

MADRID, 15 DE MAYO DE 1874.

TOMO XXII.

NÚM. 10.

SUMARIO.

Abastecimiento de aguas de Chicago. — Ferro-carriles. — Noticias varias.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS DE CHICAGO.

(Continuacion.)

Las razones aducidas para justificar tan pequeño diámetro fueron varias: 1.^a Que era suficiente para abastecer á un millon de habitantes con el consumo medio de 50 galones (189 litros) diarios por persona, cifra que se calculaba necesaria. 2.^a Que la experiencia que en Europa se tenia en la construccion de túneles, mostraba que era fácil construirlos de pequeño diámetro, aún en terrenos de la peor calidad; miéntras que los de gran diámetro, en esta clase de terrenos, sólo podian ejecutarse venciendo grandes dificultades, hasta el punto de que algunas veces habian fracasado las tentativas practicadas; y en apoyo de ello se citaba el curso de construcción de Minard, tan conocido de los lectores de la *Revista*. 3.^o Que aunque segun todas las probabilidades habria de encontrarse buen terreno y ser fácil, por lo tanto, la construccion del túnel, no era aventurado el suponer que se encontrarían acaso algunos filones ó bolsas sueltas de arena movediza, ú otros terrenos permeables, por lo cual, y para ponerse al abrigo de toda eventualidad, era muy preferible adoptar una seccion pequeña, puesto que si llegaba con el tiempo á ser insuficiente para el suministro de la ciudad, no le faltarian á ésta, por su aumento de poblacion y riqueza consiguiente, medios para construir otro túnel de igual ó mayor diámetro.

La profundidad del túnel en su punto de partida del pozo de tierra habia de ser 72 piés 54 (22 metros) debajo del nivel ordinario del lago, y su pendiente, ascendente hácia el punto de toma, de 3 piés 68, ó sea 1^m, 12, en toda la longitud de 2 millas y 7 piés, ó sea 5.221 metros próximamente que

habia de tener la galería, lo que equivale á 0^m, 55 en un kilómetro. Desde el pozo de tierra se proyectaba asimismo construir una galería de comunicacion con el pozo sobre el cual habian de establecerse las bombas, colocando en el intermedio, en una cámara al efecto practicada, las compuertas para comunicar ó incomunicar el pozo de las bombas con el lago.

No sin luchar con algunas dificultades y oposicion de la prensa, por fin se decidió el Consejo municipal á emprender la obra, á cuyo efecto la sacó á pública subasta, adjudicándose á los señores J. J. Dull y James Gowen, de Pensilvania.

Construccion de la obra. Empezóse por el pozo de tierra en 17 de Marzo de 1864. El terreno que habia que atravesar estaba compuesto de una capa de arena suelta que empezando en la superficie llegaba á unos 14 piés (4^m, 26) de profundidad, y que yacia sobre un banco de arcilla azulada de poca consistencia en la superficie y compacta en el fondo, cuyo espesor no se alcanzaba á atravesar. Teniendo en cuenta que la capa de arena habia de dar lugar á muchas filtraciones, se adoptó un sistema análogo al que se emplea en las fundaciones tubulares, á cuyo efecto se estableció sobre el suelo un cilindro de fundicion de 9 piés (2^m, 74) de diámetro interior 1 y 1/2 pulgadas (0^m, 058 de espesor y 50 piés (9^m, 14 de alto, formado por la reunion de tres de 10 piés de altura cada uno, unidos por bridas y pernos: terminaba el inferior en un córte para penetrar en el terreno con facilidad; el superior llevaba una brida ó nervio, á fin de empalmar una exclusiva ó cámara de aire para el caso en que la abundancia de filtraciones obligara á emplear aire comprimido para desalojarlas, á cuyo extremo no hubo que recurrir, pues si bien con dificultad se consiguió excavar el terreno interior y el hacer bajar el cilindro, con solo el empleo de bombas. Desde el momento en que el tubo se introdujo algunos piés en el banco de arcilla, cesaron todas las dificultades, y cuando ya se hubo introducido todo el cilindro de hierro, se continuó fácilmente la obra de excavacion al través de la arcilla, que, segun hemos indicado, se encontraba

cada vez mas compacta. Cuando se llegó á la profundidad necesaria, se revistió la excavacion con rosca de ladrillo de 12 pulgadas (0,504) de espesor desde el fondo hasta llegar á la parte inferior del cilindro, y éste se revistió tambien de mampostería, quedando así un cilindro continuo de 8 piés (2^m, 44) de diámetro. El fondo del pozo se dejó 6 piés (1^m, 85) más profundo que el nivel al cual habia de estar la parte inferior del túnel, á fin de recoger los productos de un manantial que continuó brotando durante el curso de la obra y que era preciso achicar dos veces al día.

