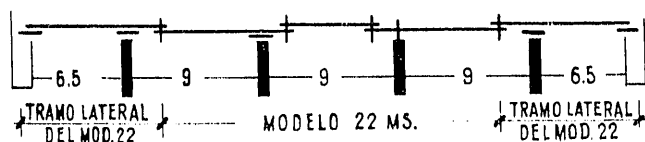


Figura 5.^a

ral con su ménsula y el central. La luz total obtenida es de 40 m., y no es preciso insistir sobre el hecho de que cumple las condiciones de altura estricta y de economía de construcción. La cimentación se ha realizado directamente sobre los acarreos, a la profundidad conveniente, para no ser alcanzada por las socavaciones del río.

Los puentes sobre el río Manzanares son el de Puerta de Hierro en la desviación de la carretera de La Coruña, y el de El Pardo, para la nueva carre-

Figura 6.^a

tera directa a la Sierra. El primero es del tipo dintel de tres tramos con vigas modelo 50 m. y va apoyado sobre pilares cilíndricos de 70 cm. de diámetro. La palizada de acceso es losa continua sobre columnas tipo para cuatro vías. (Se ha descrito con todo detalle en cuatro artículos de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de septiembre, octubre y noviembre de 1934.)

El de El Pardo es otro ejemplo de cómo pueden conseguirse soluciones de cinco tramos mediante

construcción de los modelos de la Colección. Así está integrado por los de 50 m. de pórtico en π y dintel de tres vanos. Los dos tabiques centrales son solidarios del dintel, pero los otros dos quedan independientes, pues las flexiones debidas a variaciones termohigrométricas los hubieran sometido a esfuerzos de consideración (aproximadamente triples que para los tabiques intermedios), por lo que resulta más económico dejarlos independientes. La longitud total obtenida es de 30 m.

En este último puente se ha realizado una instalación de control extraordinariamente interesante. El Gabinete Técnico de Accesos y Extrarradio destinó una partida del presupuesto a investigación experimental directa sobre la obra, instalando 20 auscultadores tipo Teón para medición de tensiones interiores en el hormigón y dos para medición de temperaturas. Se han hecho observaciones durante toda la primera época de vida del hormigón, en las pruebas y para distintas posiciones del cilindro compresor, moviéndose a lo largo de la viga central, en la cual están los aparatos de auscultación, y por las inmediatas, para estudiar la repartición de cargas entre las mismas. Es la primera vez que en España se hacen observaciones directas sobre un puente.

Carlos FERNÁNDEZ CASADO.
Ingeniero de Caminos.

Últimas novedades en pavimentos de ladrillos

Los adoquinados de ladrillo tienen en España una representación muy modesta, y, como consecuencia de ella, la experiencia personal directa, naturalmente muy limitada, es patrimonio de unos cuantos ingenieros de Caminos; en los demás españoles aquella experiencia es completamente nula.

La circunstancia de que los ladrillos para adoquinados se fabrican en España, y con materiales españoles exclusivamente — carbón, arcilla, pizarra, agua —, les da el carácter de *producto nacional*, sin reserva mental alguna. Tal fabricación tiene existencia desde hace algunos años, aunque sin aplicación seria y formal, en adoquinados hasta 1931; entonces se utilizaron sus productos en un tramo corto de carretera por una Jefatura de Obras públicas.

La recopilación que contiene este artículo no es

hija de la experiencia personal y directa de su autor sobre adoquinados de ladrillo, excepto en el caso mencionado en el párrafo anterior. Constituye, positivamente, un resumen de los últimos trabajos de carácter experimental realizados en los laboratorios de los Estados Unidos, y de las enseñanzas que proporcionan los adoquinados de ladrillo construídos recientemente en esa nación.

El objeto de los párrafos que siguen es despertar en gobernantes, ingenieros, fabricantes, usuarios, etcétera, el interés por conocer *íntimamente* los adoquinados de ladrillo, cuya aplicación en las vías urbanas e interurbanas españolas podría resultar muy conveniente, tanto desde el punto de vista técnico, como desde los relacionados con la economía, industria y balanza comercial nacionales.

