

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 15 DE AGOSTO DE 1892

4.ª Serie.

Tomo 10.

Número 15.

AÑO XL DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

El túnel de la Argentera. Tratado de construcción de túneles.—Ferrocarriles. Los viajeros de 1.ª y de 3.ª clase.—Purificación de las aguas de ríos empleadas en el abastecimiento de poblaciones.—Lámina 130: *Obras de la ría de Bilbao. Aparatos para suspender los bloques.*

SUMARIO DEL BOLETIN.—Los tranvías eléctricos.—Noticias.—Bibliografía.—Parte oficial.—Movimiento del personal de Obras públicas.

EL TÚNEL DE LA ARGENTERA TRATADO DE CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES (1)

(Continuación.)

V. *Resultados económicos de la perforación mecánica.*—Resumiendo las ideas emitidas en los diferentes artículos de este capítulo acerca de los resultados económicos de la perforación mecánica, diremos que el efecto principal de ésta es el de reducir á un mínimo el plazo para la construcción completa de los túneles y adelantar, por consiguiente, la época de la apertura de la línea férrea á quo pertenece al servicio público. Desde luego esta ventaja influye, si bien indirectamente, en el coste total de la línea; pero los resultados inmediatos son distintos, puesto que los crecidos gastos de instalación, agregados al mayor consumo de explosivo, aumentan considerablemente el precio del metro lineal de galería, y por lo tanto, el de la obra en conjunto.

Dentro de poco estudiaremos detenidamente con el epigrafe A) *Coste de la perforación mecánica*, todo lo referente á la primera parte de esta cuestión, determinando en un caso especial el coste de la perforación mecánica en todas sus partes, tanto en el sistema de percusión como en el rotativo. Ahora solo añadiremos á lo dicho, que aunque la velocidad de avance y el coste son los puntos de vista esenciales que deben tenerse en cuenta, no son los únicos que hay que considerar en una perforación mecánica, y para que se aprecie mejor esto, insertamos á continuación dos cuadros tomados de la obra de M. Haton, *Cours des Mines*.

(1) Véase la REVISTA del 30 de Julio de este año, pág. 209.

INDICACIONES	UNIDADES	TÉRMINOS MEDIOS					
		GALERIAS		TUNELES		POZOS	
		OBRERO	PERFORA- DORA	OBRERO	PERFORA- DORA.	OBRERO	PERFORA- DORA.
Número de ejemplos para la deducción de los términos medios.		8	8	3	3	2	1
Proporción de roca dura.	m ² .	0,470	0,333	0,870	0,870	9,420	0,340
Sección de la obra.	francos	4,000	4,220	7,270	7,010	10,620	16,710
Precio medio del jornal del obrero.		3,370	2,800		3,750	3,710	3,550
Número de obreros del relevo.		3,330	4,000	11,000	26,000	6,000	4,660
Avanzamiento diario. { medio.	m.	0,392	1,228	0,595	2,558	0,189	0,212
{ máximo.	m.	0,527	1,561	0,780	4,500	0,208	0,230
Avanzamiento por metro de barreno abierto.	m.	0,078	0,046	0,044	0,028		0,026
Duración por metro de barreno abierto.	h. m.	3,34	1,29		1,47	5,25	0,45
		30,000	21,700	30,000	37,666		150,000
Número de barrenos. { por metro de avance.		1,840	3,224	0,800	5,130		6,200
{ por m ² de sección.	m.	0,470	1,187	0,750	1,075	0,440	0,550
Profundidad media de los barrenos.	m.	14,100	23,450	22,500	21,220		64,000
Longitud perforada. { por m. l.	m.	3,170	4,926	3,000	5,680		5,840
{ por m ²	kg.	4,750	10,170		31,130	9,600	
Peso del explosivo. { por m. l.	kg.	1,240	1,560		4,400	0,600	
{ por m ²	francos	73,400	103,940	301,000	511,200	397,640	414,210
Coste. { por m. l.	francos	23,400	24,340	38,200	68,350	24,320	24,790
{ por m ²							

INDICACIONES	UNIDADES	EJEMPLOS ESPECIALES					
		GALERIA D'ANZIN (foso Leonard).		GAL. VIEILLE MONTAGNE (foso Périet et Lehon).		TUNEL DEL SAN GOTARDO (lado de Gasschenen).	
		OBRERO	PERFORA- DORA	OBRERO	PERFORA- DORA.	OBRERO	PERFORA- DORA.
Proporción de roca dura.		0,000	0,600	1,000	1,000	1,000	1,000
Sección de la obra.	m².	3,500	3,500	5,000	5,000	7,500	6,750
Precio medio del jornal del obrero.	francos	2,320	3,000	2,270	3,070		3,750
Número de obreros del relevo.		2	2	4	5	6	18
Avanzamiento diario. { medio.	m.	0,506	0,615	0,176	0,331	0,530	3,770
{ máximo.	m.			0,225	0,650	0,900	6,100
Avanzamiento por metro de barreno abierto.	m.	0,069	0,069	0,068	0,049	0,044	0,035
Duración por metro de barreno abierto.	h. m.	1,47	1,23	7,30	1,14		2,18
Número de barrenos. { por metro de avance.		27,600	23,500	37,000	29,000	30,000	26,000
{ por m² de sección.		1,710	1,420	1,300	2,200	0,800	3,850
Profundidad media de los barrenos.	m.	0,523	0,613	0,400	0,700	0,750	1,100
Longitud perforada. { por m. l.	m.	14,400	14,400	14,800	20,250	22,500	28,600
{ por m².	m.	4,120	4,130	2,950	4,050	3,000	4,220
Peso del explosivo. { por m. l.	kg.	5,250	3,970	5,750	5,400		24,000
{ por m³.	kg.	1,500	1,140	1,250	1,080		3,560
Coste { por m. l.	francos	35,500	175,690	285,390	200,730		284,900
{ por m³.	francos	10,000	50,480	56,980	39,640		42,200

