

externos de la curva de presiones al paso de las cargas móviles, y una parte del gasto será, por otra parte, recuperado por la disminución del espesor de las bóvedas y la supresión de las pilas estribos.

Montaje de los arcos de un viaducto.—El montaje de los arcos de un viaducto se hace habitualmente empleando cuatro ó cinco cimbras y procediendo de un modo progresivo desde un estribo al otro.

Cuando el primer arco está á punto de ser descimbrado, como su cimbra no es completamente rígida, se produce ya un empuje que las cimbras colocadas transmiten á las pilas sucesivas; la rigidez de estas cimbras es poco elevada para que después de un número limitado de pilas la última no transmita nada. Si se ejecutan los arcos en dos capas, la capa inferior ayuda á la madera en la transmisión de los esfuerzos, no obstante lo cual la experiencia parece enseñar que sería ilusorio emplear más de cuatro ó cinco cimbras.

Por lo que concierne á las pilas, la disposición de las fábricas hace que los pesos vayan disminuyendo de una cara á la siguiente; por lo tanto, el vértice tiene tendencia á girar en el sentido de donde vienen los esfuerzos circunstancia favorable que aumenta la rigidez como hemos visto precedentemente.

Cuando se descimbra el primer arco, el complemento de empuje dado por el peso que descansaba sobre la cimbra debe ser contrarrestado, como hemos dicho antes, y este contrarresto vendrá de la pila próxima, de la cimbra y del arco próximo, y sobre todo por el descenso del empuje en el mismo arco descimbrado, pues la curva de presiones, que tenía ya tendencia á pasar al límite del tercio superior en la clave, entra claramente en este tercio y desciende al tercio inferior en los arranques. Estas son próximamente las condiciones deplorables que hemos visto y por lo que es necesario encontrar un medio, no sólo de cerrar las grietas que puedan producirse en el descimbramiento, sino de corregir claramente la posición de la curva de presiones de manera que estas grietas tengan casi una tendencia á producirse en sentido opuesto.

Un procedimiento para impedir las grietas sería que tan pronto como la bóveda estuviera construída y antes del cierre, se anulase la rigidez de la cimbra, hacer seguidamente el cierre, con lo que la situación de la curva de las presiones sería normal, quedando todavía por obtener la inversión de las posiciones de esta curva de las presiones, para lo que no vemos otro medio que la hincas de juntas secas desde el intradós hacia el trasdós en la clave y del trasdós hacia el intradós en la junta de rotura.

Este medio puede aún suplir al primero si es bastante enérgico.

De cualquier modo que sea, se llega al resultado de que aumentando en notables proporciones el empuje y por consecuencia el desplazamiento horizontal de los vértices de las dos ó tres pilas siguientes, que son los únicos puntos de resistencia que se oponen á este empuje, se crea así una especie de ola de intensidad creciente que arrastra violentamente los vértices de las pilas en el sentido en que la construcción se efectúa, y como la reacción del último arco no es suficiente para anular este efecto, se tiene una obra que en el origen está sometida á esfuerzos considerables.

En resumen, el retacado de las juntas es una operación brutal, respecto de la cual no hay indicaciones precisas; engendra en los arcos esfuerzos favorables, pero de intensidad desconocida, y produce en las pilas esfuerzos desfavorables,

desgraciadamente también, de intensidad desconocida.

He aquí las dificultades que nos habían conducido, en los proyectos de viaducto de que hemos hablado, á emplear tantas cimbras como arcos y operar el cierre simultáneo de todas las bóvedas; como por el empleo de la platabanda no teníamos necesidad de invertir la posición normal de la curva de presiones, fué suficiente efectuar el cierre en una estación media, ó más bien en una época de temperatura un poco baja para que las condiciones iniciales fuesen tan perfectas como era de desear.

Es de observar, por otra parte, que el empleo de 12 cimbras en vez de 5, por ejemplo, que impide reempleos onerosos y que permite una venta más fácil de las maderas por no haber servido más que una vez no es muy costoso, pues este suplemento de gasto no llega á un 3 por 100 del precio total de la obra.—O.

EL PRIMER CONGRESO DE CARRETERAS

(CONTINUACIÓN)

No se dió gran importancia en este Congreso á los pavimentos de adoquín, asfalto y tarugos, por usarse poco en carreteras tales revestimientos; á pesar de esto, me ha parecido tan acabado el estudio que respecto de ellos hace el Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas M. P. Tur, adjunto al Inspector general encargado del servicio de Viabilidad pública de la villa de París, que he creído de utilidad, principalmente para los Ingenieros que se dedican á viabilidad en poblaciones importantes, trasladar á la REVISTA casi íntegra la Memoria presentada por dicho Ingeniero, no sólo porque en ella se hace un estudio concienzudo de los revestimientos citados sino, y principalmente, porque las conclusiones que de ella se desprenden respecto de asfaltados y entarugado son bastante distintas y aún están en oposición con las que se consignan en los libros que tratan de este particular.

