

de construcciones, que no son bastante conocidas, y sobre las cuales conviene fijar la atención todo lo posible.

Cumplido con lo dicho, el objeto de esta *Nota* se deja, como ya se ha expresado al principio, para otro lugar y ocasión el presentar el resultado de las observaciones y estudios que se están haciendo; que si hoy estuvieran realizados podrían dar tal vez algún interés más á estas indicaciones, formuladas hoy sólo con el deseo de presentar á los lectores de la *REVISTA* un artículo esencialmente práctico, comprendiendo, no una obra, sino sólo la relación de los detalles de construcción de una de sus partes.

M. GARRAN.

EL FOTÓMETRO DE LA ADMINISTRACION FRANCESA.

Conocido es el principio fotométrico de que, cuando las imágenes de dos luces recibidas sobre una pantalla presentan igual grado de brillantez, las intensidades de las luces están en razón directa de los cuadrados de sus distancias á la pantalla. Tales el fundamento del fotómetro conocido con el nombre de Mr. Reynaud, el cual consiste en esencia en una cámara oscura, cuya pared anterior lleva una hendidura vertical, por donde penetran, cruzándose, los rayos emitidos por las dos luces que se trata de comparar, los cuales van á pintarse en la pared posterior, que es un vidrio esmerilado. Variando la distancia de una de las luces al fotómetro se consigue que la viveza de las dos imágenes luminosas sea la misma, y en este caso la relación de los cuadrados de las distancias de las luces al fotómetro será la relación de sus intensidades.

La cuestión difícil es la apreciación exacta del momento en que la brillantez de las dos imágenes es la misma.

Para facilitarla, se hace movable la pared anterior, de manera que su distancia á la posterior pueda variar á voluntad. De aquí resulta que las dos imágenes brillantes pueden acercarse ó alejarse, y su mejor posición es aquella en que solamente están separadas por una delgada línea de sombra. La observación se hace en este caso bastante bien, sobre todo con un poco de práctica.

Pero el contraste de las estrechas imágenes lumi-

nosas con la oscuridad completa que las separa y que en todos sentidos las rodea, ofusca algún tanto la vista.

Fácilmente se ocurre que el remedio de este inconveniente consiste en ensanchar la hendidura por donde penetran los rayos luminosos, y esta es la modificación que presenta el fotómetro actualmente usado por la Administración francesa. De esta manera las imágenes luminosas, producidas por las luces, tienen mayor dimensión horizontal y, según la distancia de las paredes anterior y posterior, pueden superponerse en parte, dando lugar á una parte central más brillante, como representa la figura 1.^a, ó pueden dejar una zona completamente oscura, como representa la figura número 2, ó bien, por último, pueden coincidir exteriormente, como representa la figura número 3. En esta última posición, que es la que debe procurarse, es fácil apreciar la igualdad ó desigualdad en las intensidades de las imágenes, pues cuando las intensidades son iguales, desaparece por completo toda línea divisoria entre ambas. Además, como la extensión que ocupan las imágenes es mayor, la ofuscación es menor, ó tal vez no existe.

Los trabajos fotométricos, llevados á cabo con un instrumento así dispuesto, han dado resultados completamente satisfactorios.

FRANCISCO LIZARRAGA.

EL TUNEL DE SAN GOTARDO.

(Conclusion.)

Máquinas perforadoras.—Los trabajos del monte San Gotardo, han dado origen á nuevos sistemas de máquinas perforadoras, y á importantes perfeccionamientos en la construcción y empleo de ellas.

La primera perforadora racional destinada á taladrar rocas, movida por aire comprimido, fué construida en 1855 por el Ingeniero inglés Th. Bartlett, representante de Mr. Brassey, contratista del camino de hierro denominado Víctor-Emmanuel. Esta notable máquina fué ensayada en Marzo de 1857 en Coscia, en presencia de la Comisión nombrada para el estudio del túnel del Mont-Cenis. Al Ingeniero Sommeiller, que asistía á estas experiencias, se le ocurrió, en vista de ellas, otra máquina nueva, de la que obtuvo privilegio de inven-

Fig. 1.

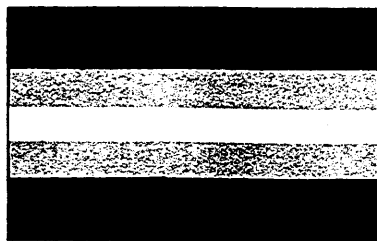


Fig. 2.

