

rios compañeros del Consejo, que fueron de su opinión, y sin perder tiempo redactó su informe. Escribía con soltura, claridad y elegancia.

Cuando terminaba de escribir la última palabra de la última cuartilla, entraba en el despacho de la casa el interesado, a defenderse con calor meridional. Le escuchó atento y el terminar le dijo lo siguiente: "Nada de lo que le he oído con gran interés va a influir en mi informe, pues al llamar a mi casa lo había ultimado y no pienso tocar de él ni una tilde. Pero voy a cometer por usted una enorme indiscreción, dejándome llevar por un impulso irresistible de mi corazón, al leerle el informe, que mañana será aprobado seguramente por el Consejo, y ya sabemos que los secretos de los expedientes son secretos a voces."

Y con la emoción consiguiente, y al final con lágrimas en los ojos, oyó el visitante, que veía a Gaytán por primera vez, la defensa más cumplida y vehemente que pudo soñar de su conducta.

Ese era Gaytán, que iba siempre al fondo y raíz de los asuntos, sin andar por las ramas, en las que se distraen y enredan los de espíritu estrecho, que ante todo piensan en salvar egoístamente la responsabilidad, sin preocuparse de la del prójimo.

Al poco tiempo e impensadamente fué nombrado ministro de Fomento el ingeniero de esta verídica historia, y fué Gaytán el hombre de su confianza, sin

que por eso se mostrara conforme con la política autoritaria que entonces imperaba. En la arbitraria clasificación de los partidos, Gaytán fué siempre tenido como hombre de derecha, sin otro dato que su arraigado sentimiento religioso; pero nadie más tolerante, menos autoritario y más liberal que Pepe Gaytán.

Quiso el ministro, dentro de sus atribuciones, nombrarle desde luego presidente del Consejo de Obras públicas; pero se resistió con gran energía, para no lastimar a un compañero querido. Llegó a este puesto con gran autoridad y a la presidencia de la Asociación del Cuerpo. Ambos tuvo que dejar al hacer avances alarmantes la enfermedad que ha minado los últimos años de su existencia. Sólo transigió en permanecer en Madrid hasta que terminase el Congreso Internacional de Ferrocarriles del año 1930, en el que, como en todo lo que se le encomendaba, hizo brillante papel.

Penosamente ha transcurrido la postrera etapa de su vida. Ultimamente el desenlace fatal se precipitó, y aunque acudí presuroso a su lado, desde Vitoria, a donde me telefonaron la triste noticia, sólo llegué con tiempo para besar su frente helada por la muerte, que para él ha sido una liberación bienaventurada.

Y este es el consuelo que dejan los que al entrar en la eternidad fueron en esta vida como Pepe Gaytán, rectos, justos y de limpio y gran corazón.

Vicente MACHIMBARRENA

Ante el próximo Congreso de Carreteras de Munich

I

Pavimentos a base de cemento portland

Con la diligencia a que nos tiene acostumbrados el formidable organizador M. Le Gavrian, secretario de la Asociación de los Congresos de Carreteras, hemos recibido noventa Memorias que han de discutirse en este Congreso. Falta la colaboración española, debido a que, *por fin*, se ha organizado en forma permanente el modo de reunir, en los intervalos entre Congresos, los datos necesarios para redactar trabajos sobre lo mucho interesante que se realiza en nuestro país. Nombrada una Comisión, compuesta de personas calificadas, *los guerrilleros*, que tantos años trabajamos en orden disperso, nos hemos visto relevados de la ingrata misión de intervenir aisladamente, cuando casi todas las naciones tenían Delegaciones numerosas que realizaban labor de conjunto. No teniendo tiempo la Comisión nombrada de redactar Memorias, ha dirigido sus esfuerzos a colaborar en la Exposición aneja al Congreso, y ha remitido ya los materiales para instalar la sección española.

Esperamos poder tratar con amplitud de todos los temas del Congreso; pero en la ocasión presente nos limitaremos a los dos primeros, que resumiremos con los nombres de "Pavimentos a base de cementos portland" y "Pavimentos bituminosos".