He aquí lo que se dice en la referida Memoria:

«Hasta mitad del siglo último no se disponía para la construcción de calzadas, de carreteras y de calles más que de piedra martillada y adoquinada. Con frecuencia, es verdad, la naturaleza de los materiales, el modo de ejecución de los trabajos ú otras circunstancias locales modificaban el tipo corriente de estos dos sistemas de revestimientos. Pero los tipos secundarios así creados están desprovistos de todo interés general, puesto que su uso estaba limitado á regiones en donde los materiales de superior calidad eran raros, y por tanto caros, y donde las exigencias de la circulación eran modestas.

Por esta causa, la variedad más común de los pavimentos de piedra que en todo tiempo se han empleado en el campo estaba constituída por piedras de forma irregular, colocadas derechas unas junto á otras; esta calzada, que se llamaba calzada de bloques, era necesariamente desigual y dura.

En el Sur de Francia se usó piedra redonda inapta para la circulación; más tarde se usó esta misma, pero arregladas las cabezas, sin embargo, el sílex era muy deslizante y había que dar mucho bombeo al pavimento porque era muy delgado. Los pavimentos de pequeñas piedras de Inglaterra

y Alemania, aunque con el mismo aspecto, no tienen los mismos inconvenientes.

Los firmes de ladrillos usados en Holanda y en América resisten poco peso.

Los firmes de dados de lava del Vesubio y del Etna son baratos en Italia; se usan para la circulación de poca importancia y hay que estriarlos con frecuencia por ser muy deslizantes.

En el sistema denominado «Tranvía» hay dados para las ruedas y pavimento para los caballos. Esta disposición, apropiada para las viejas calles muy estrechas, no puede convenir á las anchas vías de las villas modernas.

En los cincuenta años últimos la fabricación de cementos se ha perfeccionado mucho.

La utilidad de la fundación del cimientado de hormigón se ha reconocido sobre todo en las grandes villas, en las que con frecuencia se hacen zanjas para colocar alcantarillas públicas y particulares, canalizaciones de agua, de gas, de electricidad, de aire comprimido, caminos de hierro, urbanos y otras obras subterráneas.

No hay posibilidad de revestimiento regular cuando descansa directamente sobre un suelo desigualmente asentado.

Se han ensayado diversas clases de afirmados sobre fundación de hormigón; una es la siguiente: cimientado de hormigón, capa espesa de cemento estriado sobre el cimientado; resiste poco.

Otras veces se ha puesto hormigón y pavimento de piedra, bien clavado en él, bien interponiendo entre ambos una capa de 8 centímetros de arena. Estos pavimentos, excelentes para los de á caballo y para estaciones de coches, producen ruido intolerable cuando la circulación es activa. Además, los pavimentos deben ser duros para que no se rompan rápidamente; pero entonces destruyen el hormigón ó al menos se pulimentan y se hacen deslizantes. Si se separan del cimientado por arena, á medida que el espesor de la capa aumenta, la rapidez de su desgaste decrece; pero el gasto de primer establecimiento, que es siempre considerable, alcanza pronto un coste excesivo.

No se ha obtenido hasta el presente buenos afirmados sobre cimientado de hormigón más que revistiéndole con madera ó asfalto. Estos materiales, empleados sobre fundaciones frágiles, pierden completamente la resistencia que deben tener; pero cuando descansan sobre fundación de hormigón, éste les comunica parte de su rigidez y solidez y ellos la protegen y aseguran casi indefinidamente su conservación por su elasticidad.

La fundación es el verdadero afirmado y la madera y el asfalto los materiales que las protegen destinados á ser renovados periódicamente.

Estas calzadas tienen las dos cualidades esenciales para subsistir: resistencia y elasticidad, y como la circulación se hace sobre la capa elástica gozan de otra tercera importante en las villas: la insonoridad.

En estas condiciones se concibe que los afirmados de madera y asfalto sean afirmados urbanos. Su uso es actualmente conveniente en París. Sus métodos de construcción y conservación están casi determinados. Nos limitaremos á hablar de estas dos clases de revestimientos.

Pavimento de madera.—En 1881 se ensayó en París, y desde entonces hasta hoy ocupan allí el primer lugar, teniendo actualmente 2 millones de m² de superficie de este pavimento.

El pavimento de madera se coloca derecho sobre funda-

ción de hormigón, separando una fila de otra 9 milímetros llenando el hueco con mortero de cemento.