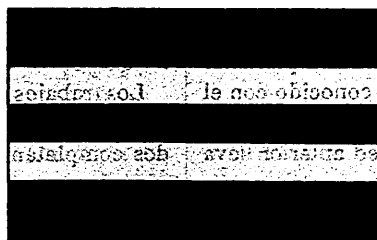
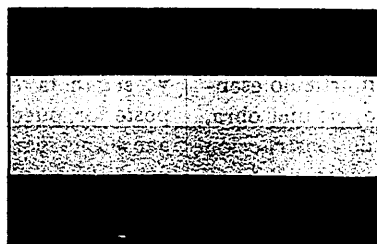


Fig. 3.



ción, y que ha sido empleada, con exclusion de toda otra, en la perforación del Mont-Cenis.

Cuando se hizo el Tratado Internacional para la construcción del camino de hierro de San Gotardo, el Gobierno italiano puso como condición de su subvención que el Gobierno suizo ó la Compañía constructora le comprara todo el material antiguo que sirvió en el Mont-Cenis, cuya condición le fué impuesta á M. Favre al firmar su contrato, viéndose, por tanto, obligado á comprar unas 100 perforadoras del sistema Sommeiller. Este sistema no se usa hoy día, porque se han inventado otros más perfectos, existiendo ahora más de veinte variedades que tienen cierta analogía en algunas piezas esenciales, componiéndose generalmente:

1.º De un *cilindro principal*, para la percusión.

2.º De un *émbolo percutor*, cuyo eje se prolonga y sirve de porta útil, pues á su extremidad se fija el cincel ú otra herramienta destinada á perforar la roca.

3.º De una corredera ó grifo de distribución, cuyo movimiento de vaiven introduce el aire comprimido alternativamente en la parte superior ó en la inferior del cilindro.

4.º De órganos destinados, sea á girar el émbolo, su eje porta-útil y la herramienta, sea á hacer avanzar el cilindro y las expresadas piezas anexas hacia adelante, á medida que la perforación avanza.

5.º De un *soporte, bastidor* ó cuadro rígido, formado ordinariamente de dos barras ó largueros, á lo largo de los cuales el cilindro y sus anexos pueden deslizar para acercarse á la roca, á medida que avanza la perforación. Dicho cuadro, destinado á colocarse en un afuste, debe poder inclinarse en diferentes sentidos, según la dirección en que se quiera perforar.

La herramienta debe tener un movimiento rápido y poderoso de vaiven, y otro de rotación alrededor de su eje para no atorarse durante el trabajo y poder hacer un orificio recto y regular, de cuyos movimientos deben también participar el émbolo y el eje porta-útil. Además, el cilindro y sus principales anexos deben avanzar, sea automáticamente, sea á mano, hacia el frente donde se trabaja, á medida que el trabajo adelanta.

La mano del minador que trabaja con una barra realiza de una manera admirablemente sencilla estos tres movimientos indispensables, pero la fuerza muscular de un hombre es insuficiente cuando la perforación deba ser rápida, y es preci-

so entonces recurrir á máquinas y al aire comprimido, en el caso sobre todo que el trabajo se ejecute en las profundidades de un túnel.

Además de la realización de los tres movimientos ya citados, existen otros elementos de comparación que guían al contratista en la elección de una perforadora, tales como el gasto de aire comprimido para producir un efecto dado, la buena ejecución del aparato y elección de los metales empleados en su construcción, su importe de adquisición, gastos de entretenimiento, su manejo más ó menos fácil por los obreros, el peso del aparato, sus dimensiones en longitud y anchura, y en fin, la profundidad de los barrenos que con ellos puedan abrirse en una operación, sin cambiar de herramienta.

La Empresa del San Gotardo ha ensayado, tanto en Ginebra como en las inmediaciones del túnel, muchos modelos de perforadoras, en consecuencia de los cuales se ha limitado á emplear tres ó cuatro modelos, que cada uno tiene sus ventajas especiales. La variedad de estos sistemas no perjudica en modo alguno á la rapidez del trabajo, porque la Empresa exige de sus constructores que cada perforadora pueda adaptarse inmediatamente al afuste, en el cual pueden á la vez establecerse varias de diferente sistema para trabajar á la vez. Exige además que su empleo en obra sea fácil y sencillo, de modo que cualquier minero pueda maniobrarlas después de un aprendizaje muy corto.

El Sr Favre ha mantenido de este modo el campo abierto para adoptar los perfeccionamientos útiles, evitando á la par las dificultades que pudieran provenir de la variedad de aparatos. La experiencia ha demostrado que este modo de obrar es preferible al que prevaleció en los trabajos del Mont-Cenis.

En cuanto se firmó el contrato, aquel empresario se decidió á comprar en Bélgica dos máquinas de vapor compresoras, que las estableció con carácter provisional, en las extremidades Sud y Norte del túnel. Al mismo tiempo negoció con los fabricantes Dubois y François la adquisición de algunas, aunque pocas, máquinas perforadoras de su sistema. Dichas máquinas tienen muchos puntos de semejanza con las del Mont-Cenis, pero difieren de ellas en muchos órganos esenciales.

