

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PROPORCIONES PARA EL HORMIGON

El creciente empleo del hormigón para las construcciones que exigen gran esmero, tanto en la mano de obra como en la calidad de los materiales, ha estimulado algunas investigaciones en el sentido de hacer variar las proporciones relativas en que entran en la mezcla la arena y la piedra para una proporción igual de cemento; y los resultados han demostrado de un modo concluyente que la proporción relativa de estos ingredientes tiene una gran influencia en la calidad del hormigón producido.

Para demostrar esto, se construyeron una serie de viguetas de seis pies de longitud (1.84 metros) por seis pulgadas cuadradas (138,7 centímetros cuadrados), de escuadría, en que estas proporciones variaban desde ser la mayor parte de piedra hasta ser casi por completo de arena, cuyas viguetas se rompieron después de treinta días desde su ejecución, obteniéndose los resultados que se expresan en el siguiente cuadro:

| PROPORCIONES | | | Módulo de rotura en kilogramo por centímetro cuadrado. |
|--------------|--------|---------|--------------------------------------------------------|
| Cemento. | Arena. | Piedra. | |
| 1 | 2 | 6 | 22,35 |
| 1 | 3 | 5 | 20 |
| 1 | 4 | 4 | 14,65 |
| 1 | 5 | 3 | 10,60 |
| 1 | 6 | 2 | 7,15 |
| 1 | 8 | 0 | 2,90 |

Como puede observarse, aun cuando la proporción de cemento es la misma para todas las viguetas (1 : 9 del material total), unas viguetas resistieron unas siete veces más que otras.

Como resultado de las investigaciones practicadas durante varios años, se ha encontrado que existe una combinación de una cantidad determinada de arena y piedra que, mezclada con una cantidad dada de cemento, produce el hormigón más resistente, siendo esta misma proporción la que da el hormigón de mayor densidad, ó sea con el menor número de huecos. También se ha encontrado que este hormigón más denso es el menos permeable al agua, y, por consiguiente, el de más duración y que presenta, además, la ventaja práctica de ejecutarse más fácilmente, rellenando perfectamente todos los huecos y ángulos de los moldes.

La ley que se acaba de sentar de que el hormigón más denso es también el más resistente, da un medio fácil para fijar las proporciones de los materiales de manera de obtener el hormigón mejor y más resistente posible con materiales determinados. El ensayo para obtener estas proporciones se hace de la siguiente manera:

Se prepara un trozo de tubo de acero de 20 á 30 centímetros de diámetro y de 30 centímetros de longitud, cerrado por uno de sus extremos y una balanza bastante exacta. Se pesan unas proporciones, escogidas al azar, de cemento, arena y piedra, de tal manera que llenen unas tres cuartas partes próximamente del tubo, y se amasan con agua sobre una plataforma impermeable, tal como una plancha de hierro. Después se vierte todo este hormigón en el interior del tubo, se apisona fuertemente, y hecho esto, se mide la profundidad ó espesor del hormigón contenido dentro del tubo. Se vacía el hormigón, se limpia bien el tubo y se vuelve á llenar de nuevo de la misma manera, pero variando algo las proporciones de cemento, piedra y arena. Se amasa y comprime la mezcla en la misma forma ya indicada y se mide y anota la altura del hormigón contenido en el tubo, y si esta altura es menor y el hormigón está bien trabajado, esta mezcla es mejor que la primera. Se continúan los ensayos en esta forma hasta encontrar la proporción que dé menor altura en el tubo.

Esto demuestra simplemente que la misma cantidad de material ocupa un espacio menor, y que por consiguiente el hormigón es de mayor densidad. Ocioso es decir que los materiales con que se hacen los ensayos han de ser completamente similares á los que se hayan de emplear en obra, y que después de haberse determinado las proporciones por el citado procedimiento deben repetirse de vez en cuando los ensayos durante el curso de los trabajos, para asegurarse de que no hay cambios de importancia en la calidad de los materiales, y en el caso de que los hubiere determinar la variación que debe introducirse en las proporciones.

El método que se acaba de describir para fijar las proporciones del hormigón no exige mucho tiempo, no es dificultoso, y produce muy pocas molestias en cambio de las ventajas que ofrece sobre los procedimientos universalmente empleados para determinar dichas proporciones. Se ha visto en repetidas ocasiones que la resistencia del hormigón se ha aumentado en un 100 por 100 por el simple cambio de las proporciones de arena y piedra, sin alterar la cantidad de cemento.

Como guía para obtener el mejor hormigón, para una proporción determinada de cemento, pueden seguirse las reglas siguientes, deducidas de numerosos experimentos:

1.ª La piedra deberá ser toda ella de un solo tamaño ó variar de un modo uniforme de fina á gruesa; una cantidad exce-

siva de piedra de tamaño pequeño ó mediano es muy perjudicial para la resistencia del hormigón.

2.^a Todo el material menudo cuyo diámetro sea menor que un décimo de las piedras mayores debe cribarse y separarse.

3.^a El diámetro de los mayores granos de arena no deberá exceder de la décima parte del diámetro de las piedras gruesas.

4.^a Cuando se emplea únicamente piedra pequeña, la arena debe ser fina y la proporción de cemento debe ser mayor para obtener la misma resistencia.—H.

El ferrocarril nacional de Tehuantepec (Méjico) se ha inaugurado el 23 de Enero del corriente año. Esta línea, que mide una longitud de 306 kilómetros, enlaza el puerto de Coatzacoalcos, en el golfo de Méjico, con el de Salina Cruz, en la costa del Pacífico, cuyos puertos se hallan separados por el istmo de Tehuantepec, siendo su distancia, en línea recta, de 194 kilómetros.

