grado de adelanto de su administracion y la bondad de los sistemas empleados para dotar á las naciones de estos grandes medios, con los cuales se multiplica la actividad

de los pueblos y sin los que es imposible el progreso de la industria y del comercio.

Por esta consideracion vamos á presentar algunos datos que son la mejor expresion de la marcha que ha seguido el desarrollo de las obras de interes general, ejecutadas por el Estado en España, durante el presente siglo; y poco se habrá de añadir á la elocuencia de las cifras oficiales que se van á consignar, y que son del dominio de cuantos quieran estudiar los abundantes datos que da á luz la Direccion general de Obras públicas, cuyo ejemplo, por cierto, no es imitado como debiera por los demas centros de la administracion, así general, como provincial y local.

Al concluir el siglo pasado ya sintió el Gobierno la necesidad de impulsar la ejecucion de las Obras públicas y reconoció los graves inconvenientes que presentaba la aparente organizacion que existia de este ramo; falto de un centro directivo inteligente, que diera unidad al pensamiento que habia de presidir al desarrollo de las obras, y empleándose en la direccion de las construcciones un personal desprovisto de los conocimientos más indispensables para las funciones que habia de desempeñar, los resultados hasta entónces alcanzados eran sumamente exigüos; y las obras costaban sumas muy superiores á lo que correspondia á sus condiciones, ademas de los gravísimos errores que se cometian, y de los cuantiosos fondos que se empleaban sin resultado provechoso.

### ÉPOCA PRIMERA.

#### *Creacion del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.*

Para remediar tamaños males se creó la Inspeccion general de Caminos, que se confió, al poco tiempo de establecida, al célebre ingeniero don Agustín de Betancourt, se organizó el Cuerpo de Ingenieros de Caminos y Canales del reino, y la escuela especial en que éstos habian de recibir su ensenanza; y ademas se principió á plantear este servicio sobre las bases racionales en que se ha de fundar para que se utilicen, cual es debido, los sacrificios de los pueblos.

Bien pronto se tocaron los brillantes resultados de la nueva organizacion dada á este ramo importante de la administracion. Durante los últimos cincuenta años del siglo XVIII se habian construido 774 kilómetros de carreteras, cuyo coste se ignoraba: en sólo los ocho años que median desde 1800