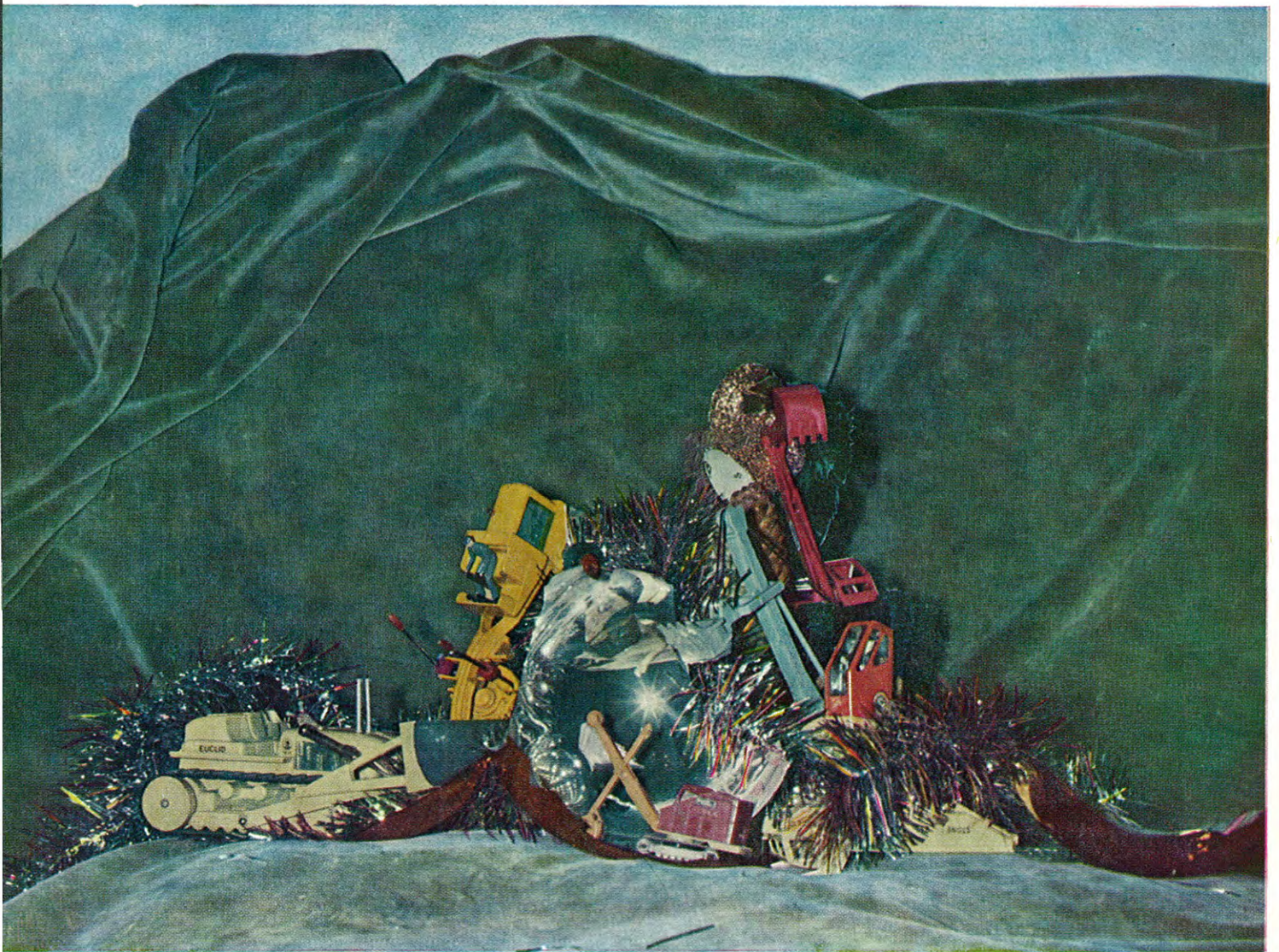


PUBLICADO EN LA REVISTA ATEMCOP

ATEMCOP

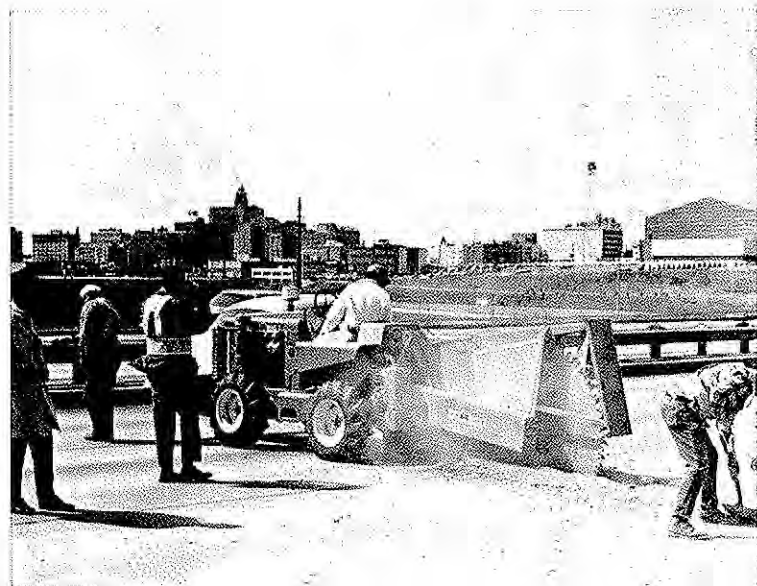
**asociación española
de técnicos de maquinaria
para la construcción
y obras públicas**

REVISTA TECNICA de MAQUINARIA



DISCOS DE SIERRA PARA HACER ZANJAS

Por Manuel MATEOS VICENTE



Zanjadora
con disco-sierra
de la casa
Charles Machine Works.

Uno de los trabajos complementarios a la construcción en general es la apertura de zanjas, tanto para la colocación de conducciones como para preparar cimientos. El encarecimiento de la mano de obra ha hecho proliferar el parque de los diversos tipos de máquinas zanjadoras, pudiendo conseguirse hoy día, con toda facilidad, una «retro» cerca de cualquier punto de España.

La necesidad de construir zanjas irá en aumento a medida que progrese la industrialización del país y que se tome conciencia del aspecto anti-estético de las conducciones elevadas. Cada día, un mayor número de estas conducciones se llevarán bajo tierra.

En las observaciones que hemos hecho de los métodos constructivos de zanjas observamos que en nuestro país se hacen, en general, excesivamente anchas. A veces, para meter un cable de un centímetro de espesor se realiza una zanja de 40 centímetros de ancho. Hace ya unos años, vimos furea de España una zanjadora que iba practicando una zanja de tan sólo unos siete centímetros de ancho y 80 centímetros de profundidad para la colocación de unas conducciones. En esta zanja no había problemas de entibaciones, ni de depresión en el relleno debido a mala



Zanjadora
con disco-sierra
de la casa
Vermeer Manufacturing Co.

compactación. En España hemos visto que tal zanja se hubiera hecho de al menos 40 centímetros de ancho, y normalmente se habría rellenado sin compactar por tongadas, apareciendo al poco tiempo una depresión a lo largo de la misma, debido a la falta de compactación inicial.

Abogamos por las zanjas estrechas cuando no son necesarias anchas por ser las conducciones de poco espesor, pero resulta difícil convencer a los técnicos.