Construccion del túnel.—Se construyó primeramente hacia tierra y en prolongacion de la linea recta que habia de seguir el túnel, un pequeño trozo de galería de 50 piés (15^m, 24) de longitud, sin más objeto que el de instalar un teodolito para alinear el túnel, á cuyo fin se estableció una fundacion á propósito: la obra empezó en 26 de Mayo de 1864. Para facilitar la introduccion de las cimbras, desde el pozo al túnel, se le dió á éste en su origen 6 piés (1^m, 85) de diámetro, continuando en forma cónica ó abocinada hasta la distancia de 20 piés (6^m, 10) donde tomaba el diámetro de 5 piés (1^m, 52) con que habia de construirse toda la obra. En este trozo la bóveda ó revestimiento circular se componia de tres roscas de ladrillo de 4 pulgadas (0^m, 10) de espesor cada una, sentadas con cemento y con juntas de $\frac{1}{2}$ pulgada (0^m, 012) de grueso. Todo el resto del túnel, como quiera que no habia de estar sujeto á los mismos choques que la embocadura, se revistió con sólo dos roscas de ladrillo del espesor indicado. Se intentó en un principio llenar de arcilla apisonada los huecos entre el trasdós del revestimiento y el terreno de la excavacion, pero no consiguiéndose bien, se adoptó el sistema de rellenarlos con mampostería. La escavacion se llevaba de 10 á 20 piés delante del revestimiento, y con el fin de no entorpecer la circulacion de los wágones cargados de tierra, se hizo la parte superior de la cimbra, de chapa de caldera, y así sólo se disminuía el hueco definitivo del túnel en 4 $\frac{1}{4}$ pulgadas (0^m, 11), circunstancia muy necesaria en una obra de tan corto diámetro. La cimbra tenia 50 pulgadas (0^m, 76) de longitud en direccion del túnel; sólo permitía sentar á la vez un trozo de rosca de dos piés (0^m, 61) de longitud, que se descimbaba por lo general á los 15 minutos de poner la clave. Se creyó en un principio que sería preciso excavar cerca de 1 pié sobre el trasdós de la parte superior del arco para que los albañiles pudieran

sentar bien la clave é hiladas contiguas; pero pronto se vió que se podia trabajar sin excavar más que el hueco estrictamente indispensable que habia de ocupar la fábrica de ladrillo, lo cual se conseguia introduciendo las últimas cuatro ó cinco hiladas superiores en buen mortero de cemento con que previamente se llenaba el hueco que aquellas habian de ocupar, quedando de este modo perfectamente guarnecidas las juntas. Casi excusado es añadir que cada rosca que se hacia terminaba en redientes para el mejor enlace con la siguiente. La rosca inferior se fabricó por medio de cerchas, ó patrones, de la manera que usualmente se construyen las soleras de las alcantarillas circulares; se tenía cuidado de llevar esta obra 6 piés (1^m, 80) más avanzada que la rosca superior, porque llegando hasta su extremo los rails y wágones que habian de cargarse, quedaba así más hueco sobre ellos, lo que facilitaba mucho el trabajo de los paleros.

La escavacion se efectuó generalmente al través de arcilla azulada compacta. Rara vez fué necesario entibar la excavacion, cuando no se tardaba en revestirla más de 36 horas. De vez en cuando se encontraban bolsas de arena, que cuando estaban en la parte superior del arco se desprendian en parte, cuyos huecos se rellenaban de mampostería, sin que fueran en general de mucha importancia. Algunas veces se encontraba arcilla tan blanda que los mineros podian introducir el brazo dentro de ella, lo que exigia alguna entibacion y más precauciones en la construccion del revestimiento. Tambien se encontraron cantos sueltos de muchos cientos de libras de peso, que en general no pusieron mucho obstáculo al curso regular de la obra.

La mayor y más peligrosa dificultad que se tropezó en la ejecucion de la obra fué la no prevista de encontrar gases inflamables y explosivos. Al principio ocurrieron varios accidentes por este motivo, sin que por fortuna causáran desgracia alguna; pero bien pronto los mineros aprendieron á conocer cuándo se aproximaban á las cavidades que contenian dichos gases, por el sonido que se producía al golpear sobre ellas. Cuando de este modo se apercibian de la proximidad de semejantes cavidades, taladraban con una barrena de poco diámetro la arcilla y daban fuego al gas en cuanto empezaba á salir; se consumia de este modo lentamente, evitando las explosiones que hubieran resultado de mezclarse con el aire repentinamente. Sólo una vez ocurrió una explosion de importancia,

al principio de los trabajos, que produjo quemaduras de mala especie á uno de los mineros, suspendiéndose la perforacion durante tres dias, hasta que se consiguió sanear el aire. Salvo dicho caso, los demas fueron de poca entidad, y los mineros se apercebían pronto, y se libraban arrojándose al suelo en seguida, pues la inflamacion se verificaba en la parte superior de la galería, por la poca densidad de los gases.