Se han presentado 16 Memorias sobre este tema, correspondientes a Alemania, Australia, Austria, China, Finlandia, Francia, Holanda, Hungría, Inglaterra, India, Italia, Japón, Polonia, Suecia y Suiza.

Memoria alemana.—En ella se da cuenta del rapidísimo crecimiento de los pavimentos de hormigón en dicho país, que tiene ya más de tres millones de metros cuadrados en carreteras, construídos desde el año 1926 hasta la fecha. Considera que la técnica de estos pavimentos está formada en su mayor parte, habiendo pasado del período de ensayos y tanteos. La "Sociedad de estudios para adecuación de las carreteras a la circulación automóvil" ha publicado instrucciones detalladísimas para la ejecución de los pavimentos de hormigón.

Se insiste muy especialmente en que no puede confiarse esta clase de obras más que a contratistas que conozcan perfectamente la manera de ejecutar los pavimentos de hormigón.

Publica estadísticas detalladas del coste de conservación de pavimentos construídos los años 1927, 1928 y 1929, de los que resulta un gasto medio por metro cuadrado y año inferior a seis céntimos de peseta.

Respecto a espesores mínimos, aconseja los siguientes:

Sobre antiguo macadam... ..	15 cm.
Sobre suelo estable	18 "
En condiciones ordinarias... ..	20 "
Sobre suelo dudoso... ..	25 "

Una observación interesantísima que se consigna en la Memoria alemana es que las armaduras de menos de 2 kg/m² no tienen influencia alguna respecto a la supresión de grietas.

En cuanto a la ejecución en dos capas, aconseja que no contenga menos de 250 kg de cemento por metro cúbico la inferior, y 350 kg de cemento por metro cúbico la superior.

Da cuenta de que el año 1933 se han hecho algunos tramos de ensayo empleando cemento portland, al que se ha adicionado betún asfáltico, para ver si es cierto, como algunos aseguran, que con esta composición se evitan las grietas en absoluto.

Respecto a los pavimentos de macadam aglomerado con cemento, se pronuncia la Memoria alemana por el método *sandwich*, e indica que no es necesario ningún tratamiento superficial con alquitranes ni betunes asfálticos.

Tanto los pavimentos de hormigón como los de macadam aglomerado con cemento se consideran excelentes desde el punto de vista de evitar el resbalamiento, tanto en tiempo húmedo como en tiempo seco.

La Memoria alemana hace unas conclusiones finales extremadamente favorables para los pavimentos-base de cemento portland.

Memoria australiana.—Esta Memoria viene a llenar el hueco producido por la falta de la Memoria norteamericana, porque los métodos son los mismos empleados en los Estados Unidos y la extensión del procedimiento también muy semejante, pues puede decirse que es el pavimento más en favor.

Como la técnica norteamericana está ya consagrada para estos casos, sólo detalles de construcción se consignan con alguna originalidad. Se conservan los espesores y los refuerzos en el borde de las losas, los redondos en sentido longitudinal, la distancia de juntas, etc. Digno de mención es que los bordes de las losas en las juntas, se redondean con radio de 6 mm, y que el relleno se hace con bandas preparadas de antemano y constituidas con corcho granulado impregnado de betún, entre dos paredes de fieltro, también impregnado con el mismo material. Antes de permitir el tráfico se rebaja la banda en la junta unos dos centímetros y se rellena el hueco con betún asfáltico.

Respecto a macadam aglomerado con mortero se hace en Australia por el método de superficie.

Memoria austriaca.—Se refiere a trabajos muy recientes, y, en consecuencia, no deduce conclusiones. Es interesante en esta Memoria la descripción de un procedimiento de ejecución de juntas, en el que se dispone una tabla en el fondo, que sólo llega a 8 cm de la superficie; colocado el hormigón, se practica una ranura de 3 cm de profundidad en correspondencia exacta con la tabla; al cabo de una semana se produce generalmente la rotura de la losa en el sitio previsto.