I. Ladrillos.

a) FABRICACIÓN NEUMÁTICA.

El año 1902 se concedió en los Estados Unidos una patente relacionada con los procedimientos para extraer el aire que pudieran contener en su masa las arcillas y pizarras preparadas por el método de "pasta húmeda" o "plástico", para fabricar ladrillos y toda clase de productos cerámicos. La aplicación industrial de dicha patente no fué posible entonces, porque en aquella época no se disponía de bombas para producir con seguridad, eficacia y durante largos períodos de tiempo, las presiones necesarias. Desde 1932 existen en el mercado, con funcionamiento perfecto y económico; una sola fábrica de dicha nación ha instalado en estos últimos años más de ciento.

Los estudios experimentales realizados recientemente en la Estación de Ingeniería Experimental de la Universidad de Ohio, en relación con la aplicación de la "fase neumática" en el método de "pasta seca" para la fabricación de ladrillos, han tenido resultados completamente satisfactorios; si en la producción industrial se consigue análogo éxito, la aplicación de aquella fase con "pastas secas" se generalizará en el mismo grado que con las "húmedas".

Tres procedimientos existen para extraer el aire de las "pastas secas" sin que se produzcan grietas:

1.º *Empleo del butano.* — Consiste en *empapar* con butano la masa de arcilla o pizarra antes de que adquiera consistencia, con el propósito de que sustituya al aire en ella contenido; durante el prensado de la pasta para moldearla, el butano pasa al estado líquido, con expansión posterior tan lenta, que no se producen grietas. La aplicación de este gas, desde el punto de vista industrial, es posible, con el inconveniente derivado del riesgo de incendio. En algunas instalaciones ha sido sustituido el butano por el amoníaco, y en otras por el etileno, gases que también son solubles en agua.

2.º *Empleo de la doble presión.* — La presión que moldea la "pasta seca" se suspende en un cierto momento y a seguida se reduce en el grado necesario para que el aire, durante la expansión, abandone la masa, con acompañamiento de formación de grietas; un aumento subsiguiente en la presión, con mayor cuantía que en un principio, determina el cierre de las grietas.

3.º *Empleo de la evacuación directa.* — La extracción del aire se realiza cuando la pasta se encuentra en el molde, a través de placas perforadas que cubren las bases de los émbolos que transmiten la presión; mantener constantemente expeditos los agujeros de aquéllas es circunstancia que presenta no pocas dificultades.

Los ladrillos fabricados con la fase neumática, esto es, con extracción antes del moldeo del aire que contiene la pasta, seca o húmeda, en relación con los producidos por los procedimientos corrientes hasta hace pocos años, tienen menos pérdidas en el molino de bolas (rattler test), mayor resistencia a la rotura por compresión (unos 1 500 kg./cm.²), menor coeficiente de absorción y mayor peso específico, siendo el aumento de este un 4 % y la disminución del anterior un 1 %, tanto la estructura laminar, como las deformaciones durante la cocción, tienen mucha menos importancia en los primeros que en los segundos.

Es muy probable que la introducción de la "fase neumática" en la fabricación de ladrillos para adoquinados permita obtenerlos con gran resistencia mecánica, peso específico elevado, formas y dimensiones uniformes, y con precio moderado.

Características mecánicas de los ladrillos "neumáticos". — Es creencia muy generalizada la de que con la reducción tan importante que ha experimentado la circulación de vehículos con tracción animal, el ensayo de los ladrillos para adoquinados en el molino de bolas (rattler test) carece de interés hoy día, ya que con este ensayo se trata de reproducir la acción de llantas metálicas y de herraduras sobre los pavimentos, completamente distinta de la que ejercen las ruedas de los vehículos de tracción mecánica, cuya circulación es tan intensa actualmente. Parece indiscutible, por lo tanto, que los resultados del mencionado ensayo no pueden proporcionar al ingeniero la información que necesita para formar juicio sobre la calidad de los ladrillos para un adoquinado en relación con un tráfico en el que predominen los automóviles, y muy especialmente cuando aquéllos son del tipo "neumático".

