

REVESTIMIENTOS ANTIDESLIZANTES

Por FERNANDO SUSIN

Ingeniero de Caminos.

Se hacen muy interesantes consideraciones sobre el tema del epígrafe, dando cuenta de diversos ensayos realizados, y mostrándose, finalmente, partidario del empleo del aglomerado de pequeño espesor máximo, en vez del riego como correctivo antideslizante.

Es frecuente en los firmes asfálticos que la superficie se haga deslizante a causa de un exceso de ligante, con el peligro consiguiente para la circulación. Este grave defecto suele ir acompañado también, en mayor o menor grado, por el de la deformación superficial, con aparición de ondulaciones.

El primer defecto puede evitarse con un sobre-riego del tipo "papel de lija", es decir, con gravillas de granulometría casi uniforme, procurando que el tamaño mínimo sea algo superior a la mitad del máximo. De este modo se puede evitar que una gravilla pueda montar sobre otra al tenderla, y con ello, que pueda quedar suelta la que ocupa posición superior, pues hay que tener en cuenta que la cantidad de ligante, en un riego de este tipo, debe ser solamente la suficiente para que quede envuelta la mitad inferior de cada gravilla, con objeto de que la mitad superior pueda garantizar la rugosidad de la superficie de rodadura.

Pero a pesar de que el ligante no debe envolver en estos riegos más que la mitad inferior de las gravillas, no se logra economía con el mismo respecto a los riegos corrientes. Hay que tener presente que, al ser uniforme el tamaño de gravilla, la proporción de huecos en la mitad inferior de la capa es la máxima y exige también una mayor proporción de ligante para llenarlos.

Este tipo de riego "antideslizante", sin embargo, como todos, no corrige nunca el defecto de ondulación de los firmes viejos, a causa de la uniformidad obligada de su espesor. Este hay que corregirlo mediante el bacheo previo o la capa de aglomerado cubriendo la totalidad del firme.

El bacheo se emplea exclusivamente para ondulaciones aisladas de alguna importancia; pero no puede servir para eliminar las ondulaciones cortas que, generalmente, enlazan unas con otras y que aun en los casos en que no lleguen a ser molestas, restan al menos suavidad y confort a la rodadura.

En relación con este tipo de bacheo y corrección de deformaciones con aglomerado, creemos de gran interés el trabajo publicado en agosto de 1960 por la *Revue Générale des Routes et des Aerodromes*, titulado "Le défilechage des chaussées", si bien este sistema, por su carácter discontinuo, no resuelve el problema de corregir el deslizamiento del firme que

se presenta simultáneamente y con gran frecuencia en los viejos firmes.

Hace aproximadamente cinco años, hubimos de corregir algunos tramos deslizantes y peligrosos en la carretera de Madrid a Francia. Dado lo avanzado de la estación (hacia el mes de noviembre), decidimos hacer esa corrección con un aglomerado abierto, pues un riego hubiera fracasado con toda seguridad. Fué ejecutado el trabajo por nuestras brigadas de Conservación, y el resultado fué excelente, corrigiéndose también las ondulaciones; pero la cantidad de aglomerado empleado se acercó a los 30 litros por metro cuadrado, es decir, el doble del material que hubiera entrado en un riego antideslizante corriente.

Esta última consideración me hizo pensar se podía haber realizado el mismo trabajo con menor gasto, limitando el tamaño máximo de la gravilla, que se aproximaba a los 18 mm., a la mitad. Con ello podíamos haber reducido el espesor medio en 9 mm. al rebajar en ese mismo grueso el recubrimiento mínimo en las partes más altas del antiguo firme. Empleando 20 litros de gravilla, podríamos también eliminar muchas ondulaciones, sin que la inversión en materiales fuera superior, como veremos, a la que corresponde a un riego antideslizante corriente.