También es de notar en la Memoria austriaca una graduación de áridos, en la que se excluyen los comprendidos entre 5 y 15 mm, para que los huecos estén rellenos con mortero y no con áridos de tamaños intermedios. Se consigue así gran resistencia para el hormigón.

Memoria china.—Describe unos tramos de ensayo, que tienen como única particularidad armaduras de bambú. Funda grandes esperanzas en esta forma de armar las losas.

Contiene esta Memoria otra particularidad, consistente en pavimentos con bandas de hormigón intercalados en un afirmado ordinario. Las dos bandas tienen 90 cm de ancho y están separadas 70 cm.

Memoria finesa.—Se fija casi exclusivamente en el modo de disminuir los gastos de construcción, reduciendo la dosificación de cemento en los hormigones. A este fin indica que los pavimentos construidos en Finlandia en los años 1930 al 1933 se han hecho de dos capas: una dosificada a 315 kg de cemento por metro cúbico para capa superior, y otra a 215 kg de cemento por metro cúbico para capa inferior. Se pone armadura metálica de 1,13 kg por metro cuadrado.

Las resistencias obtenidas con esa dosificación a los 28 días han sido: de 510 kg/cm² para la capa superior (media de 63 probetas), y 473 kg/cm² para la capa inferior (media de 67 probetas).

Si recordamos que en la Memoria de Alemania se considera poco conveniente la reducción de la dosis de cemento y que no tienen objeto alguno las armaduras de menos de 2 kg por metro cuadrado, se verá la contradicción fundamental entre ambos trabajos, pues de seguirse las ideas alemanas, la economía se obtiene suprimiendo la armadura, que influye mucho más que la reducción del cemento.

Memoria francesa.—Comienza por hacer un resumen de la extensión de los pavimentos de hormigón en Francia, destacándose la villa de París, que tiene ya 490 000 m². Indica que esta clase de pavimentos se han hecho en calles y carreteras de tráfico intenso, del que una parte son vehículos de llantas metálicas.

Actualmente se han abandonado los tipos de poco espesor y las dosificaciones de cemento bajas, adoptando el sistema de dos capas, en el que la superior es de 6 a 8 cm de grueso y dosificación rica en cemento; la consolidación es muy enérgica, por apisonado o por vibración. Gracias a la perfección de los nuevos métodos se puede decir que los pavimentos de hormigón, ejecutados por contratistas competentes, han resistido a pruebas duras, sin otras averías que la formación de fisuras, que dañan algo al buen aspecto, pero que no comprometen la solidez de la obra.

Cita como particularmente característica la pavimentación en París de la calle de Alberto I, hecha en septiembre de 1924, y por la que pasan al día 14 000 vehículos, de los cuales son pesados 2 000, siendo el ancho de la calzada 9 m. De las 47 losas de que consta, sólo cinco tienen fisuras longitudinales y siete transversales; las fisuras son capilares y no tienen importancia alguna. La degradación superficial es mínima.

Habiendo dado próximamente el mismo resultado los supercementos que los cementos ordinarios y las dosificaciones de 700 kg/m³ que las de 500, y

aun menos, se emplean hoy sólo cementos corrientes y dosificaciones máximas de 500 kg de cemento por metro cúbico, sobre todo cuando el tráfico es sólo sobre llantas de goma.

Las grandes velocidades a que se entregan los conductores en los pavimentos de hormigón exigen que la superficie de éstos esté perfectamente perfilada al ejecutarse y que no se produzcan desigualdades por degradación del mortero que relluye. A este fin se van empleando muchos hormigones de poco mortero, que se comprimen y terminan por medio de varias máquinas, que la Memoria describe.

Respecto a las juntas, la tendencia actual es a espaciadas hasta 20 y aun hasta 25 m, lo que no presenta inconvenientes, dada la relativa pobreza en mortero de los hormigones que se emplean. La junta se guarnece con una lámina de madera de 3 mm de ancho, formada por tres hojas con las fibras cruzadas. Algunos días después de la ejecución del hormigón se abre una ranura en el lugar de la junta, de 15 mm de ancho y 20 mm de profundidad, que se guarnece con una mezcla especial, de coloración muy parecida al hormigón, líquida a la temperatura de empleo (150°) y plástica a la temperatura ordinaria. Al verificarse la retracción, la mezcla rellena prontamente la junta. La ranura se hace rápidamente por medio de una muela de carbóndum.