Con objeto de adquirir algún conocimiento sobre la posibilidad de emplear ladrillos "neumáticos" en adoquinados, la Estación de Ingeniería Experimental de la Universidad de Ohio ha hecho ensayos con ladrillos de tres tipos, por su grado de cochura, con empleo de los métodos preconizados por la Asociación Americana de Ensayos de Materiales: se obtuvieron los resultados siguientes:

Procedencia de los ladrillos: Cantón, Ohio, "Metropolitan Paving Brick Company".

Altura de los ladrillos. Cm.	GRADO DE COCCIÓN	Rotura por flexión. Kg./cm. ²	Rotura por compresión. Kg./cm. ²
<i>"Canton Royal."</i>			
7,6	Claro, región alta del horno	157	1 094
7,6	Medio	161	1 129
7,6	Oscuro	178	1 081
10,2	Semi-oscuro, región central del horno	211	1 058
PRENSADO.			
<i>"Canton Imperial."</i>			
8,9	Claro, región baja del horno	114	953
8,9	Medio, ídem central ídem	150	989
8,9	Oscuro, región alta del horno	170	1 006
<i>"Bessemer."</i>			
7,6	Claro	149	811
7,6	Medio, región central del horno . .	157	1 153
7,6	Brillante	207	1 176
6,4	Medio	147	970
6,4	Oscuro, región baja del horno . . .	128	1 152
7,6	Oscuro	178	1 251

Todos los ladrillos, excepto los semi-oscuros, eran del tipo Dunn, fibra vertical y tacos.

Del examen de estos resultados se deduce:

1.º Las roturas por compresión tienen valores bastante mayores que los que exige la circulación de camiones con cargas grandes.

2.º Las roturas por flexión son tanto mayores cuanto más alta ha sido la temperatura de la cocción.

3.º Es muy conveniente llegar con ésta a la vitrificación casi completa de los ladrillos, aunque con ella pueda disminuir la tenacidad.

El Servicio de Carreteras Nacionales de los Estados Unidos (Bureau of Public Roads) y la Estación de Ingeniería Experimental de la Universidad de Ohio, mancomunadamente, han iniciado una serie de estudios experimentales que tienen por objeto el conocimiento de las características mecánicas de los ladrillos "neumáticos".

Los ensayos correspondientes se hacen con los productos de diez fábricas que emplean arcillas y pizarras de naturaleza muy diferente, con, y sin, la fase neumática, con tres grados de cocción, claro, medio y oscuro, en el tono del ladrillo.

El programa de los ensayos es el siguiente:

1. Ensayo normal en el molino de bolas (rattler test) con evaluación de desgastes individuales.
2. Idem de flexión.
3. Idem de compresión.
4. Idem de desgaste. "Deval".
5. Idem íd. Molino de bolas.
6. Idem de dureza.
7. Idem de absorción.
8. Idem de choque. Aparato de péndulos.
9. Idem íd. Aparato "Page".
10. Peso específico.

Terminados los ensayos y conocidos sus resultados, será posible preparar un pliego de condiciones facultativas para ladrillos "neumáticos" destinados a la construcción de adoquinados.

b) FORMAS Y DIMENSIONES.

El procedimiento que, casi universalmente, se sigue en la fabricación de ladrillos para adoquinados es el siguiente: las pizarras, las arcillas, o mezclas de unas y otras, en estado de polvo fino mediante el correspondiente molido, se amasan con la cantidad de agua necesaria para la formación de un barro, o pasta, que tenga la consistencia conveniente: un potente transportador helicoidal (Auger) arrastra y comprime, simultáneamente, la pasta, que finalmente expulsa al exterior a través de un "ventanillo" rectangular, constituyéndose así un prisma recto rectangular, el cual, recogido por una correa horizontal con movimiento rectilíneo de traslación, es transportado al aparato de alambres, los que automáticamente, cortan el prisma en trozos iguales, que son las unidades llamadas ladrillos: éstos se apellidan de "fibra vertical" cuando las dimensiones del "ventanillo" son el largo y el ancho de los ladrillos, determinando su espesor o altura la separación de aquellas cuerdas; las caras que corresponden al corte por los alambres, que siempre resultan más o menos ásperas, son las que han de formar parte de la superficie de rodadura del adoquinado.