Recientemente han aparecido unas máquinas para realizar zanjas estrechas rápidamente, que son de gran utilidad en la instalación de conducciones en carreteras y calles. Consisten en adaptar un disco de sierra gigante a un tractor especial, según se puede ver en las fotografías. Con estas zanjadoras-sierra se puede cortar hasta en pavimentos duros, de hormigón o asfalto, con muy poca interferencia al tránsito rodado.

Como se ve por las fotografías, puede efectuarse la instalación de una de estas sierras en cualquiera tractor, aunque de momento tenemos noticias de que fabrican el conjunto tractor-sierra las casas Vermeer Manufacturing Co., de Pella, Iowa (U. S. A.), y la Charles Machine Works, de Perry, Oklahoma (U. S. A.).

El método más común de mejorar la capacidad de un suelo es mezclarlo con otros de mejores características o con piedra machacada o de cascajar.

Este método se conoce como estabilización granular o como corrección de un suelo. No solamente dos, sino tres o más suelos se pueden combinar en determinadas proporciones para cumplir con una granulometría determinada y con una plasticidad dentro de límites dados, para obtener un suelo de calidad superior que la de los componentes separados.

Se han hallado correlaciones entre el comportamiento de los suelos y ciertas características físicas de los mismos, como granulometría y plasticidad. Estructuralmente, la resistencia de un suelo se puede considerar como una función de la fricción interna y de la cohesión.

La fricción interna, o intergranular de un suelo, es aquella parte de resistencia al esfuerzo cortante que es aproximadamente proporcional a la presión de confinamiento. Es una función de los contactos entre los granos, por lo que aumenta, tanto por compactación como por mezcla con otro suelo. La granulometría ideal es aquella donde las partículas más gruesas están en contacto entre sí; con las partículas progresivamente más finas en contacto entre sí y con las más gruesas.