Se ha ensayado hacer juntas provisionales colocando bandas de caucho de 3 cm, que se retiran cuando el hormigón está seco. Las juntas de fibrocemento no han dado buen resultado, porque se rompen al apisonar el hormigón.

En algunos pavimentos de hormigón ejecutados en Francia se ha observado que los vehículos patinan, y, después de un estudio detenido, se ha llegado a la conclusión de que el deslizamiento se produce en tiempo húmedo, cuando la piedra no aparece apenas en la superficie. Esto sucede en los tipos primitivos de pavimentos, en que se empleaban con mucha proporción supercementos sin arena y cuando por exceso de agua refluían lechadas a la superficie. Actualmente se emplean aparatos para hacer desaparecer la lechada y para dejar las piedras al descubierto.

Dato muy interesante de la Memoria francesa es que se tiende a limitar el tiempo de cura del hormigón y las precauciones corrientes. Cita el caso de una carretera en la que sólo se curó durante siete días y por medios muy sencillos.

Con referencia al coste, se indica que se han conseguido reducciones muy notables en los pavimentos recientes de hormigón. Se especifica también un macadam aglomerado con cemento, que resulta de bajo coste y no necesita enlucido superficial; la particularidad es el empleo de cemento puzolánico, compuesto de 400 kg de portland y 500 kg de puzolana. En afirmados de 10 a 15 cm de espesor, según las condiciones del terreno de sustentación, se emplean 900 kg de cemento puzolánico por metro cúbico de piedra partida.

Memoria holandesa.—Describe unos ensayos efectuados hace cerca de seis años para averiguar el efecto de la longitud de las losas en la fisuración. Se hicieron losas de 40 a 100 m, armadas con redondos cada 10 cm, sin ligazón transversal. Las grietas aparecidas han sido muy escasas y sin importancia.

En esta Memoria se detalla un nuevo sistema para terrenos poco consistentes, en los que se construye la losa sobre largueros.

Memoria húngara.—Según resulta de esta Memoria, el país húngaro se ha lanzado resueltamente a construir en gran escala carreteras de hormigón, y tiene ya más de 200 km. Disponiendo de excelente cemento portland y de abundantes rocas de origen ígneo, ha obtenido buenos resultados.

En la actualidad, y gracias a la facilidad de procurarse créditos baratos y a plazo largo, algunos contratistas construyen los pavimentos de hormigón por el mismo precio que a las Administraciones les cuesta el afirmado ordinario, obligándose éstas a pagar durante quince años al contratista la cantidad media que exigiría la conservación del macadam, y quedando a cargo del contratista la conservación durante los quince años del pavimento de hormigón. Resulta de los datos consignados en esta Memoria que, en definitiva, son más baratos los pavimentos de hormigón que los afirmados ordinarios.

Preocupa en Hungría, como en todas partes, la aparición de grietas longitudinales y transversales. En relación con estas últimas, se considera posible reducirlas haciendo las losas de 10 a 15 m de longitud. En algunos sitios, aunque pocos, han aparecido grietas en red, que no tienen conservación tan sencilla como las longitudinales y transversales.

Memoria inglesa.—Es muy extensa e insiste sobre muchos puntos bien conocidos. Merecen especial mención las observaciones que hace sobre la manera de preparar el cimiento, que cuando el hormigón tiene superficie considerable y se disponen juntas de dilatación, conviene que sea lo más liso posible, para facilitar los movimientos de dilatación y contracción del pavimento. Por el contrario, cuando no existen juntas de dilatación, es preferible que el terreno de sustentación se prepare en forma rugosa y aun disponer en él surcos; la razón es que se prefieren varias fisuras de poco grueso que pocas fisuras anchas.

