

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 15 DE JUNIO DE 1892.

4.ª Serie.

Tomo 10.

Número 11.

AÑO XL DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

El túnel de la Argentera. Tratado de construcción de túneles.—Taquimetría. Círculo logarítmico, por D. E. Boix.—Memoria que manifiesta el estado y progreso de las obras de mejora de la ría de Bilbao durante el año económico de 1890 á 1891.—Lámina 128: *Plano de la desembocadura de la ría de Bilbao.*

SUMARIO DEL BOLETIN.—Neurología del Excmo. é Ilmo. Sr. D. Juan Moreno Rocafull.—Congreso internacional de navegación interior.—Bibliografía.—Parte oficial.—Subastas.—Movimiento del personal de Obras públicas.

EL TÚNEL DE LA ARGENTERA

TRATADO DE CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES (1)

(Continuación.)

CAPITULO XII.—PERFORADORAS.

En este capítulo, dividido en seis artículos, se trata con gran detenimiento de todo lo referente á perforadoras, y dada la importancia y actualidad de este asunto, creemos que sea de interés y utilidad insertar el art. 5.º y parte del 6.º, que suministra gran copia de datos muy útiles al tratar de elegir estos aparatos.

CAPÍTULO XII

PERFORADORAS

ARTÍCULO V.—Estudio comparativo de las perforadoras.

1. *Introducción.*—La falta de datos relativos á cada una de las perforadoras de percusión que hemos descrito, no nos permite compararlas entre sí individualmente, pues si hubiéramos de atenernos á los que los mismos constructores suelen suministrar, todas resultarían inmejorables. Prescindiremos, pues, de este estudio, y en cambio haremos el de los distintos grupos en que hemos dividido el artículo en que de ellas nos ocupábamos; y únicamente como ejemplo discutiremos las condiciones de trabajo de las perforadoras Ferroux, Dubois y François y Mac-Kean y Seguin, empleadas en el túnel del San Gotardo. Este estudio y los cuadros que al final del ar-

(1) Véase la REVISTA de 30 de Mayo de este año, pág. 145.

título insertaremos acerca del resultado de los trabajos con distintas máquinas en uno mismo ó en distintos túneles, bastarán para hacer una elección satisfactoria de la perforadora que en cada caso concreto deba emplearse. En el artículo siguiente completaremos este estudio con uno detallado acerca del trabajo de estas máquinas y de sus resultados económicos.

Las consideraciones generales que haremos de las perforadoras se referirán á la comparación de los distintos mecanismos que las forman, desde el punto de vista de su construcción y su trabajo. Desde luego podemos establecer las reglas siguientes:

1.^a La máquina debe constar del menor número posible de piezas, y éstas construidas y dispuestas de tal modo que no estén sujetas á desgastes ni rupturas.

2.^a Aunque en relación con su potencia, el peso y volumen de una máquina debe procurarse que sean un mínimo para la facilidad de su manejo por los operarios. También deberá huírse de mecanismos complicados á fin de poder encargar su dirección y vigilancia á cualquier obrero un poco ilustrado.

3.^a El sistema de fijación de la máquina en su soporte ha de ser tal, que permita la colocación de los hornillos para los barrenos en todas direcciones dentro de las exigencias, naturalmente, que puede imponer una superficie de trabajo de seis á ocho metros cuadrados á lo sumo. Teniendo esto en cuenta y tratándose de una perforación mecánica económica, tal como la definiremos en el artículo siguiente, serían preferibles los ajustes en forma de columna aislada como los tiene la Frölich y la Humboldt mismo. El soporte de la perforadora Ingersoll para una sola máquina, es también recomendable para esta clase de trabajos.

4.^a El peso del émbolo percusor ha de ser un máximo dentro de los límites, por supuesto, que el peso total de la máquina permita.