Los tarugos tenían 22 centímetros de largo, 8 de ancho y 15 de alto, si bien ahora son más bajos.

Establecimiento del pavimento de madera.—El cimientado de hormigón puede dar lugar á detonaciones por gases inferiores y para evitarlas conviene llevar las canalizaciones de agua en alcantarillas ó galerías de fábrica y las canalizaciones de gas ó electricidad por las aceras; no se puede dejar bajo el hormigón más que las conducciones maestras de gas ó de electricidad ó las partes de conducciones secundarias desprovistas de toda toma de servicio.

Fundición de hormigón.—Debe establecerse de modo que dure lo más posible; sin embargo, no debe de ser excesivamente resistente, para impedir que pueda formar bóveda hueca por debajo en gran extensión, la que llenándose de gases podría ocasionar graves accidentes.

El hormigón tenía antes espesor de 20 centímetros; hoy se hace de 15 centímetros y en calles de poco tránsito de 10.

Sobre el terreno natural, convenientemente arreglado y apisonado, se coloca la fundación á profundidad suficiente para dejar en los bordes de las aceras, después de colocados los pavimentos, un saliente medio de 15 centímetros. El hormigón está constituido de guijarros del Sena y de mortero de cemento de escoria y de cemento Portland, se ha renunciado á usar cales medianamente hidráulicas. La dosificación más habitual se compone de 250 kilogramos de cemento, medio m³ de arena y un m³ de guijarros.

Se recubre el hormigón con un enlucido de mortero de cemento Portland de un centímetro de espesor normal, compuesto de 450 kilogramos de cemento y de un m³ de arena.

Para que este enlucido no se rompa rápidamente es esencial que se adhiera perfectamente al cemento propiamente dicho; pero como es difícil llegar á esto, se ha aconsejado con frecuencia establecer el pavimento directamente sobre hormigón, limitándose á hacer refluir por medio de un ligero apisonamiento el mortero á la superficie. Se prefiere; sin embargo, mantener el enlucido, porque permite dar más fácilmente á la fundación un perfil completamente regular.

El perfil transversal de la vía se traza según arco de parabola cuya flecha F en el centro de la vía está determinada por la fórmula $F = \frac{D}{4} \frac{L^2}{L-1}$, siendo L el ancho del firme y D la diferencia de nivel entre el punto más bajo de la calzada y el punto de la misma que se halla á un metro de distancia.

Para los pavimentos de madera D vale 6 centímetros.

Naturaleza de la madera empleada en el pavimento.—Se usa casi exclusivamente el pino de las Landas. Se distingue en el pino de las Landas dos calidades de madera: la madera natural y la sangrada. En estas últimas maderas se ha extraído la resina del tronco de los árboles en pie, cuya parte baja á través de la que corre la resina se ha hecho más dura y densa que la parte superior. Estos troncos son los que se utilizan para construir los mejores pavimentos.

Estas maderas se reprocharon algunas veces por la rapidez de su desgaste, por cuyo motivo se pretendió remediar el mal empleando maderas lo más duras posibles, las que eran mucho más caras; mas para disminuir el gasto se hicieron tarugos de menor altura, lo cual es racional. Pero al mismo tiempo tenían el inconveniente de no adherirse nada al mortero aun mojando las caras con brea; los tarugos se redondeaban, hacían mucho ruido, se movían en su

alveolo; por efecto del agua y la circulación se clavaban en el hormigón como una barra de hierro, formándose baches por tal causa. En resumen: si para proteger el hormigón se colocan adoquines ó tarugos muy duros se expone el hormigón á todas las degradaciones que sufriría si, como en Grenoble, se hiciera circular los coches directamente por su superficie. Sustituir á las maderas tiernas con maderas duras es retirar del pavimento de madera las cualidades esenciales á las que debe su éxito, á saber: la compresibilidad que ahoga los ruidos, amortigua los choques y da á la calzada su longevidad. Nos ha parecido útil insistir un poco respecto de estas ideas, porque no se han admitido en París sin alguna discusión.

Fabricación de los tarugos.—La forma de paralelepípedos rectangulares adoptada para los tarugos permite obtenerlos por el simple coste de los maderos que se hallan en el comercio. Los maderos tienen en Francia un espesor uniforme de 8 centímetros; desde el principio se ha reconocido que esta dimensión conviene perfectamente como ancho á los tarugos de madera. La longitud de los tarugos está constituida por el ancho de los maderos; si fuese inferior á 16 centímetros las juntas laterales serían muy numerosas; si alcanzaran á 30 centímetros, el tarugo se amoldaría mal á la curvatura de la fundación; por lo dicho, el tarugo oscila entre 17 y 27 centímetros.