Habiéndose observado en las probetas que se sacan de los pavimentos para hacer ensayos, que su parte inferior es pobre en cemento y porosa, se va extendiendo la práctica de colocar sobre el terreno papel impermeable, que se obtiene corrientemente en el comercio; este papel impide, al mismo tiempo que la pérdida del cemento, la del agua necesaria para el fraguado.

Se utiliza poco en Inglaterra el apisonado mecánico. La operación se efectúa generalmente por vigas y en el sentido longitudinal; a veces se termina la superficie pasando una tabla.

La cura del hormigón se efectúa por los métodos conocidos; últimamente se ha empleado un riego con emulsión de betún para impedir la evaporación del agua contenida en el hormigón.

El espesor de las losas es, como mínimo, en Inglaterra de 15 cm, y en las carreteras principales de 30 centímetros. Con frecuencia se hacen de dos capas.

Las juntas, cuando se hace el pavimento por losas alternadas, son al tope, sin material alguno de relleno, y su distancia es, como máximo, 5 m, y generalmente 3,60 m; con este procedimiento de construcción no se hacen juntas longitudinales si el ancho de la calzada es inferior a 9 m.

Si el pavimento se hace por el procedimiento de bandas separadas por una junta longitudinal, que es el más usado, las juntas se disponen a unos 15 m de distancia, aunque también hay muchos casos de mucho mayores distancias, sin que se hayan presentado grietas transversales. Con este procedimiento se suelen disponer en cada losa agujas metálicas, que penetran sin rozar en la otra, para que siempre se mantengan al mismo nivel. El material para relleno de juntas es de tipo plástico y no se adhiere al hormigón; generalmente tiene por base un betún al que se incorporan piedrecillas, procurando que tenga color parecido al del hormigón. Se ensaya actualmente la colocación de bandas de cobre maleable sobre las juntas transversales.

Las juntas longitudinales son siempre del tipo de caja y espiga; se suele enlucir con betún asfáltico la parte de la caja.

La Memoria inglesa da cuenta de que se hacen muchas carreteras con afirmados de piedra partida aglomerados con mortero de cemento. El método seguido es generalmente el *sandwich*.

Respecto al deslizamiento, consideran los ingleses que los pavimentos de hormigón son de los menos resbaladizos. Unicamente en rampas superiores al 6 por 100 se procura que exista en la superficie gran número de áridos gruesos y se hace desaparecer el mortero para dejar los áridos al descubierto.

Memoria india.—Describe los ensayos de pavimentos de hormigón hechos en carreteras y en ciudades desde el año 1929, particularmente en la villa de Hydrabad, en la que ya existen 34 km de calles con calzada de hormigón.

Memoria italiana.—En ella se da cuenta de que actualmente existen en Italia más de tres millones y medio de metros cuadrados de pavimento de hormigón de cemento, correspondientes a los diferentes tipos. El pavimento de las autovías, destinado a soportar un tráfico exclusivamente de automóviles y, en general, de poco peso, está constituido por un hormigón relativamente pobre con un enlucido de alquitrán o betún asfáltico con gravilla. El otro tipo, destinado a soportar tráfico de llanta metálica en su mayor parte, es de hormigón rico, sin ninguna clase de enlucido.

En las autovías la conservación tiene que ser continua para mantener el enlucido; los pavimentos de hormigón rico apenas necesitan conservación.

En Italia se persigue, principalmente, conseguir pavimentos de hormigón, que resistan perfectamente al intenso tráfico de llanta metálica, y puede decirse que todavía no se ha llegado a la conclusión definitiva; sin embargo, parece que tienen carácter de adoptarse con generalidad las juntas longitudinales, la distancia reducida entre juntas transversales, la ausencia de armaduras, el empleo de cementos de calidad superior, la alta dosis de cemento en los pavimentos de capa única o en la superior en los de dos capas y la terminación por métodos vibratorios.