Cuando las dimensiones del "ventanillo" son la longitud y la altura del ladrillo, su ancho será la separación de los alambres: el movimiento de éstos se realiza en forma tal que al mismo tiempo que cortan el prisma forman los tacos laterales: en este tipo de ladrillos, las caras lisas, esto es, las que corresponden a la dimensión mayor del "ventanillo", son las que han de constituir la superficie de rodadura.

En los ladrillos que se moldean por presión todas las caras son lisas.

Siempre fué aspiración general de los constructores de adoquinados de ladrillo la posibilidad de que la superficie de rodadura estuviera formada por las caras correspondientes al corte por los alambres, y muy especialmente estos últimos años, por la gran importancia que tiene la supresión de todo riesgo de deslizamiento lateral en los vehículos de tracción mecánica.

Muchos son los ingenieros que juzgan de absoluta necesidad la existencia de tacos en las caras laterales de los ladrillos, convencidos de que con ellos se facilita, y se perfecciona, el relleno de las juntas con materiales bituminosos. Además, la experiencia ha demostrado que la forma biselada de las caras de junta longitudinal lleva siempre consigo un relleno muy defectuoso, razón por la cual se ha empezado a sustituir el biselado por un plano vertical con tacos, también verticales, o inclinados en un solo sentido, con lo que se facilita la circulación del betún asfáltico, tanto cuando se estrenan los ladrillos, como cuando al cabo de veinte o treinta años de servicio, se invierten para su utilización durante otro período de análoga duración que el primero.

Existe en los Estados Unidos una Comisión Permanente con la misión de limitar el número de tipos de ladrillos para adoquinados, como existen otras parecidas para todos los productos industriales. La Comisión se reúne en Washington a principios de cada año, y, a la vista de las salidas de material de las fábricas durante el precedente, fija los tipos que habrán de producirse, preferentemente en el de la reunión. Los resultados más interesantes del régimen expuesto han sido los siguientes:

- 1.º Reducción del número de tipos en almacén.
- 2.º Reducción de la capacidad de los almacenes.
- 3.º Simplificación de la maquinaria.
- 4.º Economía de gastos de fabricación.
- 5.º Mayores probabilidades para cumplir las prescripciones de los pliegos de condiciones.

En general, los ingenieros han demostrado muy buena disposición para aceptar los tipos aconsejados por la Comisión, como demuestran los hechos siguientes:

En el año 1930, las salidas de los tipos de ladrillo propuestos por aquélla representaron el 70 % del total de toda clase de tipos.

En 1931 el 75 %.
En 1932 el 81,5 %.
En 1933 el 91,5 %.
En 1934 el 88,4 %.

En estos suministros, el tipo "fibra vertical con tacos" está representado por el

55,1 % en 1932.
42,5 % en 1933.
71,5 % en 1934.

El detalle de la distribución de los 125 millones de ladrillos vendidos en 1934 es el siguiente:

Fibra vertical sin tacos	6,4 × 10,2 × 21,6 cm. . .	9,7 %
Idem íd. íd.	7,6 × 10,2 × 21,6 cm. . .	5,9 %
Prensado con tacos	10,2 × 8,9 × 21,6 cm. . .	9,6 %
Fibra vertical con tacos	6,4 × 10,2 × 21,6 cm. . .	19,1 %
Idem íd. íd.	7,6 × 10,2 × 21,6 cm. . .	37,5 %
Idem íd. íd.	8,9 × 10,2 × 21,6 cm. . .	6,6 %

88,4 %

La frase "fibra vertical" no corresponde a realidad alguna, especialmente desde que se ha generalizado la aplicación de la "fase neumática" en la fabricación de ladrillos para adoquinados: no existe imaginación capaz de concebir fibras en la masa homogénea y compacta que sale por el "ventanillo" del transportador helicoidal. Parece indudable que la mencionada frase continuará en uso, dada su asociación con un tipo especial de ladrillos.

II. "Cama" de mortero confeccionado con emulsión asfáltica y arena.

Las emulsiones asfálticas pueden pertenecer a uno de estos dos grupos:

- a) Descomposición lenta, para hormigones.
- b) Descomposición rápida, para riegos.