Con raras excepciones la obra del túnel se prosiguió dia y noche del mismo modo, por medio de dos cuadrillas de mineros y una de albañiles, que trabajaban ocho horas diarias durante los seis dias laborables de la semana, hasta que se llegó á 750 piés (228^m) del origen.

Cámaras apartaderos.—En este punto se determinó construir dos cámaras apartaderos de carácter provisional, una á cada lado del túnel, en cuyo cruzamiento se colocó una plataforma giratoria, que permitía el cruce de los carros llenos con los vacíos y la formacion de trenes, circunstancia muy necesaria, desde el momento en que la galería construida tenía la indicada longitud, para la rapidez de ejecucion y economía de la obra. Mil piés (504 metros) más adelante, se construyó otro par de cámaras apartaderos, continuando la obra del mismo modo, con la excepcion de que para el arrastre de los carros se pusieron mulas en lugar de hacer este trabajo por hombres, segun se verificaba al principio. Tanto los expresados apartaderos, como los que se construyeron en adelante á medida que la obra avanzaba otros mil piés de distancia, eran simples excavaciones practicadas en la arcilla, con sus correspondientes entibaciones, que se habian de rellenar tan pronto como se terminara el túnel. Así se prosiguió la obra hasta milla y media (2.414^m) de distancia desde el pozo de tierra.

En la semana en que se hizo más trabajo, avanzó el túnel 95 piés (28^m, 54). Sólo una vez se encontró una piedra tan grande que obligara á usar pólvora para extraerla, y aunque para decidirse á ello se temia algo por los efectos que pudiera producir en el terreno, felizmente no ocurrió accidente alguno ni en él ni en la mampostería.

Ventilacion.—Para efectuarla bastó en un principio establecer un tubo de hoja de lata de 6 pulgadas (0^m, 15) de diámetro, que desde el extremo de la excavacion que se estaba practicando, llegaba á comunicar con el hogar de la máquina empleada para elevar los productos de aquella, lo cual producía un tiro suficiente para absorber el aire impu-

ro, que era sustituido por la corriente de aire que desde el exterior se establecía al través del pozo. Más tarde fué preciso establecer un ventilador *ad hoc*, con su máquina correspondiente, colocándose tubos de ocho pulgadas (0^m, 21) de diámetro en lugar de los anteriores, y aunque se lograba difícilmente conservar en buen estado sus juntas ó empalmes, especialmente al pasar las cámaras apartaderos, por los golpes que las mulas daban con la cabeza, no obstante dió buen resultado, obteniéndose á milla y media (2.414^m) de distancia un aire casi tan puro como en la boca del pozo. Ordinariamente el humo de las lámparas y el vapor producido por la respiracion de los obreros hacia imposible el correr las alineaciones y tomar las alturas de mira necesarias para la buena marcha de la obra. Pero en las noches de los domingos y de otros dias festivos era el aire tan puro y trasparente, que permitía distinguir la luz de una bujía á 2.000 piés (610^m) de distancia.

Alineacion.—Segun expondremos más adelante con detencion, poco despues de empezar la construccion del túnel á partir del pozo de tierra, se abria en el lago el pozo vertical de toma con su recinto rompe-olas de defensa al rededor, que atravesaba el terreno del fondo en más de trece metros de profundidad; y arrancando de él á unos dos metros de altura sobre su parte inferior, se empezó á perforar el túnel por aquel extremo, al mismo tiempo que avanzaba el trozo que estaba construyéndose á partir de tierra, terminado ya en la extension de una milla (1.609^m). Era preciso tomar precauciones muy minuciosas á fin de que ambas alineaciones formáran una sola. Con este objeto se introdujo verticalmente un tubo de 6 pulgadas (0^m, 15) de diámetro en el plano vertical del eje del túnel, á 280 piés (85^m) de distancia del pozo de tierra, cuando ya el revestimiento habia pasado de dicho punto: y comprobada con una plomada la posicion del tubo, sirvió éste por su parte superior para establecer, en exacta alineacion con él y el pozo de tierra, el punto preciso donde habia de establecerse el pozo de toma en el lago, á la distancia de dos millas, que se tomó por triangulacion. Para establecer las alineaciones se empleó un buen teodolito con antejo astronómico; para la alineacion superior se colocaba en una torre de madera establecida al efecto en tierra, en la prolongacion de la linea, á 166 piés (50^m) de distancia del pozo; para la alineacion subterránea se colocaba en el lugar que ántes se ha indicado. Cuando la obra lle-

gó á punto en que las velas de esperma empleadas en la alineacion no podian percibirse con el anteojo astronómico situado en el extremo, se establecia en el intermedio un goniómetro de dos anteojos, cuyos ejes se hallaban en un mismo plano vertical, y en sentidos opuestos cuando el instrumento se colocaba en estacion. Se prolongaba la alineacion dirigiendo la visual á una luz situada en el origen, é invirtiendo los anteojos, que mutuamente se comprobaban.