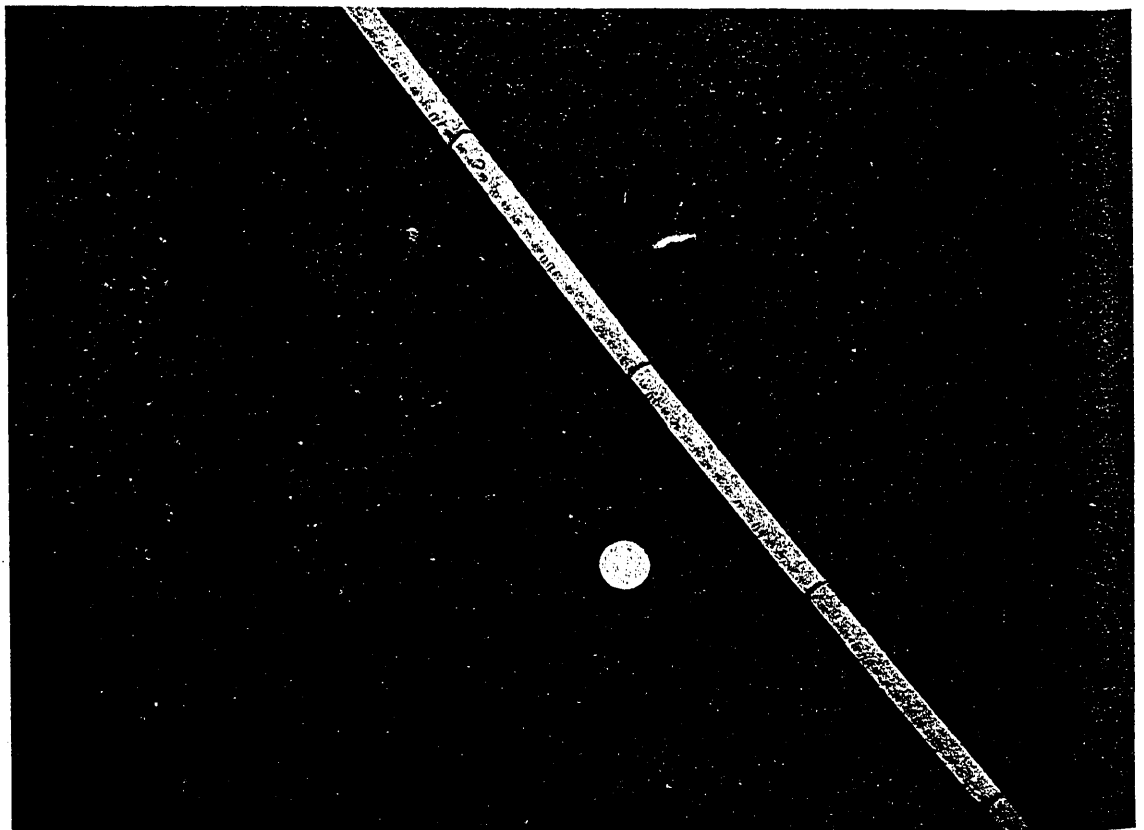
Una solución así nos permitiría corregir los dos defectos, deslizamiento y ondulaciones cortas, en una misma operación, sin aumento de coste sobre el que corresponde a un riego antideslizante.

En el mes de julio de 1960 tuvimos ocasión de experimentarla. Existía en la carretera principal N-123, entre Huesca y Zaragoza, un tramo de 700 metros, situados dentro del Km. 65, en el cual se había realizado un riego antideslizante, a fin de la temporada de 1958, que fracasó a causa de unas lluvias y hubo que suspender la ejecución del resto hasta el año siguiente. Las gravillas se habían desprendido a rodadas, y el resultado con ello era el de una superficie más ondulada que antes del riego, y en parte con el defecto de deslizamiento agravado.

Para corregirlo, dividimos el tramo en varias partes, y empleando distintas granulometrías en cada una, por vía experimental, fabricamos aglomerados abiertos de distintas características para cada una. Se tendieron a mano, empleando simplemente rastrillos, y se apisonó con cilindro de 6 Tm., cerrando la super-



Gravilla, 4 a 8 mm. Cut-back, 90 Kg./m.³. Espesor medio, 19,7 mm. Por m.²: 19,7 l. de gravilla, 1,78 Kg. de cut-back.



