

PERFORACION DE UN "TUNEL" (GALERIA)

EN LAS MINAS DE "COPPER MOUNTAIN, EN BRITISH COLUMBIA (*)

1). **Condiciones del trabajo.**—Fueron desfavorables en sumo grado, para un resultado económico. La *fuerza motriz* costó a muy alto precio, a causa de que la hulla para combustible de que se disponía, era de mala calidad. Además, no había otra cosa de consideración en qué utilizarla. La transmisión eléctrica de la energía se hizo por *alambre galvanizado* del número 4, a una tensión de 30,000 voltios, con una pérdida consiguiente excesivamente alta. La *Planta Eléctrica* que se utilizó, se consiguió en arrendamiento a corto plazo, y fue preciso terminar la obra en condiciones angustiadas de tiempo.

2). **Especificaciones.**—Se necesitaba perforar, casi a nivel, la *Galería* principal para el transporte de minerales en las minas de *Copper Mountain*. Longitud de la *Galería*, 884 metros, en línea recta. Formación geológica, desconocida. Se proyectó la sección transversal de la galería, de 2.70 m. de alto \times 3.30 m. de ancho, y se calculó que el trabajo se haría en 5 meses.

3). **Características del trabajo.**—Se encontraron varias zonas de perturbaciones geológicas y hubo necesidad de revestir con *madera* 106 metros de *Galería*, en conjunto.

La roca que se encontró fue en su mayor parte *granodiorita*, muy *cuarteada* en bloques, lo que dio por resultado un aumento considerable en la sección transversal, hasta quedar, en promedio, de 3.20 m. \times 3.60 m., o lo que es lo mismo, de 11.52 m. cuadrados.

La colocación de cada *puerta completa* del revestimiento de madera, causaba una demora o atraso diario en el avance, de 1.80 m.

Una vez organizado el trabajo, se hizo en jornadas continuas de 8 horas cada una.

Se usaron las máquinas taladradoras "Dreadnaught" número 60, montadas en barras horizontales.

Ordinariamente se perforaban 24 *taladros* en el frente de avance, dispuestos convenientemente, cada uno de 2.70 m. de profundidad.

Cada *descarga* daba un avance medio de 2 m. y se hacía por grupos de *taladros* a fin de obtener el mejor efecto posible de los explosivos.

No se usaron máquinas magneto-eléctricas para provocar las explosiones: el trabajo se hizo siempre *a mano*, con mecha de seguridad.

Según la dureza de la roca se usaba dinamita de 40 60 % de nitroglicerina.

Para el transporte de las rocas abatidas se emplearon *vagonetas* en forma de V, de media tonelada de capacidad, las

(*) Véase *Tunnel Driving at Copper Mountain. B. C'*. Bulletin of the American Institute of Mining Engineers. March. 1919.

cuales, al principiar los trabajos, eran movidas *a mano* y más tarde por fuerza animal y por pequeñas locomotoras eléctricas.

A fin de facilitar el *paleo* de la carga, se colocaron láminas de acero en todo el ancho de la *Galería* y hasta una distancia hacia atrás, de 9 a 12 m. del frente de avance.

El aire viciado y los gases de los explosivos se removían al principio, y a cada descarga, por medio de un ventilador "*Connersville*" de 0.28 m. cúbicos de capacidad, colocado en el portal de la *Galería*; posteriormente se colocó otro ventilador igual en la mitad de la longitud del *túnel*, para trabajar *conjugado* con el primero y siempre en disposición apropiada para *extraer* los gases por conductos de madera, de 0.30 m. de diámetro, reforzados con alambre de hierro. Un cuarto de hora después de cada *descarga* (explosión) podían volver los mineros al frente de avance a continuar el trabajo.

Para mantener el personal en su *máximum* de capacidad de trabajo, se empleó el sistema de *primas* ("bonus system"). Para un avance diario de 2.70 m., se garantizaba el jornal convenido con los obreros, y por cada 0.30 m. (1 pie) más, se les pagaba \$ 6 de *prima*. Por cada *puerta del enmaderado* que se colocaba, se les *concedía* un avance de 0.90 m. (3 pies) aplicables a la *prima*. Los jornales corrientes eran: \$ 4-50 a los mineros; \$ 4 a los ayudantes y \$ 3-50 a los peones comunes. Hecha la distribución de las *primas* el promedio de cada uno de estos grupos de obreros alcanzó, respectivamente, a \$ 5-91, \$ 5-25 y \$ 4-59. El *Inspector* y los *Capitanes* tenían, también, participación en las *primas*, y la distribución de ellas se hacía para todos proporcional al salario regular o contratado de cada obrero. El resultado fue satisfactorio y económico para la Empresa y del contentamiento de los trabajadores.