En la carretera Dei Giovi, cerca del pueblo de Binasco, se ha establecido una sección experimental por la que circulan carros de llanta metálica. Dada la variedad de los hormigones que la constituyen, se podrá deducir cuáles son más convenientes para resistir el desgaste, y se espera poder deducir una rela-

ción entre la resistencia a la compresión y la resistencia al desgaste.

También se estudian en Italia los medios para evitar resbalamientos en las calzadas de hormigón.

Memoria japonesa.—Hasta el año 1929 los pavimentos de hormigón no se desarrollaron mucho en el Japón, por la existencia de 400 000 carros con llanta metálica, lo que obliga a proyectar pavimentos carros del tipo Koseki (hormigón sin arena). En los últimos años el tráfico de carros ha disminuído mucho, y, en cambio, ha crecido extraordinariamente el de automóviles. Como consecuencia, se han hecho muchos pavimentos de hormigón, y hoy existen más de 1 600 000 m² de este material.

Según los ingenieros japoneses, los pavimentos de hormigón dan resultados satisfactorios; el coste de construcción es relativamente poco elevado y el de conservación muy pequeño; esperan que se empleen cada vez más en el porvenir.

Las juntas transversales se disponen a distancia de 10 m. Al principio, y con objeto de mantener las losas al mismo nivel, se colocaban espigas metálicas para solidarizar las losas, según el método descrito al tratar de la *Memoria inglesa*; pero se ha comprobado que al impedirse los movimientos independientes de las losas se producen numerosas grietas. Asimismo se han observado muchas grietas inmediatas a las juntas longitudinales, cuando éstas se hacen a caja y espiga.

Esta Memoria contiene un estudio teórico muy interesante sobre la formación de grietas longitudinales y transversales.

Respecto a procedimientos para evitar el deslizamiento en las fuertes rampas, se aconseja el extender piedra partida de 5 a 6 cm sobre el hormigón fresco, y efectuar una compresión hasta que una de las caras de la piedra sobresalga 6 mm de la superficie del hormigón. Se ha evitado así el resbalamiento en rampas de 16 por 100. Otro método es practicar ranuras colocando barras de hierro sobre el hormigón fresco y después de pasar un cilindro, se retiran.

Dato muy curioso de la Memoria japonesa es que se entregan los pavimentos de hormigón al tráfico en un plazo de tres a cinco días.

Memoria polaca.—Cita esta Memoria el caso curioso de una calle en Cracovia, pavimentada con hormigón el año 1912, que resistió el enorme tráfico de la guerra, y que se encuentra actualmente en buen estado. Esta ciudad ha continuado con los pavimentos de hormigón, y tiene actualmente 36 000 metros cuadrados.

El procedimiento se ha extendido a varias secciones de ensayo en carreteras.

Memoria sueca.—Puede decirse que Suecia es una de las naciones que más pavimentos de hormigón han hecho, pues en pocos años cuenta ya con más de ochocientos mil metros cuadrados.

Los métodos empleados en Suecia son los norteamericanos. Para las juntas longitudinales se han abandonado las placas de palastro, y se prefiere el sistema de junta falsa.

Las juntas de dilatación y contracción se colocan actualmente a distancia de 20 a 30 m. El ancho de las juntas es de 10 a 20 mm.

Todas las carreteras modernas se hacen con armadura de cuadrícula formada por redondos de 8 mm, colocados a 25 cm de distancia y bajo la superficie.

Las carreteras antiguas, construidas el año 1923 con dosificación de $1 \times 2 \times 3 \frac{1}{2}$, y con la única armadura de un redondo de 19 mm en cada borde de la losa, presentan algunas grietas. La distancia media entre las grietas y las juntas es de 12 a 15 metros. El desgaste se ha medido con gran precisión, y resulta el más pequeño de todos los tipos de revestimiento. Una vez desaparecida la lechada, el desgaste es del orden de medio milímetro por cada 1 900 000 pasos de vehículo.

En cuanto al peligro de deslizamiento, afirman los ingenieros suecos que prácticamente no existe en este tipo de pavimento. No ha habido hasta ahora un solo accidente que pueda atribuirse a esta causa. Se considera hasta superior a los adoquinados. En invierno, y particularmente en el paso de otoño a invierno, cuando las películas de hielo se funden y se rehacen alternativamente, la costra de hielo se adhiere perfectamente al hormigón.