Gravilla, 4 a 8 mm. Cut-back, 86 Kg./m.³. Espesor medio, 19,7 mm. Por m.²: 19,7 l. de gravilla, 1,69 Kg. de cut-back.

ficie con un "arrocillo" en algunas partes y dejándolo abierto en otras.

La idea que nos guiaba era la de no invertir en materiales, como hemos dicho, mayor cantidad de la que se emplea en un riego corriente.

El resultado colmó nuestras aspiraciones, sobre todo al compararlo con el del riego antideslizante que existe a continuación, realizado en el año anterior con magnífico resultado, dentro de las posibilidades de este tipo de riego.

En primer lugar, en nuestro pequeño tramo experimental hemos conseguido garantía contra el deslizamiento. El espesor medio de la capa de aglomerado es de 2 cm. (20 litros de gravilla por m.²). El revestimiento mínimo corresponde al espesor máximo de una gravilla, y como el de 7 u 8 mm. es el que creemos más recomendable, teniendo en cuenta que la proporción de huecos resultante es de 12,5 por 100, en el sitio que menos, nos queda hueco suficiente en el aglomerado para alojar hasta un exceso de betún, sobrante de las capas inferiores, de 0,9 Kg./m.², que lo consideramos suficiente.

En cuanto a la superficie de rodadura, no admite comparación con la del tramo inmediato correspondiente al riego antideslizante. Todas las ondas de corta

longitud quedan eliminadas. No desaparecen, en cambio, las ondulaciones largas, que si son de poca flecha no tienen influencia o la tienen muy escasa en el confort de la rodadura. En cuanto a las ondas largas y de alguna profundidad que pueden tener esa influencia, conviene corregirlas previamente en todos los casos, incluso en el del riego antideslizante.

Otra de las grandes ventajas de estos aglomerados de poco espesor máximo, que yo propongo llamar "microglomerados" para abreviar, es la de la suavidad de su superficie y débil sonoridad de rodadura. Por esta razón, aunque todos los tipos experimentados han dado un excelente resultado, preferimos el de granulometría más pequeña, el cual tiene también la ventaja de obtener la máxima economía al permitirnos reducir el recubrimiento mínimo, correspondiente a las partes prominentes de la vieja superficie de rodadura.

Si comparamos el costo de los materiales a pie de obra que entran por metro cuadrado, de un riego antideslizante corriente de 17 litros de gravilla para que agarren 15 (en el mejor de los casos), con el microglomerado de 20 litros que se aprovechan íntegros, y suponiendo que en ambos se emplee un mismo tipo de ligante, nos encontramos, valorando a precios medios:

| | Riego antideslizante | Microglomerado |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Gravilla | 17 litros a 0,23 ptas. = 3,91 | 20 litros a 0,23 ptas. = 4,60 |
| Cut-back. | 2,0 litros a 3 ptas. = 6,00 | 1,8 kilos a 3 ptas. = 5,40 |
| | <i>Total ptas. . . 9,91</i> | <i>Total ptas. . . 10,00</i> |

Vemos que el costo de los materiales es, prácticamente, el mismo. El apisonado del microglomerado puede y debe hacerse con una máquina más pequeña, de unos 1 500 Kg., que además de representar un gasto inferior, permite hacerla también trabajar en dirección transversal, en una carretera estrecha, y con ello, que la generatriz del cilindro apisonador actúe como regla o maestra en dirección longitudinal, en evitación de las irregularidades que pudieran presentarse en ese sentido.