Construccion del recinto rompe-olas para defensa del tubo de toma. La forma de dicho recinto es la de un prisma vertical de 40 piés de alto (12^m, 20), cuya seccion horizontal es un pentágono regular, de 58 piés (17^m, 67) de lado; interiormente hay otro prisma concéntrico, de la misma altura, y cuya seccion. de 22 piés (6^m, 70) de lado, es semejante y paralela á la del anterior. Las paredes verticales y fondo comprendido entre ambos poligonos son de madera; están enlazados fuertemente entre sí por piezas del mismo material, siendo 25 piés (7^m, 62) la distancia contada segun la apotema entre el exterior del poligono mayor y el interior del poligono menor; el hueco, relleno de piedra, constituye el recinto ó rompe-olas de defensa del tubo ó pozo de toma establecido dentro del poligono menor, en un punto en que la profundidad de agua es de 10,50.

Primeramente se construyó en tierra á orilla del rio el cajon de madera que hemos descrito, que se empezó en Mayo de 1864. El fondo entre ambos poligonos se construyó con piezas de pino blanco, de 12 pulgadas (0^m, 5048) de espesor, puestas las unas junto á las otras y enlazadas fuertemente. Las paredes exteriores é interiores, así como otra pared que entre ambas se creyó conveniente construir siguiendo la misma forma pentagonal para la mayor solidez del sistema, se construyeron tambien de piezas de igual material y dimensiones, colocadas unas sobre otras, excepto en los 10 piés (3^m, 04) superiores de la parte exterior, que se construyó de roble, que resiste mejor á la acción de los hielos. Para reforzar los ángulos exteriores y los de la pared de enmedio, se establecieron en todos ellos y en toda la altura del prisma, paredes verticales de 10 piés (3^m, 04) de longitud y 12 pulgadas (0^m, 504) de espesor, colocadas perpendicularmente á sus planos bisectores, formando entre dichas paredes y los lados de los ángulos respectivos prismas triangulares que enlazan y atirantan el sistema. Concurriendo á igual objeto, se prolonga-

ron hasta el perímetro exterior todas las paredes del prisma poligonal intermedio, y á fin de enlazar dicho perímetro exterior con el del poligono interior, se establecieron perpendicularmente á ellos varias series de tirantes trasversales, que cogen á ambas paredes, exterior é interior, atravesando el prisma intermedio; colocados los de una serie respecto á los de la otra á 9 piés (2^m, 71) de distancia horizontal, y separados un pié verticalmente los de cada serie. Las piezas de enlace que terminan en las paredes poligonales exterior é interior se ensamblaron con ellas á cola de milano, uniéndose á media madera con las piezas que constituyen la pared intermedia.

Todas las maderas empleadas en obra fueron inspeccionadas cuidadosamente y bien labradas. El macizo de maderos que forma el suelo del espacio anular comprendido entre las paredes exterior é interior se estableció sobre tres poligonos de durmientes, colocados respectivamente debajo de las paredes exterior, media é interior ya citadas, ensamblados entre sí, de la misma manera que se ha indicado para las otras piezas, de modo que la mitad del espesor de los durmientes sobresalía de la cara inferior del piso. Dichos durmientes se unieron al piso y dos primeras filas de los maderos que componen las paredes, por medio de pernos cilindricos de 56 pulgadas (0^m, 94) de longitud y 1 ½ pulgadas (0^m, 058) de diámetro, colocados verticalmente á 4 piés (1^m, 22) de distancia uno de otro. Todos los maderos que componen las paredes, se unieron á su vez entre sí con pernos cuadrados de 54 pulgadas (0^m, 86) de longitud y 1 ½ pulgadas (0^m, 052) de lado, introducidos oblicuamente en taladros de la misma dimension, hechos á 5 piés (1^m, 58) de distancia mutua. La oblicuidad expresada estaba inclinada inversamente en dos pernos consecutivos, con objeto de evitar la posibilidad de ser arrancados por la fuerza de flotacion de las maderas, cuyo accidente habia ocurrido en obras semejantes construidas allí. Para que una vez en obra sirvieran de comunicacion entre las aguas del lago y el pozo central, se establecieron al través de las tres paredes exterior, media é interior, tres aberturas rectangulares, de 4 piés (1^m, 22) de anchura y 5 (1^m, 52) de altura, colocadas á diferentes profundidades respecto al nivel del lago, para que pudiera verificarse la toma próxima á la superficie, en el medio ó cerca del fondo, segun aconsejara despues la experiencia. Cada conducto de éstos se puso en comunicacion con la parte supe-

rior por medio de pozos verticales de seccion cuadrada, de 4 piés de lado, contruidos de modo que su pared exterior estuviera formada por la pared media del sistema, y que estuviesen en contacto con las caras internas de ella las compuertas correspondientes, á fin de establecer ó interrumpir la comunicacion del lago con el interior del cajon rompe-olas. Todas las maderas para la formacion de estos pozos y conductos se labraron tambien con esmero.