Es evidente la imposibilidad de sustituir las de un grupo por las del otro. Las del segundo han de emplearse con arena gruesa y limpia, con gravilla, o con piedra partida.

Algunas emulsiones del primer grupo, aun en período de experimentación, parece que pueden mezclarse rápidamente con arena sin clasificar y con dosis grande de polvo, circunstancia de la que se deriva la posibilidad de utilizarlas en la formación de morteros bituminosos para "cama" de adoquinados de ladrillo, aunque con el inconveniente de que, si transcurre poco tiempo entre su preparación y la colocación de los ladrillos, la descomposición de la emulsión se perturba, y puede ocurrir que en algunas zonas o parajes no se inicie, hecho que se agrava cuando el relleno de las juntas se hace inmediatamente después de colocados los ladrillos.

Las emulsiones tienen la ventaja de que permiten el empleo de arenas húmedas, cuya utilización es imposible en los morteros de alquitrán, o de betún asfáltico, materiales que exigen arenas completamente secas.

Las de granos redondeados producen morteros con tendencia al ascenso en las juntas del adoquinado durante el cilindrado de los ladrillos, con posibilidad de llenarlas, lo que no sucede cuando los granos son angulosos: con éstas, la penetración en las juntas es inferior a un centímetro.

La "cama" ha de cilindrase siempre que el material que la constituye no se adhiere a los rodillos y resulte imposible conseguir una superficie perfectamente lisa; con las emulsiones de descomposición lenta, el mortero con ellas formado no se adhiere a los rodillos, pero sí con las de descomposición rápida, razón por la cual, cuando se emplean, es necesario renunciar al cilindrado de la "cama".

III. Materiales para relleno de juntas.

EMULSIONES ASFÁLTICAS

Tanto los estudios experimentales en laboratorios, como las observaciones directas en adoquinados de ladrillo construídos en calles y en carreteras, han demostrado que las emulsiones asfálticas no deben emplearse en el relleno de juntas.

Los ensayos que, sobre este particular, se han hecho en la Universidad de Illinois, confirman la con-

clusión del párrafo anterior, y permiten establecer, como resultados de los mismos, los dos apartados siguientes:

1.º Las emulsiones que se descomponen rápidamente no disponen de tiempo suficiente para llegar al fondo de la junta, ni para impregnar todas las partículas de arena antes de que aquella descomposición se realice.

2.º Las emulsiones que se descomponen con lentitud no penetran uniformemente a través de la arena, y pueden llegar hasta la "cama", sin cubrir totalmente los granos de la que permanece en la junta: si la región inferior de esta fuera impermeable a la emulsión, se llegaría a la saturación con formación de costra de betún asfáltico en la zona alta, constitutiva de un obstáculo para la descomposición de la emulsión del interior de la junta, hecho que confirma la experiencia.

ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN LA UNIVERSIDAD DE OHÍO.

Estos estudios se han hecho en la Estación de Ingeniería Experimental de la Universidad con la cooperación de la entidad "National Paving Brick Association", de los Estados Unidos; lo que sigue es un extracto de la Memoria que sobre dichos estudios y sus resultados ha redactado el Dr. Walter C. Rueckel, ingeniero-operador de aquella Estación.

El ladrillo del tipo "fibra vertical", el preferido hoy día para la construcción de adoquinados, tiene, entre otras la valiosa característica de que con él la superficie de rodadura es áspera, tanto en el momento de terminarse el pavimento, como durante toda su vida, que puede llegar a los veinte, treinta y hasta cuarenta años, sin riesgos de deslizamientos, lo mismo transversales que longitudinales. Sin embargo, cuando las juntas se llenan con betún asfáltico, este material, por efecto de la exudación, se esparce parcialmente sobre la superficie de rodadura, la que entonces es resbaladiza.

Los primeros trabajos de laboratorio consistieron en la determinación del coeficiente de dilatación térmica de varios materiales ya utilizados, o que podrían utilizarse en el relleno de las juntas de los adoquinados de ladrillo, obteniéndose los valores siguientes:

Betunes asfálticos. (Entre 5º y 50º C.).