Respecto á la construcción de las distintas piezas de la máquina, diremos que deben ser bastante robustas y hacerse con mucho esmero, procurando además que se las pueda mudar fácilmente. El material empleado en ellas ha de ser inmejorable, puesto que, bien sea á causa de la celeridad de los órganos puestos en movimiento, ya por los rozamientos que sufren, están de continuo sometidos á poderosas causas de desgaste y ruptura. Además, puesto que, según hemos dicho, importa conseguir una ligereza relativa en el peso, es preciso que la resistencia de los metales empleados sea bastante grande para no tener que exagerar las dimensiones de las piezas. De las experiencias hechas con este fin parece deducirse que la fundición ha de excluirse por completo ó poco menos; el empleo del hierro ha de limitarse á las partes fijas; se ejecutarán de acero todas las sometidas á velocidades muy grandes ó repetidos choques, y finalmente, las expues-

tas á vibraciones y rozamientos, como los cilindros y correderas, se construirán de bronce.

II. *Comparación de los mecanismos por grupos.*—Examinemos ahora separadamente las propiedades características de los distintos grupos de perforadoras, ateniéndonos á lo expuesto en la descripción completa que de las mismas hemos dado, para deducir sumariamente las ventajas que á cada una correspondan. Este estudio lo haremos para cada uno de los distintos movimientos de la máquina.

En primer lugar diremos que son preferibles aquellos aparatos en que tres por lo menos de los cuatro movimientos que requiere, sean automáticos. De todas las que hemos descrito sólo hay cinco completamente automáticas: la Sommeiller, Ferroux (modelos 1.º y 2.º), Mac-Kean y Seguin, Turrettini y Colladon y la de Blanchod: en todas las demás el movimiento de retroceso se efectúa á mano, generalmente, por medio de tornillos, y el mismo Ferroux, en su modelo número 3, aplicado durante tres años con muy buen éxito en el túnel de Arlberg y posteriormente en el de Argentera más de un año, con brillantes resultados también, suprimió el mecanismo que en sus modelos anteriores servía para efectuar automáticamente el retroceso. Y como en realidad, la introducción de un nuevo mecanismo complica siempre el aparato y aumenta notablemente su peso, y por otra parte su utilidad es insignificante y muchas veces nula, es de aconsejar la elección de aquellos modelos en que se efectúa á mano.

Muchos inventores, y entre los citados por nosotros están Darlington, Dubois-François, Burleigh, Schramm y Mahler, Broszmann-Kachelmann y Humboldt (último modelo), han suprimido también el mecanismo automático de avance, efectuando á mano este movimiento por medio de una tuerca y un tornillo. Pero si bien esta supresión simplifica el aparato, constituye también un defecto, sobre todo cuando se han de emplear varias perforadoras trabajando á un mismo tiempo en el mismo frente de ataque, porque requieren un cuidado continuo y solícito por parte del operario encargado de su dirección, con el que no es posible contar. El menor descuido podría ocasionar la ruptura del fondo del cilindro, y aun cuando el descuido no exista, el obrero no tiene seguridad de que se conserve homogénea la naturaleza de la roca y le será sumamente difícil graduar el avance convenientemente en todos los instantes.

Estudiemos ahora el movimiento de percusión: éste será tanto más eficaz en una máquina dada, cuanto mayor sea la superficie libre de la cara posterior del émbolo; por lo tanto, desde este punto de vista serían preferibles las Ferroux, Dubois-François, Mac-Kean y Seguin y la Blanchod, puesto que teniendo libre completamente la cara posterior del émbolo, tendrán para una presión dada mayor fuerza de percusión.

En cuanto al movimiento retrógrado del émbolo se efectúa en todas por la acción del aire comprimido sobre la sección anular libre entre el mismo y el vástago portaherramienta. De este modo la carrera es más lenta y el consumo de fluido motor más pequeño; puesto que sólo se trata de lograr el retroceso de este órgano, debe gastarse el menor volumen posible de aire.

En la mayor parte de las perforadoras esta superficie anular es el 50 ó 60 por 100 de la motriz. Además conviene que en el cilindro motor no existan espacios nocivos, que implican necesariamente pérdida de trabajo, y también que los choques no se comuniquen á las demás partes de la máquina.