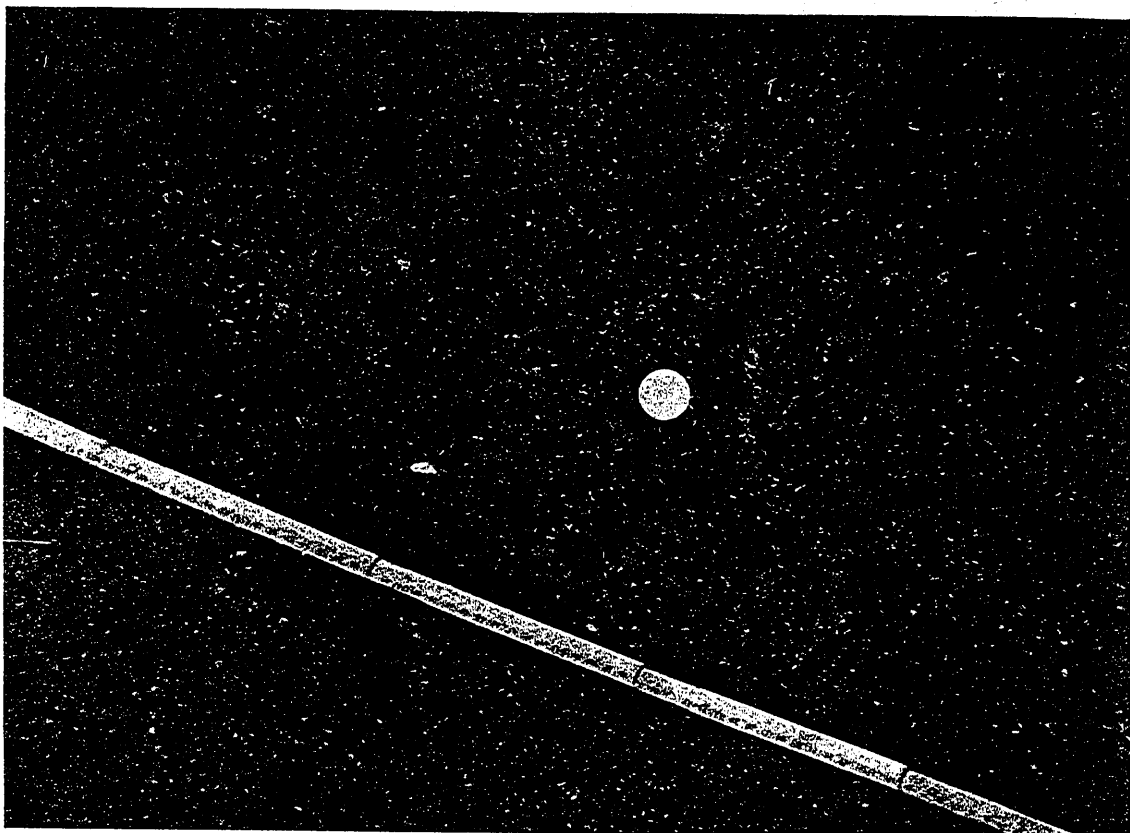
El gasto de calentamiento es ligeramente favorable al microglomerado, por aplicarse a una menor cantidad de ligante.

En lo único que hemos podido apreciar diferencia a favor del riego es en la mano de obra del empleo. En un riego corriente, en que no se emplee maquinaria moderna, viene a invertirse un jornal por cada tres metros cúbicos de gravilla empleados. En cambio, por cada metro cúbico del microglomerado a que nos referimos, hubimos de invertir un jornal.