Tanto el suelo como las paredes del cajon fueron calafateados cuidadosamente. Su interior se dividió en siete compartimientos impermeables é independientes entre sí, lo cual se consiguió calafateando algunas de las paredes establecidas para el enlace del sistema. El objeto de estos compartimientos era facilitar, ahorrando continuos agotamientos, la fabricacion de sólida momposteria en todo el espacio comprendido entre las paredes exterior é interior, si con el tiempo se creyera conveniente reemplazar así el macizo de piedra en seco con que por de pronto iba á rellenarse como medida económica. Toda la superficie de las paredes exterior é interior que habia de estar en contacto con el agua, se revistió de tablas de pino de 2 pulgadas ($0^m,05$) de espesor, clavadas verticalmente. En la parte superior se substituyó al pino, roble de 5 pulgadas ($0^m,075$), de espesor para resistir mejor á los hielos. Los ángulos exteriores del primer recinto, en los 10 piés ($3^m,04$) superiores, se fortalecieron por hierros de ángulo, de 2 piés ($0^m,61$) de lado y una pulgada ($0^m,025$) de espesor, firmemente asegurados con pernos de 2 pulgadas ($0^m,051$) de diámetro. Para contribuir más á consolidar los ángulos exteriores, se colocaron verticalmente desde el fondo á la coronacion del recinto rompe-olas, cerca de donde terminan los brazos de los hierros de ángulo expresados, diez piezas de roble, de 5×14 pulgadas ($0^m,127 \times 0^m,355$) de escuadria, aseguradas cada dos piés ($0^m,61$) de distancia con pernos de 2 pulgadas ($0^m,051$) de diámetro, que despues de atravesar la pared exterior se introducian en la pared media contribuyendo á su mútuo enlace. Se colocaron asimismo piezas de 5×12 pulgadas ($0^m,076 \times 0^m,304$) de escuadria y 59 piés ($11^m,88$) de longitud, desde la coronacion al suelo, en la pared media, que se unian por los mismos pernos al interior de dicha pared. Aunque á primera vista parezcan exageradas las precauciones que se tomaron en la construccion del rompe-olas, la experiencia demostró que no fueron excesivas.

Lanzamiento. Construida la armazon de que nos hemos ocupado, en un plano horizontal á la orilla del rio de Chicago y tratando ya de botarla al agua, se la levantó de un lado por medio de criks, hasta inclinarla un ángulo cuya tangente era $\frac{1}{12}$. Se procedió seguidamente á colocar debajo siete vias ó durmientes que se prolongaban fuera hasta 64 piés ($19^m,51$) de distancia dentro del rio, lo que se verificó por medio de caballetes, dando lugar á bastante trabajo, por lo desigual y pedregoso del fondo y los accidentes ocasionados por el paso de los barcos. Vencidas todas las dificultades, se botó al agua el dia 24 de Julio de 1865, en presencia de gran número de espectadores.

Traslacion y colocacion en obra. Inmediatamente despues de su lanzamiento, los contratistas procedieron á remolcar el cajon rompe-olas á la posicion en que definitivamente habia de ocupar en el lago. En cuanto pasó la barra del rio, se abrieron tres pequeñas aberturas en el fondo, por donde penetró el agua, con lo cual el desplazamiento inicial del cajon, que era de 8 piés ($2^m,44$), se aumentó hasta 21 ($6^m,59$) cuando llegó al punto donde habia de situarse. Para su exacta colocacion en obra se introdujeron préviamente en el fondo cinco roscas de amarra en frente de la posicion que cada ángulo del cajon habia de ocupar, en cuyas roscas estaban aseguradas otras tantas cadenas, que por su extremidad pendian de boyas. Desgraciadamente, los vapores del lago destruyeron tres de las boyas, y como el tiempo urgia, se substituyeron por anclas comunes y cables de cáñamo. Cuando el cajon estaba cerca de la posicion que habia de ocupar, se empezó á rellenarlo de escollera, pero habiendo varado uno de los ángulos en una desigualdad del fondo, se inclinó; se perdió mucho tiempo en tentativas para colocarlo en posicion vertical, y temiendo por su seguridad en el caso de que se levantara algun temporal, se empezó á achicar con una bomba, hasta que se consiguió ponerlo á flote; las trepidaciones ocasionadas en las maniobras anteriores hicieron permeables las paredes que en la construccion se habia tratado de hacer impermeables, y no hubo que variar la posicion de la bomba, con lo cual se ganó mucho tiempo. Finalmente con tres poderosos remolcadores alquilados, y con ayuda de aparejos suficientes, se consiguió atolar y colocar en la posicion proyectada el cajon rompe-olas.