La fabricación de los tarugos de madera exige, casi exclusivamente, el uso de la sierra, según la longitud de la cola ó altura adoptada.

Esta longitud ha variado ligeramente desde veintisiete años hasta ahora, bien por la naturaleza de las maderas empleadas, bien por otras consideraciones.

La altura primitiva de los tarugos era de 15 centímetros; aun hoy se usa esta altura para vías frecuentadas, como el bulevar Montmartre, en el que pavimentos de 15 centímetros se desgastan íntegros sin que la calzada pierda su regularidad.

Para las frecuentaciones ordinarias de París el espesor de 12 centímetros es suficiente y podrá descender á 10 centímetros; en todo caso, las alturas de 8 centímetros, y sobre todo las alturas menores, no parecen compatibles con el sistema habitual de colocación; los pavimentos de tan poco espesor son rápidamente invertidos y dislocados. La altura de 12 centímetros es preferible á la de 10 con el fin de usar los pavimentos viejos. Al cabo de algunos años, en efecto, cuando el desgaste de los pavimentos ha alcanzado de 2 á 3 centímetros el pavimento se hace desigual y debe ser reparado; este arreglo es posible con pavimentos de 9 á 10 centímetros; da malos resultados con pavimentos más cortos.

Los tarugos de maderas duras tenían en general altura de 7 centímetros, pero su colocación había exigido precauciones especiales.

La fabricación de tarugos por su sencillez se presta á bastas instalaciones mecánicas, y la de la municipalidad de París es sin duda una de las más importantes.

Creosotado de los pavimentos.—Desde el origen de los pavimentos de madera ha sido preocupación constante protegerlos contra la pudrición por medio de tratamientos antisépticos.

La villa de París se ha limitado hasta ahora á introducir los tarugos que ella fabrica en un baño caliente de aceite pesado que se llama impropriadamente creosota. Este aceite pesado debe contener al menos 13 por 100 de productos creosotados, y á lo más 8 por 100 de naftalina durante el invierno, y 13 por 100 durante el verano. Los tarugos están en el baño de veinte á treinta minutos.

Este creosotado es muy superficial, pues la penetración del aceite pesado no pasa de algunos milímetros, y como se ha dudado de su eficacia se han hecho diversos ensayos para perfeccionarla, si bien los resultados han sido dudosos.

VÍCTOR O. DE ALLENDE.

(Se continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Andenes de hormigón armado del puente de Blackwell's Island, en New-York.

Los andenes del puente de Blackwell's Island, sobre los que recientemente se ha producido una discusión relativa á su resistencia, son por completo de hormigón de cemento armado. Tienen una anchura de 5 metros en los tramos principales y de 4;50 en los de avenida, y una longitud total de cerca de 2 kilómetros, entre los estribos exteriores.

Van sostenidos estos andenes por tres largueros paralelos á las vigas principales que toman apoyo sobre las viguetas del tablero superior, separados de 7 á 12 metros, y tienen una luz total de 18,30 metros próximamente. Están enteramente constituidos por losas de cemento armado de 1.050 á 1.060 milímetros de anchura, de 2,10 á 2,30 metros de longitud y de 50 milímetros de espesor.

La armadura de estas losas está formada de barras redondas de acero de 70 milímetros cuadrados próximamente de sección, y separadas 16 centímetros en el sentido de la longitud y de 22,5 centímetros en el de la anchura de la losa.

Las losas descansan sobre los hierros de la armadura del puente, por intermedio de tacos de cemento. Sus bordes están

constituídos por cantoneras aplicadas contra un refuerzo de las losas.

En el *Engineering News* del 28 de Enero, M. F. W. Abbott describe con detalle la construcción de estos andenes y de estas losas.

Grandes obras de riego en la provincia de Madras (Indias inglesas).

El Gobierno de las Indias proyecta actualmente la ejecución de trabajos importantes de este género en tres puntos de la provincia de Madras. La descripción de estos trabajos está expuesta en el *Engineer* del 29 de Enero. Los proyectos comprenden:

1.º El de Bhavani, que constituye la creación sobre el tramo superior del Bhavani, de dos embalses: uno de 320 millones de metros cúbicos, y otro de 58 millones, por la construcción de dos presas de 52 y 51 metros de altura, y de 1.100 y 640 metros de longitud. En el tramo inferior se creará también un embalse de 480 millones de metros cúbicos, por medio de una presa de 3.700 metros de longitud y 40 metros de altura.

2.º El proyecto del Tungabhadra, que comprende la construcción de una presa de 2.300 metros de longitud y 42,60 me-