Procedentes de un aceite semi-asfáltico.	66×10^{-6}
Idem de id. asfáltico	45×10^{-6}
Idem de vacimientos naturales	53×10^{-6}
Valor medio de 25 muestras	65×10^{-6}

(Determinados por U. S. Bureau of Standards.)

Ladrillos. (Entre 10º y 52º C.).

Fabricados con pizarras:

Valor medio de dos partidas	$1,9 \times 10^{-6}$
<i>Asufre plástico</i> mezclado con arena	$4,6 \times 10^{-6}$

(Determinado por "Texas Gulf Sulfur Co.")

Morteros de cemento. (Entre 6º y 53º C.).

1 parte de cemento y 2 de arena	$4,9 \times 10^{-6}$
2 partes de cemento y 6 de arena y 1 de cal	$2,7 \times 10^{-6}$
1 parte de cemento y 4 de arena	$2,8 \times 10^{-6}$

Se observa en la relación anterior que el coeficiente de dilatación térmica del betún asfáltico es, aproximadamente, 35 veces mayor que el del ladrillo; ahora bien, como el volumen de éstos en un adoquinado es diez veces el de las juntas, con la corrección correspondiente por no ser completo su relleno, y aunque la dilatación de un ladrillo, entre los límites de temperatura antes consignados, es solamente 0,035 mm., resulta que 6,4 mm. de material bituminoso tienen la misma dilatación que un ladrillo; por consiguiente, la mayor parte de la exudación producida por la dilatación térmica, tiene su origen en la magnitud del volumen de betún asfáltico que llena las juntas, conclusión confirmada por ensayos hechos con probetas de adoquinado con juntas muy delgadas y llenas con un betún asfáltico cuya temperatura era muy poco inferior a la de inflamación momentos antes de su empleo en obra; en estos ensayos la exudación tuvo muy poca importancia.

Los morteros de cemento, pobres, tienen un coeficiente de dilatación térmica muy análogo, por su cuantía, al del ladrillo; no hay que olvidar que el fraguado lleva consigo un importante aumento de volumen.

El coeficiente de dilatación térmica del azufre plástico es pequeño; este material tiene la propiedad de que se deforma visiblemente cuando sobre él actúan fuerzas de compresión.

Las probetas con que se hicieron los estudios experimentales eran trozos de adoquinado de forma cuadrada con 90 cm. de lado; tanto la temperatura como la duración de los ensayos correspondientes se fijaron en el programa de éstos. Se obtuvieron los resultados siguientes:

1.º Los betunes asfálticos procedentes de aceites asfálticos tuvieron menos exudación que los procedentes de aceites semi-asfálticos; los primeros casi siempre tienen aspecto resinoso y son quebradizos con temperaturas bajas, mientras que los segundos son dúctiles y viscosos.

2.º Aunque los betunes asfálticos naturales, con temperatura de fusión entre 50º y 57º C., no exudan, en las probetas ensayadas hubo exudación.

3.º El betún asfáltico procedente de un aceite semi-asfáltico, mezclado con arena caliente, prácticamente no exuda; el empleo de este mortero tiene algunas dificultades derivadas de la gran diferencia entre las densidades de sus componentes, razón por la cual hace falta experimentar en la calle o en la carretera. La sustitución de la arena por el carbón en polvo no tuvo éxito.

4.º Las emulsiones asfálticas, con, o sin la adición de sustancias minerales, tienen, entre otros, el inconveniente de que se forma costra en la zona alta de las juntas.

5.º Los betunes asfálticos ligeros tienen el mismo inconveniente que las emulsiones.

6.º El examen comparativo de las propiedades de los betunes asfálticos procedentes de aceites asfálticos y de aceites semi asfálticos dió lugar a pensar que quizás fuera conveniente su mezcla, razón por la cual se prepararon y ensayaron cuatro combinaciones con dosis desde el 100 % del segundo hasta el 30 %, cuyas temperaturas de fusión estuvieron comprendidas entre 88º y 105º C.; los resultados mejores se obtuvieron con la dosis de 35 % del primer betún y 65 % del

segundo, mezcla cuya temperatura de fusión era 105º C., y la penetración 27 cm. a 25º C.