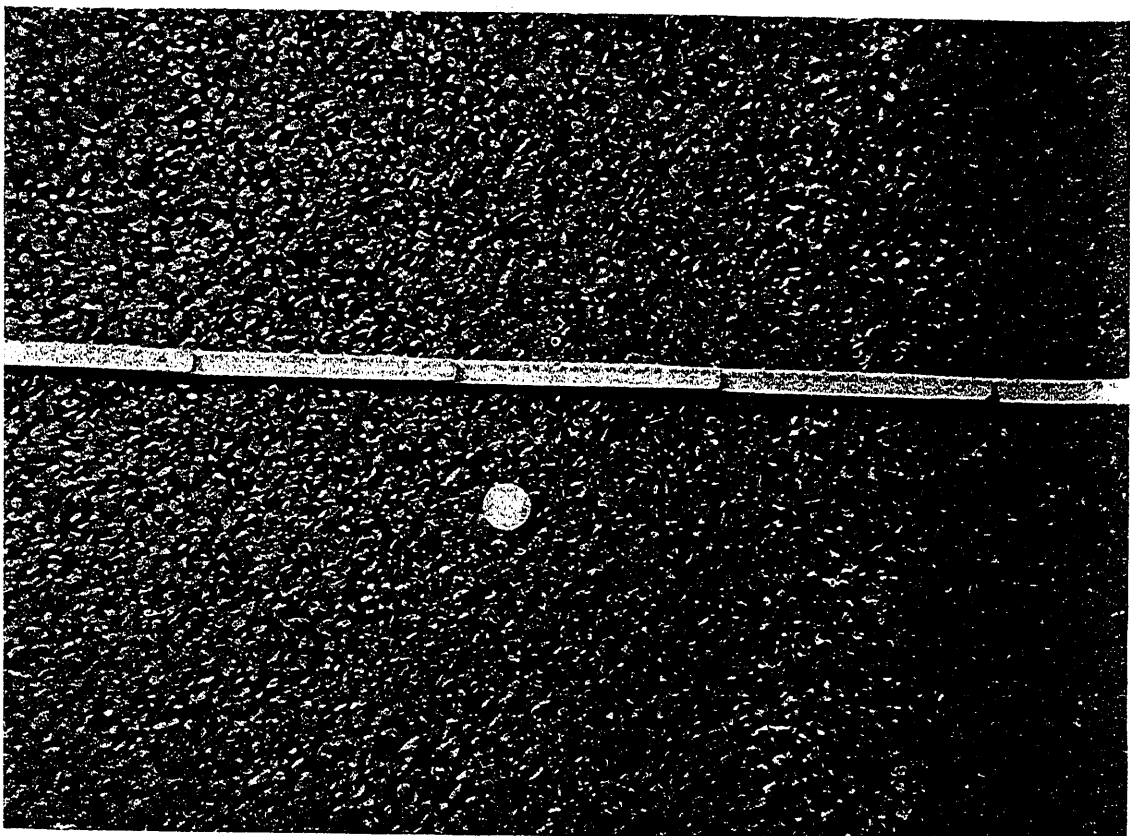
Sin embargo, hay que tener en cuenta que hicimos su empleo, como prueba, a pequeña escala, con personal del Servicio de Conservación, que sólo había prac-

ticado este trabajo en reparación de baches. Por tanto, hay que esperar que cuando tengamos una mayor práctica y mejores máquinas (la mezcla se hizo en una pequeña hormigonera), así como, también, un trabajo a mayor escala que nos permita una mejor organización del mismo, se podrá lograr un mayor rendimiento y acortar la diferencia que existe con el riego.

De todas maneras, teniendo en cuenta que los jornales invertidos y que podrán ser empleados en lo sucesivo, son los de nuestro personal de Conservación, que por ser uniformes a lo largo del año no experimentan recargo en la temporada de verano, que es la más adecuada para esta clase de trabajo, la mano de obra nos ha representado, en el desventajoso caso de nuestra falta de experiencia, un aumento sobre la del riego de dos tercios de jornal por metro cúbico, y como cada jornada de ocho horas del personal de Conservación, todo incluido, viene a salir a 85 pesetas, representa esto un aumento de 56 pesetas por metro cúbico para el microglomerado, es decir, un 10 por 100 aproximado sobre el costo del riego antideslizante, a igualdad de superficie cubierta. Podemos, por tanto,



Gravilla, 8 a 12 mm. Cut-back, 90 Kg./m.². Espesor medio, 20,5 mm. Por m.²: 20,5 l. de gravilla, 1,84 Kg. de cut-back.



Gravilla, 12 a 19 mm. Cut-back, 75 Kg./m.². Espesor medio, 22 mm. Por m.²: 22 l. de gravilla, 1,65 Kg. de cut-back.

decir que las dos soluciones, a pesar de la gran diferencia de calidad y eficacia, tienen un costo comparable.