Las tres columnas dobles del primero encierran valores medios relativos á galerías de minas, pozos y túneles para ferrocarriles; estos tres casos de perforación mecánica no pueden confundirse. Cuando se prepara un anteproyecto de obra cualquiera es preferible atenerse á valores medios para formar los presupuestos, pues los que resultan de casos aislados suelen ser exagerados en más ó en menos por no convenir exactamente los dos problemas; pero para que pueda estudiarse la influencia que en estos valores medios alcanzan ciertas circunstancias debidas á distintas causas y no repartidas por igual en los ejemplos que han servido para formar aquéllas, se agrega el segundo estado, en el que aparecen los ejemplos mismos aisladamente.

La primera columna doble se refiere al caso de rocas excesivamente flojas, arenisca floja de granos gruesos; la segunda á rocas duras, grauwacké esquistoso, cuarzoso y muy compacto, y ambos á galerías de minas. La relación entre el coste con máquinas y el precio á mano, que en el primer caso es de 4,95, no pasa ahora de 0,80, es decir, que tratándose de rocas flojas es 6,2 veces más cara la perforación mecánica que la ordinaria.

En cuanto á la tercera columna doble de este cuadro es relativa al túnel del San Gotardo para poner de relieve la influencia de las grandes secciones.

A) *Coste de la perforadora mecánica.*—No solo de la naturaleza de la roca y de los procedimientos de trabajo seguidos en una perforación depende, como ya hemos dicho, el coste de ésta, sino que también influyen en él las circunstancias locales, el objeto á que se destina la obra y el sistema que se elija para horadar el terreno; las circunstancias locales, porque con ellas varía la naturaleza de la fuerza motriz empleada, la duración del trabajo diario y el importe de los salarios; del objeto á que se destina la obra depende la superficie de la sección de la galería de avanzamiento; y finalmente, del sistema de perforación elegido, es función, como hemos visto, la potencia del motor empleado y la cantidad de explosivo consumida para un efecto dado. No es de extrañar, pues, la gran diferencia que se encuentra entre los precios de excavación mecánica de las galerías en los distintos túneles construidos después del del Mont-Cenis, á la cual contribuyen en no escasa medida las modificaciones que de día en día introducen los constructores de los aparatos de perforación, así como aquellas perfecciones que para economizar jornales aconsejan la ciencia y la práctica de la perforación mecánica de galerías.

Así, por ejemplo, en el túnel del Frejus la apertura de un metro lineal de galería costaba, en roca ordinaria, 962 pesetas (1), y en la caliza com-

(1) En este precio, así como en los referentes á los túneles de San Gotardo y Arlberg, van comprendidos los gastos por transporte de escombros al exterior.

pacta y antracifera 625; en el San Gotardo 750 pesetas el primer año, y 500 por término medio en los restantes, y en el del Arlberg solo importó 315 pesetas, con un aumento de 21 pesetas por kilómetro á partir del primero en el cual regía aquel precio. Hay que observar que éste es el de contrata, y en él no debe computarse la suma correspondiente á intereses y amortización del capital invertido en instalaciones (1).

Si de los túneles pasamos á las minas, observaremos la misma discrepancia. En una misma galería (Pierro-Denis, de Marihaye), según que la sección era de $1,6 \times 1,8$ ó de $2,20 \times 2,2$ y el número de perforadoras de dos ó de cuatro respectivamente, el coste del metro lineal fué de 36,54 francos en el primer caso y de 52,80 en el segundo, comprendiéndose en este precio el valor de la mano de obra para perforación, carga, tiro y extracción de escombros á 100 metros de distancia, el del explosivo (pólvora comprimida) y mechas, el de conservación y engrasado de las máquinas y el salario del maquinista del compresor.

En el adjunto cuadro número VII damos un resumen de los trabajos de perforación mecánica hechos por la Sociedad civil de Rouchamps (Haut-Saône) en Eboulet. El terreno atravesado estaba compuesto de $\frac{1}{3}$ de arenisca dura, $\frac{2}{3}$ de arenisca ordinaria y $\frac{2}{3}$ de esquistos, y la sección de la galería era de 5 metros cuadrados.

(1) Hay que tener en cuenta que en estos túneles era casi nulo el gasto de combustible por disponerse de fuerza hidráulica natural.