El día de la inauguración se hizo un recorrido de todo el trayecto por el Presidente de la República mejicana, Díaz, acompañado de numerosas representaciones del Gobierno y del Cuerpo diplomático. La distancia entre San Francisco de California y Nueva York por la vía Tehuantepec es aproximadamente unos 1.900 kilómetros más corta que la distancia que existe entre los citados puertos por la vía Panamá.

El ferrocarril ha sido construido por S. Pearron & Son, de Londres, con capitales europeos, con una importante subvención del Gobierno mejicano.—H.

EL TÚNEL DEL LÖTSCHBERG

Casi todas las publicaciones profesionales han dado á conocer el interés de Berna en la construcción de un paso á través de los Alpes berneses para ir directamente al valle del Ródano, muy cerca de la boca del Simplón, á fin de establecer el camino más directo á Italia, y conocidas son también las discusiones entabladas entre los proyectos rivales del Wildstrubel y del Lötschberg sobre cuál de ellos era más conveniente para servir los intereses de la capital suiza, que terminaron con el acuerdo de construir el segundo túnel citado.

Las obras comenzaron y se ha publicado ya el primer resumen del estado de adelanto de los trabajos correspondiente al mes de Enero último, cuya remisión á la REVISTA no quiero demorar, ofreciendo para dentro de poco un resumen de las razones en que se apoyaban ambos trazados, á la vez que me propongo hacer un resumen periódico del adelanto de los trabajos de perforación.

Estado de los trabajos en 31 de Enero de 1907.

Longitud: 13.730 m.

| GALERÍA DE AVANCE | Lado N. Kaudersteg. | Lado S. Goppenstein. | TOTAL |
|------------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------|
| Longitud en 31 de Diciembre de 1906.. | m., 62 | 61 | 123 |
| Idem en 31 de Enero de 1907..... | m., 82 | 120 | 202 |
| Idem ejecutada en Enero..... | m., 20 | 59 | 79 |
| Número de jornales fuera del túnel... | 1.322 | 722 | 2.544 |
| Idem en el túnel..... | 1.829 | 1.121 | 2.150 |
| Idem en conjunto..... | 2.851 | 1.843 | 4.694 |
| Media diaria de obreros fuera del túnel. | 63 | 24 | 87 |
| Idem id. en el túnel..... | 34 | 37 | 71 |
| Idem id. en conjunto..... | 97 | 61 | 158 |

NOTAS

Lado Norte.—El progreso de la galería de avance ha sido escaso por haber encontrado un gran bloque entre los materiales de acarreo sin cohesión atravesados durante todo el mes.

La transmisión de la fuerza eléctrica y las máquinas para su utilización están prontas para funcionar, y sólo se espera el encuentro de la roca para comenzar la perforación mecánica provisional.

Lado Sur.—La galería de avance ha atravesado esquistos cristalinos en capas perpendiculares al eje ó inclinados 85 grados hacia el Sur. La perforación mecánica provisional empezará en Febrero.

J. J. L.

FERROCARRILES DE MONTAÑA

(CONCLUSIÓN)

Las consecuencias de la diferencia en la duración de la explotación son distintas y de sentido opuesto. La concentración de un tráfico dado de viajeros en un pequeño número de días conduce á un servicio intensivo, que puede ser un poco más costoso, pero el material se utiliza mejor, como lo demuestra el coeficiente de utilización de las plazas, como se verá después. La conservación del material y de la vía es más fácil de hacer durante interrupciones totales de servicio de ocho ó nueve meses que durante el servicio continuo. La cuestión del personal desempeña igualmente su papel. Pero el punto más importante es la causa de inferioridad que resulta para Y-S-C en el servicio de invierno, por tener lugar en una región donde la temperatura descende á 20° y donde la nieve es muy abundante. Si se suma la calefacción de los trenes por el vapor de la locomotora, se verá que existen razones serias para que aumente el gasto de combustible. Este aumento no es fácil poderlo reducir á cifras, pero se cita por vía de compensación. El trazado por adherencia de V-Z tiene curvas de 60 m. de radio, en tanto que el de Y-S-C no tiene curvas menores de 100 m. La presencia de curvas de 60 m. no arrostran, por otra parte, ninguna dificultad para la explotación con los vagones de bogías del V-C. En cuanto á las locomotoras del Y-S-C, su construcción articulada les permite circular fácilmente en las curvas de que se trata y aun en curvas de radio inferior, puesto que las máquinas del mismo modelo han pasado sin dificultad por curvas de 40 m. de radio en la red de tranvías de la Côte-d'Or. Hay, ciertamente, que tener en cuenta un ligero exceso de resistencia á la tracción y el desgaste en las pestañas de las ruedas á causa de estas curvas; pero si á falta de elementos de apreciación se admite una compensación entre este gasto con el incremento de gastos de tracción por consecuencia de la explotación en invierno, se va en ventaja de la cremallera.

Es útil decir algo también respecto á las locomotoras empleadas en las dos líneas. Las máquinas del V-Z son á dos mecanismos enteramente independientes. Descansan sobre tres ejes, dos de los cuales son acoplados y accionados por dos cilindros exteriores; el tercer eje, colocado detrás, es de desplazamiento radial. Dos cilindros interiores accionan los dos piñones dentados que engranan con la cremallera. Estas máquinas tienen un freno de mano que actúa sobre las ruedas, un freno de banda para los piñones dentados, un freno de aire comprimido para los cilindros de los dos mecanismos y un freno de vacío Smith-Hardy, que actúa sobre la locomotora y el tren.

Las locomotoras del Y-S-C pertenecen al tipo Compound articulado Mallet; son de adherencia total y van montadas sobre cuatro ejes. Están provistas de un freno de mano que actúa sobre las ruedas, de un freno de aire comprimido para los cilin-