La máquina inventada por Sommeiller está compuesta, á imitación de la de Bartlett, de dos aparatos distintos: un pequeño motor de aire compri-

mido con volante de rotacion continua, y una perforadora propiamente dicha. Con el auxilio de dicho motor se hacia mover la válvula corredera de distribucion y obtenia la rotacion del émbolo percutor y el avance del cilindro hacia la roca.

El aparato de los Sres. Dubois y François es más sencillo que el de Sommeiller, y gasta menos aire comprimido á igualdad de efecto. Dichos constructores han suprimido el pequeño motor de aire comprimido, y modificado el movimiento de la corredera, obteniendo la rotacion del émbolo percutor por la accion alternativa del aire comprimido sobre una palanca que produce la rotacion de un engranaje unido al porta-útil.

El avance del cilindro percutor hacia el frente donde se trabaja, se hace á mano por la rotacion de un tornillo paralelo al cilindro.

Poco tiempo despues de haberse puesto en accion estas perforadoras, el éxito obtenido en Inglaterra por una máquina americana inventada por Mr. Mac-Kean, indujo á Favre á hacer ensayos con este aparato, menos voluminoso y más poderoso que el precedente. En esta máquina, el movimiento de vaiven del émbolo percutor basta para producir la rotacion alternativa de una corredera de forma cilindrica, y la rotacion continua de este émbolo alrededor de su eje con la herramienta á él unida. El avance del cilindro percutor se obtiene automáticamente por un tornillo paralelo al cilindro, y por la rotacion de este tornillo, mediante un engranaje que obedece al movimiento de vaiven del émbolo percutor.

La rapidez en la perforacion de la máquina Mac-Kean en las rocas graníticas, sobrepuja á las de otros sistemas ensayados: el número de golpes de la herramienta por minuto es casi doble, pero las primeras que se mandaron á San Gotardo, exigian soportes especiales, y se adaptaban mal á los afustes adoptados por la Empresa. Pero á consecuencia de las variaciones exigidas por Mr. Favre, desaparecieron aquellas dificultades y se dió orden á dicho constructor para que enviara gran número de sus máquinas á los trabajos que se ejecutaban del lado de Airola.

Del lado de Göschenen, el Sr. Ferroux, que habia dirigido uno de los talleres en Modane cuando la construccion del túnel del Mont-Cenis, imaginó una perforadora de construccion en parte nueva, en la cual emplea un pequeño motor especial, lo mismo que Sommeiller, pero por combinaciones

diferentes, para mover la corredera y obtener la rotacion de la herramienta.

El avance del cilindro percutor se obtiene por un segundo cilindro, colocado detras en prolongacion del primero, y conteniendo un segundo émbolo destinado á hacer avanzar hacia la roca, por accion del aire comprimido, el aparato percutor, cuyo avance está limitado convenientemente por medio de un mecanismo.

En resumen, este sistema da buenos resultados, especialmente para el avance automático, pero exige mayor longitud y aumento de peso. El gasto de aire comprimido es tambien mayor, en virtud del que se necesita para impulsar el pequeño motor secundario.

El Sr. Turrettini, de Ginebra, director de los talleres de la *Société Genevoise*, ha construido, á principio de 1875, perforadoras cuyo juego realiza un progreso notable en el arte de perforacion mecánica.

Esta máquina, menos voluminosa que las precedentes, las iguala en rapidez de accion, presentándose bajo una forma muy sencilla, pues la mayor parte de los órganos exteriores han desaparecido en ella. El piston percutor se compone de dos partes, determinándose el retroceso del porta-útil por el choque mismo de la herramienta, con lo cual evita el autor un incidente muy frecuente en los otros aparatos, en los que el juego de la corredera precede algunas veces al golpe de la herramienta, aminorando su energía.

Uno de los perfeccionamientos principales de esta perforadora es el empleo de la reaccion del aire contra los fondos del cilindro, para producir, con una gran regularidad, el movimiento progresivo automático, sin aumentar el peso ó las dimensiones del aparato.

Las máquinas del sistema Turrettini han trabajado en el túnel durante algunos meses, sobre los afustes de la Empresa, en competencia con los tres sistemas precedentes, y los buenos resultados obtenidos han decidido al contratista á encargar al inventor la construccion de 50 aparatos semejantes.

El avance regular automático tiene grande importancia en los trabajos subterráneos, y principalmente en aquellos que un mismo afuste está destinado á llevar muchas perforadoras. Se evita con ello el gasto é inconvenientes que resultarian de la presencia de obreros dedicados especialmente á regular á mano el avance progresivo del cilindro percutor.