Tempestad y sus efectos. Inmediatamente los contratistas emprendieron la operacion de llenar

el cajon con piedra: pero bien pronto se desencadenó una tempestad violenta, que obligó á los barcos que trasportaban el material, á refugiarse en el puerto. Continúo el temporal por tres dias, amenazando causar gruesas averías en el cajon; para evitarlas en lo posible, se le llenó de agua á fin de vararlo y que descansase en el fondo, pero la piedra que se habia arrojado no era bastante. A pesar de todas estas precauciones, se vió al terminar el temporal, que se habian entreabierto algo los ángulos de las paredes media é interior, y que el cajon se habia corrido 13 piés (3^m,96) sobre el fondo, quedando el ángulo N. O 5 $\frac{1}{4}$ piés (0^m,99) más bajo que S. E. Como el trabajo para volver el cajon á su posicion exacta hubiera sido de consideracion, y por miedo de que en el interin sobreviniera otro temporal, se desistió de ejecutarlo. La alteracion que en la alineacion del túnel habian ocasionado tales efectos era insignificante, y por otra parte, la falta de verticalidad del cajon no afectaba á su estabilidad.

Continuóse en seguida con toda actividad en el relleno de piedra, que se terminó en mediados de Agosto del mismo año 1865, no habiéndose notado desde entónces la menor alteracion en la obra. En fuertes tempestades y cuando pasan extensos bancos de hielo, se nota una ligera trepidacion, sintiéndose á veces un ruido tremendo, debido á los choques y rozamientos de cuerpos flotantes con el rompe-olas. En várias ocasiones, los trozos de los bancos rotos se alojan en el costado Sur, formando témpanos de más de cien metros de longitud, que alcanzan desde el fondo hasta 5 ó 6 metros sobre la superficie.

Lleno de piedra el cajon, los contratistas construyeron sobre él una cubierta provisional de madera coronada por un faro, y establecieron habitaciones para alojamiento de sus obreros y de los Inspectores nombrados por la Comision de Obras públicas de la ciudad: el aire que se respira en aquellas habitaciones es tan puro y saludable que ha llegado á adquirir fama proverbial.

Despues de terminado el túnel se sustituyeron aquellas construcciones superiores por otras definitivas.

Pozo de toma.—Construido el cajon rompe-olas del modo que se ha explicado, se procedió á la construccion del pozo de toma, de un modo análogo al descrito para el pozo de tierra. Se empleó un cilindro de fundicion, de 65 piés (19^m,20) de longitud, compuesto de siete trozos, de 9 piés

(2^m,74) de largo cada uno, 9 piés (2^m,74) de diámetro interior, y 2 $\frac{1}{4}$ pulgadas (0^m,057) de espesor, semejante en un todo al del pozo de tierra, con la diferencia de que el anillo ó seccion inferior se torneó exteriormente para que penetrara con más facilidad en la arcilla, y en la parte superior se colocaron dos compuertas para admitir ó interrumpir la introduccion del agua en el túnel cuando estuviese construido. Se recordará que al describir el cajon rompe-olas dijimos que en su interior quedaba un hueco prismático de seccion de pentágono regular, cuyos lados eran de 22 piés (6^m,70) de longitud, y que quedaba en comunicacion con el lago por tres conductos dispuestos respectivamente cerca del fondo, en el medio y cerca de la superficie, con objeto de admitir el agua de donde se quisiera en vista de lo que aconsejase la experiencia. Pues bien, introduciendo el cilindro de hierro en el interior de dicho hueco, es claro que queda en comunicacion con el lago por medio de sus dos compuertas de la parte superior. Las dimensiones de las dos aberturas son 54 pulgadas (1^m,37) de altura y 52 (0^m,81) de anchura, y están colocadas de modo que su borde más alto nunca quede descubierto en las aguas más bajas del lago, pudiendo bajarse ó levantarse por medio de tornillos y tuercas manejadas desde la parte superior del cilindro. Empalmadas las cinco secciones ó trozos inferiores, de los siete que componen todo el tubo, se hizo descender hasta su posicion por medio de un plano inclinado y de aparejos colocados en la parte superior del recinto, teniendo la precaucion de cerrar la boca inferior por medio de un falso fondo de madera, á fin de que flotara y fuera más fácil el manejarlo. Colocado verticalmente en su posicion, se introdujo por su propio peso unos dos piés, no avanzando más por la resistencia que oponia el falso fondo; pero, horadado éste, descendió bastante más. Se empalmó entónces la sexta seccion del tubo, que es la que lleva las compuertas, se quitó por completo el falso fondo y se empezó á excavar en el interior, con lo cual continuó descendiendo el cilindro por su propio peso. Despues de empalmar la sétima y última seccion del tubo, bastó un pequeño peso adicional para que el cilindro acabara de introducirse hasta 25 piés (7^m) de profundidad debajo del fondo del lago. Llegado á dicho punto, del cual no habia de pasar, se prosiguió la perforacion del pozo propiamente dicho, lo mismo que en el de tierra, sin encontrar filtraciones que obligáran al empleo de