En la comparación económica no hemos tenido en cuenta la posibilidad de emplear medios auxiliares mecanizados.

Hoy por hoy, en nuestro país, no está clara la ventaja económica del empleo de maquinaria sobre la mano de obra, aparte de las que puede suponer una mayor perfección de ejecución. Otra cosa sería en países con un nivel de jornales más elevado. En los Estados Unidos, por ejemplo, donde el jornal por hora viene a ser diez veces superior al nuestro, no nos serviría esta comparación, ni sus consecuencias. El aumento del 10 por 100 correspondiente a la mano de obra, dentro del precio total por metro cúbico, se transformaría, con este criterio y en ese país, en un 100 por 100, que ya es de importancia considerable. Habría que hacer, en este caso, una comparación, teniendo en cuenta el hecho de que la mano de obra puede ser sustituida, en parte, por máquinas.

Aunque no sirva exactamente para nuestro caso de corrección de firmes deslizantes, por tratar sólo de aglomerados cerrados, estimamos muy interesante, a este respecto, el artículo "Mezcla en caliente para tratamiento superficial de poco espesor", publicado en el número de octubre de 1960 por la revista *Caminos y Construcción Pesada*, en el cual se describen pruebas y ensayos realizados en Massachusetts, Estados Unidos, con objeto de encontrar una solución que permita sustituir económicamente los riegos superficiales por aglomerados del mismo espesor.

Según se dice en él, "uno de los problemas que han debido afrontar los técnicos ha sido el de colocar una capa delgada (1,3 cm. o menos) de concreto asfáltico empleando las máquinas comunes. Había dudas sobre si sería posible lograrlo, pues se consideraba difícil desparramar un recubrimiento tan delgado sobre una superficie irregular".

Nosotros, sin el empleo de maquinaria y tal vez por eso mismo, no hemos tenido ninguna dificultad para lograrlo, con sólo el empleo de mano de obra artesana, en nuestro tramo experimental, procedimiento que, además, tiene que resultar más económico en nuestro país, según hemos dicho antes.

En ese interesante artículo se llega a la conclusión de que el coste por metro cuadrado de un tratamiento de las condiciones de referencia es de 0,276 dólares por metro cuadrado, en comparación con 0,203 dólares por metro cuadrado para el riego, es decir, que se ha llegado a reducir la diferencia a un 36 por 100. suponemos que con el empleo de maquinaria moderna.

Las pruebas de Massachusetts se han realizado sobre tres tramos de ensayo, el primero de 900 m de longitud, y los Ingenieros autores del trabajo, el señor Tons, Profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts, y el Sr. Chini, Ingeniero de Investigaciones del Departamento de Obras Públicas, llegan a la conclusión de que los aglomerados de poco espesor

pueden reemplazar, según predicen, en corto plazo, a los riegos superficiales, a pesar, decimos nosotros, de la diferencia de coste (36 por 100) y de que ellos no resuelvan, ni lo pretenden, el defecto de las deformaciones ni tampoco el de las superficies deslizantes, ya que ambos los consideran inexistentes o ya corregidos, por sus magníficamente atendidos servicios de conservación. Realmente es así, según pudimos observar en nuestra visita a ese país, hasta el punto de que los aglomerados abiertos están prácticamente en desuso desde hace algunos años y sustituidos por los cerrados, que indudablemente, por ser más duraderos, son más económicos y eficientes, cuando se tienden sobre superficie que no tiene un exceso de ligante.

Las ventajas principales por las cuales creen los autores que los aglomerados de pequeño espesor deben sustituir a los riegos de conservación son, según ellos, los siguientes: menores fallos en la ejecución, ausencia de gravillas sueltas, superficie lisa, marcha silenciosa, apariencia uniforme y de alta calidad (su apariencia es similar, según ellos, a la de un aglomerado de 7,6 cm. de espesor, o sea, tres pulgadas), ejecución que no requiere largas interrupciones de tráfico, poca influencia de las condiciones climáticas, facilidad de regular la viscosidad del ligante y menos parámetros variables para el Ingeniero a tener en cuenta a pie de obra durante la ejecución.