Locomotoras de aire comprimido.—Para transportar los productos de la perforación, materiales, herramientas, etc., se emplean en cada lado del túnel dos locomotoras que funcionan con aire comprimido; una de ellas, ya antigua, es de 12 caballos de fuerza, tiene la forma ordinaria y lleva un depósito de aire que le acompaña como un tender. Dicho depósito es de forma cilíndrica y de una capacidad de 16 metros cúbicos, alimentándose cuando se quiera de la cañería que conduce el aire comprimido al interior del túnel.

Se ha empleado recientemente otra locomotora construida en Creusot, la cual no tiene tender, pero lleva consigo un depósito de aire de 7 metros cúbicos, que puede resistir á una presión de 14 atmósferas. La distribución de aire comprimido se regula por un aparato automático, inventado por Mr. Ribourt, que marcha perfectamente.

Para alimentar de aire comprimido á estas últimas locomotoras, la *Société Genevoise* ha construido ocho compresores especiales, sistema Colladon, que suministran el aire á la presión de 14 atmósferas.

Resumen. Tales son, abreviadamente descritos, los importantes trabajos ejecutados en el monte San Gotardo en los tres años últimos. El hábil empresario ha encontrado numerosas dificultades provenientes ya del clima, ya de la localidad. Del lado de Airola estas dificultades han excedido con mucho á las que hubo que vencer en el Mont Cenis, sea para la canalización de los torrentes, sea por las enormes filtraciones encontradas, calificables perfectamente de cataratas, pues el volumen de ellas se ha elevado á 250 litros por segundo. Este volumen de agua, teniendo que marchar por la galería de dirección que sólo tiene 6 metros cuadrados de sección y una inclinación de $\frac{1}{1000}$ la ha convertido á veces en un verdadero canal en donde había que trabajar casi con agua á la rodilla.

A pesar de todos estos obstáculos, los progresos realizados han excedido las esperanzas, y hacen prever que en 1880, ó á lo más en 1881, estará completamente terminada tan gigantesca obra.

(*L'Année Scientifique.*)

PARTE OFICIAL.

Abril 21 (Gaceta del 24).—Real decreto autorizando á D. Pedro Antonio Contreras para construir un canal derivado del río Duero, con objeto de

fertilizar una superficie de 8.000 hectáreas en la provincia de Valladolid y abastecer de aguas potables á la capital de la misma.

Idem 15 (Gaceta del 24).—Real orden confirmando la autorización concedida á D. José Puig y Llagostera para aprovechar las aguas del río Llobregat como fuerza motriz de una fábrica de hilados y tejidos en el término de Esparraguera.

Idem 20 (Gaceta del 24).—Real orden otorgando á D. José Muñoz y Gaviria, Vizconde de San Javier, la concesión y construcción del ferrocarril de Villalba á las canteras del Berrocal, en la parte que afecta al dominio público.

Idem 8 (Gaceta del 26).—Real decreto-sentencia absolviendo á la Administración de la demanda presentada en representación de la Sociedad anónima *Union Castellana* sobre subsistencia ó revocación de la Real orden relativa á la caducidad de concesión para abrir un canal de riego que fertilizase algunos terrenos y surtiera de aguas potables á Valladolid.

Idem 22 (Gaceta del 30).—Real orden autorizando á D. Federico Fallola para ocupar con el tranvía de Madrid al Real Sitio del Pardo la parte que afecta al dominio público, la carretera de esta capital á dicho Sitio.

OBRAS PÚBLICAS.

ULTRAMAR.

MES DE ABRIL DE 1876.

ISLA DE CUBA.

Se ha aprobado, con algunas modificaciones, las reformas llevadas á cabo en el ramo de Obras públicas por el Gobernador general de aquella isla en su decreto de 10 de Marzo último.

ISLA DE PUERTO-RICO.

Se ha concedido el aumento de tres plazas de sobrestantes de Obras públicas, además de las cuatro ya existentes en la plantilla del personal subalterno de Obras públicas de aquella isla.

Se ha aprobado el presupuesto de 14.300 pesetas para el estudio del puerto de Mayagüez de aquella provincia.

Se ha dispuesto se haga por administración los acopios para los trozos 4.º y 5.º de la carretera de primer orden de la capital á la playa de Ponce de aquella isla.

ISLAS DE FILIPINAS.

Se ha concedido licencia para regresar á la península, por causa de enfermedad, al Ingeniero Jefe de 2.ª clase de Caminos, D. Genaro Palacios.

Se ha autorizado al Gobernador general de aquellas islas para que disponga la ejecución por administración de las obras de reconstrucción de varios puentes en el camino de Albay á Tigbi, si en las subastas públicas y conciertos particulares no se