ELEMENTOS DE COMPARACION	RESULTADOS RELATIVOS AL AVANZAMIENTO TOTAL			RESULTADOS CON RELACION A UN AVANZAMIENTO DE 10 METROS		
	Abril.	Mayo.	Junio.	Abril	Mayo.	Junio.
Avanzamiento mensual. . .	28m,90	42m,50	48m,10			
Idem medio diario . . .	1m,07	1m,37	1m,60			
Idem máximo diario. . .	1m,80	2m,40	3m,50			
Número de ataques. . . .	37,00	51,00	52,00	12,80	12,00	10,81
Tiempo medio para la perforación. . .	8h,42'	8h,4'	8h,13'			
Idem id. para la carga, tiro y extracción de escombros. . . .	8h,38'	5h,52'	5h,41'			
Idem id. de un ataque á otro	17h,20'	14h,32'	13h,54'			
Número total de agujeros abiertos. . .	1096,00	1389,00	1387,00	379,24	326,82	288,36
Idem medio de agujeros abiertos por ataque. . .	29,62	27,24	26,67			
Longitud total de todos los agujeros. . .	1142m,00	1344m,00	1431m,00	395m,15	316m,23	297m,50
Idem media de los agujeros por ataque. .	30m,87	26m,35	27m,52			
Idem id. de un agujero ó de un ataque. .	1m,042	0m,968	1m,032			
Idem id. de todos los ataques. . . .	38m,55	49m,35	53m,66	13m,34	11m,61	11m,16

El coste del metro de avance es, pues, de 139,14 francos, y el del arranque del metro cúbico, 27,83 francos.

a) *Coste de la perforación mecánica por percusión.*—Para valuar el coste de un metro lineal de galería de avanzamiento hay que suponer una sección dada y un avance también dado y en relación con la naturaleza de la roca y la organización de los trabajos. Los elementos que componen el coste son de dos clases: unos independientes por completo de la longitud,

como son: el valor de la mano de la obra para la perforación y extracción de escombros, el gasto de explosivos, el de conservación de herramientas, aparatos perforadores con sus accesorios, tubería de aire comprimido, vías de servicio, etc., etc., referentes éstos á la galería misma; y el coste del servicio y conservación de las máquinas motrices, compresores y todos los accesorios que constituyen las instalaciones exteriores. Los otros dependientes hasta cierto punto de la localidad, pero variables esencialmente con la longitud de la galería, y por consiguiente, con la duración de su apertura, y en éstos entran los gastos de adquisición é instalación de los aparatos y accesorios de todo género que han de funcionar ó permitir las funciones de los primeros, y la suma correspondiente á intereses y amortización de dicho capital, debiendo deducir de esta suma lo que se recupera por venta del material una vez terminado el trabajo, cantidad que suele ser de 20 á 40 por 100 del valor del primer sumando (1).

(Se continuará.)

FERROCARRILES

LOS VIAJEROS DE 1.^a Y DE 3.^a CLASE

En los primeros años de explotación de ferrocarriles en España los trenes de viajeros llevaban coches de 1.^a, 2.^a y 3.^a clase y por excepción en algunos trenes llamados de recreo se suprimía la 1.^a clase. Andando el tiempo, próximamente en el año 1865, se puso en práctica por primera vez la circulación de los llamados trenes expresos en la línea de Madrid á Irún; estos trenes estaban destinados, como lo están hoy, exclusivamente á viajeros de 1.^a clase (2), circulaban con velocidades hasta de 55 kilómetros por hora y no tenían parada sino en determinadas estaciones. Cundió la idea de esta clase de trenes y se aplicó á otros trayectos de Madrid á Barcelona y Sevilla, y durante el verano á los trayectos de Madrid á Asturias, Galicia y Santander, llevando en estos tres últimos coches de 1.^a y de 2.^a clase.

No pueden los viajeros de 1.^a clase mostrarse quejosos de las Compañías de ferrocarriles, pues éstas han procurado con loable afán proporcionarles viajes rápidos, disminuyendo la duración de éstos hasta el límite posible dentro de las condiciones de seguridad en la explotación. No así los viaje-

(1) En nuestra opinión el cálculo hecho de esta manera, si bien exacto en el terreno de la teoría, no puede ser admitido en la práctica, por regla general; pues difícilmente podrá venderse un material tan especial como el de que tratamos, después de efectuadas las obras. No tratándose de una casa constructora que se dedique exclusivamente á ser contratista de obras para ferrocarriles, la cual tendrá ocasión de utilizarlo frecuentemente, las Compañías que construyan sus líneas directamente ó los pequeños contratistas que no puedan tener mucho tiempo improductivo el capital que estas instalaciones representan, no pueden aceptar tal descuento, porque aun en el caso muy eventual de lograr su venta, ésta no se realizaría ni por el 20 por 100 de su primitivo valor. En el ejemplo que pondremos relativo al túnel de Argentera prescindiremos de él, pues hasta la fecha, ni la Compañía ni el contratista de aquellas obras han logrado negociar el material que emplearon.

(2) Los trenes expresos números 1 y 2 llevan un solo coche de 2.^a clase durante el invierno.