Estas ventajas, por sí solas, justifican la diferencia de costo a juicio de los autores del trabajo, y han servido para que el departamento de Obras Públicas haya proyectado la construcción de nuevos tratamientos superficiales de ese tipo en 25 tramos con longitud próxima a los 50 kilómetros.

Aunque los problemas planteados y los fines perseguidos en los ensayos de Massachusetts y los nuestros sean completamente diferentes, no hay duda de que existen algunos puntos de contacto en los procedimientos empleados y en las consecuencias del informe que, publicado con posterioridad o nuestro ensayo, nos ha producido cierta satisfacción conocer sus coincidencias.

Pero, en nuestra comparación y para nuestro país, las ventajas a favor del aglomerado son mucho más claras y acentuadas. Aparte que no existe prácticamente diferencia de coste entre los dos tratamientos y de que nuestros objetivos, perseguidos y logrados, en cuanto a seguridad (antideslizamiento) y *confort* (ondulaciones) son mucho más importantes que los de Massachusetts, que también conseguimos, hay que tener en cuenta que el riego antideslizante es de mucho más difícil ejecución y tiene mayor exposición al fracaso que un riego normal de conservación.

Como el ligante no debe rebasar la mitad de la altura de la gravilla, queda ésta muy expuesta a soltarse, ante los esfuerzos tangenciales reiterados, aun transcurrido algún tiempo después de su ejecución, sobre todo en verano, cuando el asfalto se ablanda con el calor, cosa que no sucede en los aglomerados.

Esta circunstancia obliga a que los riegos antides-

lizantes sean muy delicados, y para tener alguna probabilidad de éxito, hay que ejecutarlos en condiciones climáticas muy favorables y siempre dentro del verano.

Además, requieren un especial cuidado en la dosificación de ligante. Si ésta se hace por defecto, la gravilla se desprende, y si se hace por exceso, pierde eficacia su condición antideslizante.

En cambio, al ser más amplia la temporada de aplicación del aglomerado, permite llegar incluso a realizarlo dentro del mes de octubre.

Creemos que en nuestro país, dado el pequeño coste de la mano de obra, no puede existir ninguna duda respecto a las ventajas, en todos los órdenes, del aglomerado de pequeño espesor máximo sobre el riego, empleado como correctivo de firmes deslizantes.

Sin embargo, a pesar de todas esas ventajas, no debemos pretender, en la mayoría de los casos, la eliminación total de las ondulaciones. Esto nos conduciría a una inversión más elevada al ser necesarios mayores espesores medios de aglomerado. En este objetivo secundario nuestros logros tendrán, la mayoría de las veces, que limitarse a la eliminación de las ondulaciones cortas y a una atenuación de las largas,

pero, en todos los casos, obtendremos una mejora en la suavidad y confortabilidad de la rodadura que no puede conseguirse con el riego, con el cual a lo que más se puede aspirar, con su obligado espesor uniforme, es a conservar las deformaciones superficiales del firme. Eso en el caso de que se obtenga éxito en el mismo, pues es bastante probable que en los riegos antideslizantes aparezcan peladuras, agravándose entonces el mal.

En cuanto a la posible duración de estos aglomerados abiertos tenemos, desde hace años, la experiencia de numerosos baches aislados, realizados con dosificaciones semejantes, los cuales se han mantenido en nuestro clima de un modo permanente a través de largo tiempo.

El Ingeniero encargado de esta obra, D. Jaime Lleó, ha dirigido los ensayos de esta experiencia, los cuales nos han confirmado las excelentes características de este aglomerado.

Incluimos unas fotografías obtenidas a los seis meses de construido el revestimiento, después de pasado el rigor del invierno, que demuestran el magnífico aspecto que presenta actualmente.