bombas, y se revistió luego la excavacion, segun lo descrito para el otro pozo, pero sin que se prolongara como allí en toda la altura del tubo, pues sólo se verificó en la seccion inferior de éste, porque se creyó suficiente para establecer la union entre ambas partes. Tambien se prolongó este pozo, como el de tierra y por idénticas razones, 6 piés (1^m,85) por debajo del nivel á que habia de arrancar la solera del túnel. En prolongacion del túnel se construyó un trozo de 50 piés (15^m,24) de longitud, al otro lado del pozo, en la prevision de que algun dia fuera necesario (para verificar la toma á mucha más distancia de la margen) alargar la galería; y á fin de que en este caso no fuese preciso interrumpir el abastecimiento durante la ejecucion de los trabajos de ampliacion, se construyó en el trozo expresado, á 5^m,30 de distancia del eje del pozo, esto es, dentro de la proyeccion horizontal del recinto interior, la parte inferior de otro pozo, que se cubrió con una bóveda, y entre ambos se estableció una compuerta de hierro: bastará cerrar la compuerta, romper la bóveda y prolongar hácia arriba el pozo empezado, para poder prolongar el túnel cuanto se quiera sin suspender el abastecimiento. Dicha prolongacion fué ademas de gran utilidad durante los trabajos, como apartadero para los arrastres, y sirvió tambien para dirigir la alineacion del túnel, como en el trozo que arrancaba desde la margen, por medio de un tubo de 6 pulgadas (0^m,15) de diámetro, que se introdujo verticalmente desde el lago en la extremidad de la galería.

Perforacion del túnel desde el pozo del lago.—La perforacion del túnel se emprendió de la misma manera y con igual rapidez que desde el pozo de tierra, ejecutándose diariamente, por término medio, una longitud de 9 1/2 piés (2^m,89): se llegó así á 2.200 piés (698^m) del pozo del lago, en cuyo punto se detuvieron los trabajos, porque la perforacion ejecutada desde el pozo de tierra sólo distaba ya 50 metros, y se detuvo tambien la obra de revestimiento: se continuó la excavacion por una estrecha galería entibada, con objeto de asegurarse de la exactitud de las alineaciones y corregir en lo posible el error que resultase. Las dos excavaciones se encontraron el 30 de Noviembre de 1866, observándose un error de 7 1/2 pulgadas (0^m,19) en las líneas de los revestimientos, y sólo de 3 pulgadas (0^m,076) en la longitud del túnel respecto á la medicion trigonométrica. El error de los revestimientos se corrigió en el espacio intermedio. La

pieza conmer norativa de la terminacion de la obra se colocó el 6 de Diciembre por el Mayor de la Ciudad, en presencia del Consejo municipal y de la Comision de Obras públicas, cuyos miembros, así como otras personas, pasaron todo el túnel desde el pozo de tierra hasta el del lago, regresando á la ciudad en un remolcador.

Para la ventilacion del trozo ejecutado desde el pozo del lago, bastó un tubo de 6 pulgadas (0^m,15) de diámetro, que arrancando del fondo de la excavacion, llegaba al hogar de la máquina elevatoria, cuyo tiro era suficiente.

Cámara de compuertas y conexiones.—Terminado el túnel, se rellenaron las cámaras apartaderos y se procedió á abrir la galería de comunicacion con el pozo de las bombas. Hacia el medio de ella se habia empezado ya á construir la cámara de compuertas, que es un pozo de forma cilindrica, de 16 piés (4^m,87) de diámetro interior, revestido convenientemente, y dividido, á partir del centro, en cinco sectores ó compartimientos, separados por muros de 20 pulgadas (0^m,51) de espesor. Para excavar el pozo se empleó el conocido sistema chino, empezando por construir los muros de revestimiento sobre un anillo de palastro colocado en el terreno natural, levantándolos á medida que iban penetrando en el suelo por efecto de la excavacion que en el interior se practicaba. Verificada la perforacion, se colocó en el fondo una capa de hormigon, de 24 pulgadas (0^m,61) de espesor, que se extendió tambien debajo de los muros de revestimiento; sobre ella se levantaron los cinco muros de division, dejando en ellos cinco aberturas rectangulares, de 5 piés (0^m,91) de anchura y 5 (1^m,52) de altura, cuyos bordes superiores quedaron á 52 1/2 piés (7^m,16) debajo del nivel de las aguas del lago en estiaje. En todas las aberturas se colocaron marcos de fundicion para el mejor ajuste de las compuertas: el mecanismo para las maniobras de cada compuerta se reduce á un tornillo unido á ella, que engrana con una tuerca, que puede ponerse en movimiento por medio de un volante, ó rueda de mano, colocado en la coronacion.