Probablemente este buen resultado se debe al paso del cepillo cuando se hace el acabado del hormigón, pues desaparece la lechada y quedan las piedras al descubierto. No se toma otra precaución contra el deslizamiento.

Memoria suiza.—En los últimos tiempos ha aumentado sensiblemente el empleo del hormigón en pavimentos, tanto por el favor que ha adquirido entre los usuarios de las carreteras como para evitar la importación de productos extranjeros. No solamente progresa el hormigonado de carreteras sino el de calles, y las de acceso al Palacio de las Naciones, en Ginebra, van a pavimentarse con este material.

Estiman los ingenieros suizos que el coste de los pavimentos de hormigón, si se tiene en cuenta los de conservación, resulta poco elevado. En Suiza construye prácticamente todos los pavimentos de esta clase la Sociedad Betonstrassen A. B., la que efectúa gratis la conservación durante cinco años, y a cinco céntimos de peseta por metro cuadrado, la de otros diez años.

En cuanto a la duración, cita la Memoria el caso de un pavimento construido el año 1909, que está

aún en buen estado, y soportó durante diez años un tráfico casi exclusivamente de llanta metálica.

En los nuevos pavimentos se hace un cimientado de canto rodado y arena que sirve de amortizador de los efectos de los cambios de temperatura, obra como aislante contra el hielo, drena el agua y reparte las presiones. Cuando el hormigón insiste sobre un antiguo afirmado, éste se escarifica dándole el perfil requerido.

Las dosificaciones actuales son de 250 kg por metro cúbico de hormigón de la capa inferior y 300 a 400 kg de cemento por metro cúbico para la capa superior.

Se hace junta central para anchos de 5 a 8 metros, dos juntas para anchos de 8 a 11 m y tres juntas para anchos de 11 a 14 cm.

Las juntas transversales se hacen a distancias de 6 a 12 m, según el terreno de cimentación. Las juntas de tensión se hacen corrientemente con cartón asfaltado. Las juntas de contracción son unas veces aparentes y otras ocultas.

Actualmente se arman los pavimentos de hormigón con metal desplegado o redes de alambre.

Para hacer rugoso el pavimento en las rampas superiores al 6 por 100, se hacen estrías a mano o a máquina. También se hacen aplicaciones de carbonato de silicio.

Otro procedimiento para evitar los pavimentos deslizantes es regar y barrer durante la construcción; esto exige modificar la composición de las mezclas, de modo que sólo tengan mortero y áridos de grueso calibre.

De todos modos este problema no es grave, pues existiendo pavimentos con el 12 por 100 de pendiente con tráfico de carros, no se han presentado reclamaciones respecto al resbalamiento.

Resumen y conclusiones.—Hemos procurado destacar lo más interesante de cada Memoria; pero no coincidimos en muchos puntos con el criterio del ponente general, Mr. Otto Dyckerhoff. Las conclusiones presentadas por éste se discutirán en el Congreso, y por ello consideramos ocioso transcribirlas, pues será mucho más interesante consignar en su día las conclusiones que se aprueben.

En el número próximo se tratará de los pavimentos bituminosos.

Manuel AGUILAR
Ingeniero de Caminos

La lemniscata de Bernoulli en las curvas de las carreteras¹

IV

Proyecto de zigzag en un tramo de carretera de acceso a un puente

Para cruzar una ría de importancia, de cuyo nombre no quiero acordarme, se ha proyectado, no ha

mucho tiempo, un puente de altura y longitud grandes, con sus correspondientes tramos de carretera de acceso, en uno de los cuales hay un zigzag con curva circular de 30 m de radio, ángulo en el centro de 222°, longitud de 113 m y ancho de explanación constante e igual a 6 m (fig. 9). En los planos del proyecto no aparece previsión alguna en relación con la transición, el peralte, el sobreancho y la visibilidad.

¹ Véase el número anterior, página 288.