7.º También fué objeto de ensayos el azufre plástico, con resultados muy satisfactorios; mezclado con arena tiene las dos características siguientes:

a) Puede separarse muy fácilmente de los ladrillos cuando éstos han sido regados previamente con una disolución de cloruro cálcico.

b) La fluidez que posee en el momento de su empleo en obra es bastante mayor que la del betún asfáltico caliente, lo cual permite juntas delgadas, circunstancia que constituye el motivo de que el coste del relleno, por unidad superficial de pavimento, sea el mismo, aproximadamente, para los dos materiales.

Con objeto de conocer lo que ocurrirá al llevar las conclusiones anteriores a los adoquinados de ladrillo que se construyan en calles y en carreteras, la Estación de Ingeniería Experimental de la Universidad de Ohio y el Servicio de Carreteras del Estado han construido un tramo para el estudio correspondiente, cuyas obras dieron principio en los primeros meses del año corriente; la inspección, tanto durante el período de construcción como después de autorizado el tránsito, se hará por el Servicio de Carreteras Nacionales (Bureau of Public Roads), por el del Estado de Ohio, y por el Comité de estudios.

IV. Separación de la superficie de un adoquinado de ladrillo, del betún asfáltico adherido a la misma, después del relleno de las juntas.

Hasta hace poco tiempo, los adoquinados de ladrillo cuyas juntas se habían llenado con betún asfáltico tenían el inconveniente de que eran resbaladizos durante los primeros meses de su vida, particularmente en tiempo húmedo; la experiencia sobre este particular ha demostrado:

1.º Que aquel inconveniente se presenta cuando la arena esparcida sobre la superficie del adoquinado, inmediatamente después de ultimado el relleno de las juntas, no forma mortero con el betún asfáltico sobrante.

2.º Que los adoquinados de ladrillo en los que el tránsito ha hecho desaparecer por completo la costra de betún asfáltico, no son resbaladizos, estén secos o húmedos.

Resulta indiscutible, por lo tanto, la necesidad de separar dicha costra, una vez terminado el relleno de las juntas, por un procedimiento mucho más rápido que el de confiarla al tránsito.

En el pliego de condiciones facultativas para la construcción del adoquinado de ladrillo del viaducto "Beaver Street" en Jacksonville (Estados Unidos), se prescribía que el relleno de las juntas se hiciese a mano y sin verter betún asfáltico alguno sobre el pavimento; el contratista solicitó que se le autorizara para realizar aquella operación con bruzas, después de regados los ladrillos con agua de cal, y para separar la costra bituminosa al poco tiempo. Hechos los experimentos consiguientes, quedó demostrado que, con la propuesta del contratista, se obtenían mejores resultados que con el procedimiento prescrito en el pliego de condiciones, consecuencia de lo cual fué la concesión de la autorización solicitada.

El relleno de las juntas ha de hacerse cuando los

ladrillos estén secos; entonces ya se ha formado una película dura sin adherencia alguna con aquellos, la cual, si permanece inalterable, permite que el relleno se demore algunos días, e impide eficazmente que el betún asfáltico se adhiera a los ladrillos, por lo que ha de procurarse que el agua de cal no moje sus caras de junta.

La dosis más conveniente es: dos partes de cal y tres de agua, en peso.

El agua de cal puede sustituirse por una disolución de cloruro cálcico, a la que se agrega una pequeña cantidad de almidón para que su estructura sea gelatinosa y para demorar la evaporación del agua; el relleno de las juntas ha de hacerse mientras la superficie del adoquinado permanece húmeda, e inmediatamente después ha de separarse la costra de betún asfáltico; si se dejara pasar algún tiempo, su adherencia con los ladrillos sería muy grande, tanto, que la separación sería imposible. La experiencia adquirida es quien enseña la manera de proceder en cada caso particular, en la que ejerce influencia preponderante el estado del tiempo. El carácter temporal del efecto preventivo de la disolución de cloruro cálcico quita toda importancia al hecho de que pueda mojar las caras de junta. La costra ha de separarse de los ladrillos por el deslizamiento sobre ellos del filo de la herramienta, no arrancándola y arrollándola sobre

sí misma. La dosis de aquella disolución debe ser: 65 partes de agua, 34 de cloruro cálcico, y una de almidón, en peso.