Fijándonos en la distribución, dividimos las perforadoras movidas por aire comprimido en tres grupos, el primero de los cuales lo forman aquellas en que el mismo émbolo percusor ejerce dicha función. Es indudable que esta es la distribución más sencilla; pero el modelo Darlington, único que la realiza, es demasiado pequeño para ser empleado con rapidez en trabajos de alguna importancia. Por otra parte, el sistema exige mayor gasto de aire comprimido por embolada útil, pues éste obra de un modo continuo sobre la cara anterior del émbolo. A este inconveniente de la contrapresión, que habrá de vencer el fluido motor en su movimiento de avance, agrégase el de que ha de trabajar por expansión al final de este avance, y que si los agujeros de los barrenos son ascendentes, deberá vencer además el peso de dicho órgano. Por todas estas razones el trabajo no resultará económico, no obstante la mayor sencillez y buena construcción del aparato.

Entre las que incluimos en el segundo grupo vienen en primer lugar, teóricamente por lo menos, aquellas cuya corredera es movida por un motor especial, independiente por completo del émbolo percusor (clase a), como en la Sommeiller y la Ferroux (primer modelo). Este sería el desideratum si los aparatos que lo realizan no fuesen tan complicados y dispendiosos de fluido motor, y si pudiera evitarse, lo cual es muy difícil y complicaría aún más el mecanismo, que á las paradas del émbolo portaútil, por cualquier accidente de la perforación, correspondiesen las de la corredera de distribución, que por lo mismo que es enteramente independiente del émbolo, continúa su marcha, y con ella el consumo de aire comprimido sin producir trabajo, mientras dure la detención de aquel órgano. Estos aparatos ya no se usan en ninguna parte.

Los de la clase b (corredera dependiente del émbolo) los dividimos en tres sistemas ya definidos. Los mejores son los del segundo sistema, entre los cuales se encuentran los tipos Eclipse, Frölich, Furrettini-Colladon, Broszmann-Kachelmann, Schramm-Mahler, Humboldt y Blanchod, pues

en todos ellos la distribución se efectúa por medio de corredera suelta, sin intervención de válvulas, como en el modelo Dubois y François, ni choque director del émbolo percusor, y por consiguiente el número de piezas se halla reducido al mínimo y con ellas las reparaciones, por no existir tampoco choques que las rompan ó desgasten.

La distribución del perforador Dubois y François es bastante buena á pesar de su dependencia del émbolo motor, por no ser ésta directa sino por el intermedio de una válvula de resorte. Su defecto es el gran número de piezas que la constituyen, lo que aumenta extraordinariamente el número de las reparaciones y la hace inferior á la Ferroux (primer modelo), á pesar de lo que de ella hemos dicho, como pronto veremos.

La peor distribución desde el punto de vista de su estabilidad, en los aparatos del grupo que consideramos, es la de los del tercer sistema, en el cual hemos comprendido las perforadoras Ingersoll, Burleigh, Sachs y Mac-Kean y Seguin. En todas ellas se efectúa por choque de dos piezas, si bien una de ellas es intermedia entre la corredera y el émbolo; de modo que aquélla no recibe el golpe directamente y esto favorece su conservación, facilitando al mismo tiempo las reparaciones de este mecanismo, pues solo habrá que sustituir la palanca ó pieza móvil que recibe el choque y no la corredera. En cambio, la pérdida de fuerza es igual. De las máquinas mencionadas es indudable que la mejor es la Mac-Kean, pues la pieza que imprime á la corredera su movimiento, no sólo amortigua el choque, sino que casi no la deja sentir sus efectos.

De todos modos, esta distribución es mejor que la de los modelos 2.º y 3.º de Ferroux, en los que el émbolo choca directamente contra la pieza que efectúa la distribución. A pesar de este gravísimo defecto, que tanto se echa en cara al perforador citado, es lo cierto, como ya hemos dicho, que es el que ha dado siempre mejores resultados, y lo prueban, no sólo los estados que insertamos relativos al San Gotardo, sino los resultados que se obtuvieron luego en el Arlberg y los que tuvimos nosotros ocasión de comprobar después en Argentera. Ya sea porque las demás ventajas de la máquina sobre sus congéneres son de tal naturaleza que compensan con exceso el defecto de su distribución, bien porque en trabajo tan brutal como el de la perforación de un subterráneo, mientras no se mejoren las condiciones de trabajo de las máquinas y no se supriman defectos graves en la instalación general, resulte inútil ventaja tan racional como la que entraña la distribución «Eclipse», porque sus beneficios son harto delicados y tan espirituales, si puede expresarse así, que pasan inadvertidos en faena tan ruda como material; bien sea por esta ó por aquella razón, repetimos, lo que puede asegurarse es que hasta hoy solo éxitos muy brillantes ha tenido la perforadora Ferroux.