4). **Resultados obtenidos.**—Se dio principio a la perforación —naturalmente por un solo punto de avance— el día 9 de Octubre de 1917 y se terminó el 11 de Marzo de 1918, lo que da un total de 154 días de los cuales solamente se perdieron 4, por causa de daños en las canalizaciones eléctricas. Por consiguiente el avance diario, en promedio, fue de 5.8 m. (19.3 pies).

El mayor avance en un mes (Diciembre de 1917) fue de 196 m. (645 pies).

Diariamente se transportaron 185 toneladas de roca, término medio.

El costo total de la *Galería* ascendió a \$ 103,242-15, o sea un promedio de \$ 35-56 por pie lineal o de \$ 116-78 por metro lineal.

5). **Datos estadísticos.**—En forma concisa, el costo total y por unidad (pie lineal), resultó como sigue:

a). Costo de avance.	Total.	Por pie.
Obreros.....\$	25517 81	\$ 8 80
Explosivos.....	16616 75	5 72

Máquinas taladradoras, repues- tos y reparaciones.....	2767 82	0 95
Acero, aguzada y desgaste.....	3979 78	1 37
Suministros varios.....	1908 27	0 66
Fuerza motriz.....	8410 24	2 90
Suma.....	\$ 59200 67	\$ 20 40
<i>b). Transporte de roca.</i>		
Obreros.....	\$ 21843 40	\$ 7 52
Útiles, etc.....	1685 24	0 57
Fuerza motriz.....	558 64	0 20
Suma.....	\$ 24087 24	\$ 8 29
<i>c). Revestimiento con madera.</i>		
Obreros.....	\$ 1335 52	\$ 0 46
Madera y útiles varios.....	2513 18	0 86
Suma.....	\$ 3848 70	\$ 1 32
<i>d). Gastos indirectos.</i>		
Conductos para aire y agua.....	\$ 5439 09	\$ 1 88
Alumbrado eléctrico.....	1018 81	0 35
Ventilación.....	3198 38	1 10
Carrileras, vaciaderos, etc.....	503 67	0 17
Depreciación de máquinas tala- dradoras.....	970 76	0 33
Depreciación de vagonetas.....	301 82	0 11
Acarreos en la superficie.....	3464 58	1 19
Suministros varios.....	1208 39	0 42
Suma.....	\$ 16105 50	\$ 5 55
Costo total.....	\$ 103242 15	\$ 35 56

El ingeniero que dispuso y organizó los trabajos adoptó el sistema empleado en la perforación de uno de los túneles del Ferrocarril "Canadian Pacific", después de estudios comparativos que hizo en visita de inspección a varias Empresas.

Observaciones.—Me ha parecido útil hacer conocer del público el anterior extracto, entre otras, por las siguientes razones:

a). Para que se compare este resultado, obtenido en trabajo moderno, con el Presupuesto que del costo del Túnel de La Quebra hizo Mr. F. L. Weakland. Para el caso debe tenerse presente que la sección transversal de este Túnel no alcanza al doble de la del "túnel" o Galería de "Copper Mountain", y que el costo por unidad de longitud disminuye—como es bien sabido—a medida que aumenta la sección, dentro de ciertos límites. Pero si admitimos que la sección transversal del Túnel de La Quebra sea doble de la que se dio al de que se trata en este es-

tudio, y que el costo por unidad no *disminuya* en proporción, tendríamos \$ 1.296,000 como costo probable del Túnel de La Quebra, con un *recargo de 50 %* como factor de seguridad. Y todavía así no se llega al Presupuesto de Mr. Weakland.

b). Para que se *palpe* la *rapidez* a que ha llegado la Ingeniería moderna, en obras de esta especie. Como en el caso anterior, si admitimos apenas la *mitad* de la rata de avance en "Copper Mountain", por la mayor sección del Túnel de La Quebra, y si consideramos que el avance en esta obra sería por dos frentes, en 638 días de trabajo útil se podría hacer la perforación, o en poco más de *dos años y medio*, con *50 %* de factor de seguridad.

c). Para que se *note* la manera de aprovechar el esfuerzo humano, por medio del sistema de *primas*. En promedio, el costo en obreros, por pie lineal, fue de \$ 16-78, y sin embargo los trabajadores apenas recibían de la Empresa \$ 6 (poco más de la tercera parte del promedio) por cada pie que avanzaron en exceso de la *tarea* correspondiente a sus jornales. A pesar de este precio tan reducido, el aumento de sus salarios pasó del 30%.

d). Para que se *vea* cuán sencillo es excavar un Túnel en *rocas ígneas macizas*, como son las de La Quebra, y se pierda el *miedo* que parece se le tiene a estas obras en el Departamento de Antioquia en que debiera *temerse* menos, por ser el más *mi-nero* del país.

Medellín, Abril de 1919.

JUAN DE LA C. POSADA