Algunos ingenieros prefieren el riego con agua de cal porque con ésta la separación de la costra se hace después que el betún asfáltico se ha enfriado; con este proceder no se produce depresión alguna en las juntas, pero existe la posibilidad de una subsiguiente dilatación que deposite alguna porción de aquél material sobre la superficie del adoquinado.

Tanto con el agua de cal como con la disolución de cloruro cálcico, el betún asfáltico caliente se vierte directamente en las juntas, sin esparcirle sobre el pavimento, porque esto le enfría algo; el relleno de las juntas resulta completo.

La costra separada, mezclada con cantidades iguales de material virgen, y caliente, puede utilizarse en el relleno de juntas.

Después de separada la costra, la superficie de rodadura queda perfectamente limpia y áspera, las juntas completamente llenas, y la superficie exterior de las mismas enrasada con las correspondientes caras de los ladrillos.

En el próximo número publicaremos algunos datos sobre la experiencia española y extranjera en esta clase de pavimentos de ladrillo.

Bienvenido OLIVER Y ROMÁN,
Ingeniero de Caminos.

Rasgos característicos del sistema de electrificación de la U. R. S. S.⁽¹⁾

RESUMEN

En este trabajo se exponen los puntos principales en que se asientan las bases científicas del establecimiento en la U. R. S. S., de un sistema único de energía eléctrica regulado según un plan (dirigido).

Se ponen en evidencia las posibilidades específicas de los sistemas eléctricos regulados según un plan, en cuanto se refiere al aumento de su rendimiento económico.

La industria eléctrica de la Unión Soviética ha entrado en una nueva etapa de su desenvolvimiento: la interconexión de las redes regionales y el establecimiento de los siguientes sistemas interregionales de gran potencia: "Sistema meridional", con una potencia instalada (en 1937) de dos millones de kilowatts y una producción anual de nueve mil millones de kilowatts/hora; "Sistema de la Región central industrial", con una potencia instalada (en 1937) de dos millones de kilowatts y una producción anual de ocho mil millones de kw./h.; "Sistema del Ural", con 1,3 millones de kilowatts y cinco mil millones de kw./h., respectivamente.

Ello permite una mejor utilización de los recursos disponibles, mediante el empleo de máquinas más potentes y más económicas, da una mayor seguridad al servicio, aumenta la carga de las máquinas, permite una mayor economía en las reservas y disminuye el costo de la instalación por unidad de potencia, así como el precio de coste del kilowatt-hora.

Se incluye un resumen de los índices representati-

vos de la industria eléctrica rusa y un breve análisis de esta nueva etapa del desarrollo de los sistemas eléctricos dirigidos y del establecimiento de una Red unificada a alta tensión en la parte europea de la U. R. S. S. Se señalan los problemas científicos y técnicos resultantes de las particularidades de la etapa actual y de las perspectivas próximas, con vistas al establecimiento de un sistema único de redes eléctricas en todo el país.

Partiendo de un análisis de los datos estadísticos se resuelve de un modo positivo el problema de la centralización de la industria eléctrica planteado a la hora actual en la mayor parte de las naciones. El progreso técnico en el campo de la electrificación se enlaza con el problema del desarrollo regular, según un plan, de los sistemas eléctricos, así como con el establecimiento de un sistema unificado de la industria eléctrica nacional.

PRIMERA PARTE

Investigaciones acerca del desenvolvimiento de los sistemas eléctricos y del establecimiento de una base energética centralizada en la U. R. S. S.²

I. SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ESTABLECIMIENTO DE UNA BASE ENERGÉTICA UNIFICADA DE LA ECONOMÍA NACIONAL.

1. *Definición.*—Se entiende generalmente por sistema eléctrico una agrupación de centrales eléctricas, enlazadas entre sí por redes de alta tensión, con

¹ Memoria presentada a la Conferencia Internacional de Grandes Redes Eléctricas, de 1935.

² Por el profesor B. I. Weitz.