«De todos estos tipos, dice Fadda en su obra ya citada, nosotros solo describiremos el de Ferroux, porque es el más empleado con más éxito en Italia; últimamente también la Inspección general de ferrocarriles, al extender las condiciones de concesión del gran túnel del collado de Tenda, en su artículo 18, lo considera señaladamente como uno de los mejores.

En las condiciones especiales para la próxima concesión del ramal Fosso-Canechi-Ronta de la línea Faenza-Firence, mientras la Administración se reserva la facultad de prescindir ó no la aplicación de la perforación mecánica para la apertura del túnel de Monzagnano Avacchino de 2 047 metros de longitud, ha establecido *á priori* que las perforadoras deben ser de percusión movidas por aire comprimido, *del sistema Ferroux ó de otro cualquiera que la experiencia haya demostrado ser mejor, etc., etc.*»

Esto prueba lo que antes decíamos. Hoy, un modelo nuevo de la Ferroux, la máquina Blanchod, presenta la modificación única de que era susceptible: la de su distribución. Veremos qué resultados se obtienen, aunque desde luego pueden asegurársele inmejorables.

Nos falta estudiar los mecanismos de rotación y de avance. Con respecto al primero debe decirse lo mismo que queda dicho del de distribución, esto es, que ha de ser independiente del de percusión, y por consiguiente del émbolo motor, para que se produzca siempre en la misma cantidad, sea cual fuere, la carrera de aquél. Desde este punto de vista, y teniendo presente lo que antes hemos dicho acerca de la automaticidad de los movimientos de estas máquinas, es evidente que la Sommeiller, el primer modelo de Ferroux y también la Dubois y François, son superiores á todas las demás que hemos descrito; y la peor de todas la Humboldt, primer modelo, no por la dependencia de dicho movimiento del del émbolo, pues no existe, sino por la circunstancia de efectuarse aquél á mano, conforme hemos visto en el artículo anterior.

Volviendo á las perforadoras primeramente citadas, y haciendo caso omiso de las dos primeras, que han sido por completo abandonadas, resulta que la realización de tal sistema en la práctica conduce á una construcción de lo más complicada, por lo que en todas las demás que se usen en la actualidad se obtiene el mismo movimiento, valiéndose del del émbolo percusor.

El medio más generalizado de obtenerlo es una modificación, adoptada por Ferroux en sus modelos números 2 y 3, del de que se valió por primera vez el americano Burleigh: la rueda de trinquete y la ranura helizoidal abierta en el vástago del émbolo, y así se encuentra en la perforadora Broszmann-Kachelmann; este mecanismo se ha modificado después nuevamente, unas veces sustituyendo el fiador por resortes metálicos ó de aire comprimido, y las ruedas por discos dentados en sus caras planas en con-

tacto (modelos Mac-Kean y Frölich), ó bien fijando en la parte posterior del émbolo una tuerca que lleva los apéndices que tenía la rueda de trinquete en el mecanismo primitivo, y en la cual entra una espiga con ranuras helicoidales en la que va montada la verdadera rueda de trinquete (modelos Ingersoll, Darlington, Schramm y Mahler y Frölich). Esta disposición no ofrece ventajas con respecto á la primitiva, y en cambio tiene los inconvenientes siguientes: 1.º, un aumento del número de piezas y de las dificultades de su ajuste y conservación; 2.º, disminuir la superficie motriz del émbolo con notable perjuicio del trabajo realizado y complicar al mismo tiempo la construcción de este importante órgano.