La galería de enlace del pozo de tierra y de la cámara de compuertas es de la misma forma y dimensiones que el túnel. Las demas, que abocan á los cuatro compartimientos restantes de la cámara, tienen 4 1/2 piés (1^m,57) de diámetro interior, y han sido abiertas al traves de arcilla blanda sin dificultad alguna. El objeto de estas cuatro galerías es el siguiente: una sirve para hacer comuni-

car la cámara con la dársena donde antes se verificaba la toma, por si llegara á ocurrir el caso de tener que suspender la entrada del agua en el túnel, para repararlo, limpiarlo ú otro motivo; otra para establecer la comunicacion con el pozo de las bombas anteriormente existente; otra para el de las nuevas bombas, y la cuarta, finalmente, se estableció en la prevision de que con el tiempo hubie-ra que instalar ademas otro juego de bombas.

Terminadas éstas obras complementarias, se dió entrada al agua en el túnel con suma lentitud, á fin de evitar que una presion repentina causara daño en el revestimiento; así es que se tardó tres dias en conseguir que el nivel en los pozos de toma y de tierra fuera el mismo que en el lago. Despues, á fin de examinar si habian sufrido algo las obras, se agotó en cantidad suficiente para permitir su reconocimiento; el Ingeniero y tres representantes de la prensa de la ciudad recorrieron la galería, metidos en un pequeño bote, no habiéndose observado el menor desperfecto.

Despues de este exámen se volvió á llenar el túnel; el 24 de Marzo de 1867 se cortó definitivamente la entrada del agua desde la dársena á la cámara de compuertas, é inmediatamente, abriendo la compuerta correspondiente del túnel, entró el agua en el pozo de las bombas, inaugurándose la nueva distribucion.

Al dia siguiente se verificó la inauguracion oficial, y desde entónces ha continuado funcionando perfectamente, sin más interrupcion que las ocasionadas, rara vez y por pocas horas, por los témpanos de hielo del lago.

E. DE CHURRUCA.

(Se continuará.)

FERRO-CARRILES.

APUNTES ACERCA DEL MATERIAL DE TRACCION Y TRANSPORTE DE LA COMPAÑIA DE LOS FERRO-CARRILES DEL NORTE DE ESPAÑA (1).

III.

Continuando la descripcion de los principales elementos que constituyen las locomotoras que posee la Compañía de los caminos de hierro del Norte, vamos á dar á conocer las diferentes partes que

comprende el aparato de vaporizacion, origen del trabajo que desarrollan, y los mecanismos destinados á la transformacion y trasmision de la potencia del vapor á los órganos que forman el vehículo, de cuyo exámen nos hemos ocupado en el artículo anterior.

Como se ha indicado, uno de los principios que, muy acertadamente, ha servido de guia en la construccion de este material, ha sido acercarse en lo posible á la uniformidad, habiéndose conseguido que para los cuatro tipos de locomotoras sólo haya tres de calderas, correspondiendo uno mismo á las mixtas y á las de mercancías de seis ruedas. Ademas están construidas, con grandísima ventaja para el servicio, bajo el mismo sistema tubular y de forma cilindrica circular, á fin de obtener una gran superficie de calefaccion con poco volúmen, como es indispensable en máquinas de esta especie, resultando que de las 180 que existen, 158 son idénticas en todos sus elementos, diferenciándose sólo las 42 restantes en que 37 son algo mayores, y 5, por el contrario, más pequeñas. Se componen, como es sabido, de tres partes principales: la caja de fuego, que contiene el hogar; el cuerpo cilindrico, que encierra el vapor producido, el agua y los tubos, y la caja de humo, de donde parte la chimenea que da salida á los gases producidos en el hogar. Como accesorios á la caldera, entran los aparatos que sirven para medir la presion del vapor, para conocer la altura del agua en su interior, y los que previenen, obrando automáticamente, el peligro que puede resultar de una grande elevacion de la tension de aquél, ó de un descenso considerable del nivel de ésta. La caja de fuego, de forma prismática rectangular en todas estas máquinas, que es la disposicion usada casi exclusivamente, y terminada en su parte superior por un semicilindro, continuacion del cuerpo de la caldera, tiene en las locomotras de las dos primeras series 1^m,400 de longitud, 1^m,250 de ancho, 2^m,155 de altura y la elevacion de la parte inferior sobre los carriles 0^m,400; estas dimensiones en las de ocho ruedas son respectivamente 1^m,750, 1^m,590, 2^m,225 y 0^m,410; y en las de maniobras 1^m,140, 1^m,000, 1^m,850 y 0^m,460. Los hogares, colocados en el interior de las cajas de fuego, son de cobre y están formados por tres placas, de las cuales una sola constituye el techo y las paredes laterales, otra pared anterior, llamada placa tubular, porque en ella se coloca una de las extremidades de

(1) Véanse los números 5 y 8 de la REVISTA de este año.