Lo mismo puede decirse de las perforadoras Turrettini, Colladon y Burleigh, cuyos émbolos percusores llevan un contravástago que hace las mismas veces, en cuanto á la rotación se refiere, que el vástago en la disposición modificada del mecanismo de que tratamos. Ni es tampoco muy recomendable, aun cuando el defecto no es tan grave, la perforadora Mac-Kean, porque el mayor número de piezas del mecanismo de rotación lo complica sin necesidad alguna. Esta máquina lleva además, como la Broszmann, otro mecanismo análogo á aquél y destinado á guiar, ó mejor dicho, impedir que el émbolo gire al avanzar.

Otra modificación más reciente es la propuesta por la casa Humboldt é imitada por Blanchod; pero ya hemos dicho en el artículo 2.º los inconvenientes de tal sistema, por lo menos en las perforadoras del primero, sin que podamos asegurar nada respecto á las segundas por falta de datos.

De todo lo dicho anteriormente resulta que, incluyendo la perforadora Sachs, de cuyo organismo de rotación nada hemos dicho por ser complicado y malo sin remediar los defectos que se atribuyen á la de Burleigh, resulta, repetimos, que las perforadoras Ferroux y Broszmann son las más recomendables por la sencillez y buenos resultados de sus mecanismos rotativos. Dos defectos se les atribuyen, no á ellas en especial, sino á todas las que emplean este sistema, el de engendrar un rozamiento perjudicial al efecto útil de la máquina y el de producir una rotación muy pequeña cuando comienza la perforación; pero ya hemos dicho que bien vistos, ni tiene importancia el primero, ni el segundo existe en la medida que se supone, puesto que los dientes de la rueda están calculados para que se produzca siempre la rotación.

Para terminar el estudio comparativo que nos ocupa hagamos el del avance del cilindro motor en su bastidor correspondiente. Hemos visto que este movimiento puede efectuarse á mano ó automáticamente, y en lugar oportuno consignamos que debe preferirse el segundo; pero ahora añadiremos que éste solo ha de verificarse después que el agujero alcance cierta profundidad, en general igual á la carrera del émbolo, para que éste no

choque con el fondo del cilindro, y no después de cada golpe, porque el efecto de éstos muy bien puede no ser el mismo, como sucederá siempre que cambie la naturaleza de la roca.

Todas las máquinas descritas con movimiento de avance automático lo tienen del primer modo indicado, y entre ellas las Ferroux, Blanchod, Eclipse, Ingersoll, Mac-Kean y Seguin y Turrettini-Colladon, lo logran con relativa sencillez, si bien creemos que deberán preferirse las dos primeras y la penúltima.

(Se continuará.)

TAQUIMETRÍA

CÍRCULO LOGARÍTMICO

El procedimiento empleado en Taquimetría para levantar un plano topográfico se funda, como es sabido, en la determinación de las coordenadas polares de los puntos del terreno, con respecto á los de estación desde los cuales se han observado. Por medio de una serie de operaciones aritméticas, se transforman estas coordenadas en otras rectangulares referidas á un mismo sistema de ejes para la totalidad de los puntos, dando lugar á la formación de un plano acotado, en el que se trazan curvas de nivel equidistantes entre sí, las cuales acentúan con gran claridad el relieve del terreno y facilitan considerablemente el estudio de cualquier construcción que en él convenga establecer.

Este procedimiento puede considerarse tan antiguo como la existencia de los teodolitos y demás instrumentos análogos: en efecto, con uno de éstos pueden obtenerse los datos necesarios para aplicar el sistema, según ha hecho el autor de estos apuntes, valiéndose de un teodolito inglés de semicírculo vertical; y también otros Ingenieros, entre los cuales podemos citar M. Laterrade, del Cuerpo de Puentes y Calzadas, quien describe, en una Memoria publicada en los *Anales* de 1855, el instrumento empleado, consistente en una brújula eclímetro con anteojo y arco de círculo vertical; al mismo tiempo da cuenta de los brillantes resultados obtenidos al aplicar el sistema al estudio de varias líneas férreas, y enaltece con justicia el método empleado, que detalla con bastantes pormenores.

La única modificación que en rigor debe introducirse en dichos instrumentos para poderlos aplicar al citado método, se reduce á disponer en el retículo del anteojo dos hilos paralelos al horizontal del centro y equidistantes del mismo, á fin de formar un ángulo diastimométrico que permita