Para obtener la mayor densidad potencial, la granulometría debe seguir las curvas de Talbot o Fuller. Sin embargo, estas curvas no tienen en cuenta la interacción de las fuerzas eléctricas y de la humedad de las partículas de tamaño de arcilla, es decir, menores que 0,005 milímetros. Los efectos de la fricción interna terminan con la fracción limosa del suelo (0,005 mm.) o, mejor, con la de arena fina (0,05 milímetros).

ASPECTOS FUNDAMENTALES EN EL MEZCLADO DE SUELOS PARA CAPAS DE FIRMES

La forma de las partículas afecta la fricción interna. Por ejemplo, los guijos de piedra machacada tienen mayor fricción intergranular que los rollos o grava de cascajar. Aunque el machaqueo de los rollos no siempre produce una grava con mayor resistencia al esfuerzo cortan-

te, debido a que algunos métodos o máquinas de machaqueo producen un número excesivo de partículas planas y/o alargadas.

La naturaleza intrínseca del árido es importante, pues puede influenciar su resistencia a soportar esfuerzos sin romperse o desinte-

Por Manuel MATEOS

El autor, Manuel Mateos, es ingeniero de caminos, canales y puertos y ayudante de obras públicas, así como ingeniero civil en Estados Unidos. Ha realizado trabajos de investigación en estabilización de suelos.



grarse. Los áridos muy blandos se partirán bajo las cargas antes que se reajusten las partículas; un árido que se desintegra hace cambiar continuamente la granulometría del suelo, disminuyendo la fricción particular (de las partículas). Probablemente, el mejor árido es el semi-duro, donde algunas aristas se des-

Mezcladora de suelos de un solo pase construida por una de las casas que desarrollaron las primeras máquinas para estabilización de suelos.

integran bajo las cargas, produciendo un mejor lecho de apoyo de las partículas.

La cohesión, o resistencia cohesiva, es aquella componente de la resistencia al corte que no está in-

Requisitos granulométricos y plásticos para bases y subbases de suelo-agregado. (Especificación de 1241 64 T de la "American Society for Testing Materials"; especificación M-147 de la "American Association of State Highway Officials").

| GRANULOMETRIA Tamiz | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 2 pulg. (50,8 mm.) | 100 | 100 | — | — | — | — |
| 1 pulg. (25,4 mm.) | — | 75 a 95 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8 pulg. (9,1 mm.) | 30 a 65 | 40 a 75 | 50 a 85 | 60 a 100 | — | — |
| N.º 4 (4,76 mm.) | 25 a 55 | 30 a 60 | 35 a 65 | 50 a 85 | 55 a 100 | 70 a 100 |
| N.º 10 (2,00 mm.) | 15 a 40 | 20 a 45 | 25 a 50 | 40 a 70 | 40 a 100 | 55 a 100 |
| N.º 40 (0,42 mm.) | 8 a 20 | 15 a 30 | 15 a 30 | 25 a 45 | 20 a 50 | 30 a 70 |
| N.º 200 (0,074 mm.) | 2 a 8 | 5 a 15 | 5 a 15 | 8 a 15 | 6 a 15 | 8 a 15 |
| PLASTICIDAD propiedades | A | B | C | D | E | F |
| Límite líquido, máximo | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Índice de plasticidad máximo | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

NOTA.- Se requiere un máximo desgaste de Los Angeles de 50 %. En climas donde se puedan formar lentejones de hielo, en el material para subbase se deben reducir los máximos indicados para la fracción que posee el tamiz 200.

fluenciada por la presión de confinamiento. Es un fenómeno atribuido a la fracción arcillosa del suelo. Se necesita cohesión en suelos estabilizados granularmente, que son usados en la capa de rodadura. Sin embargo, en capas internas, como base o subbase, no se necesita la cohesión. Como la cohesión arcillosa se pierde al empaparse un suelo, al mismo tiempo se origina una lubricación del mismo, la fracción de arcilla se mantiene dentro de un límite bajo en bases granulares. Cuando se necesita cohesión en las capas internas, se recurre a obtener cohesión permanente y estable aún al empaparse como, por ejemplo, mezclando el material de la base con betunes, cemento, cal, etc.

La cohesión de los suelos es un fenómeno iónico complejo, causado por la interacción de las partículas de los minerales arcillosos, iones libres y agua. En general, las partículas de arcilla están unidas electrostáticamente unas a otras por iones y agua. Las moléculas de agua son dipolos débiles y transfieren la carga imperfectamente, por lo que al aumentar la cantidad de agua disminuye la cohesión.

La cohesión está influenciada no sólo por la cantidad de finos en el



Mezcladora de suelos acoplada al vientre de una motoniveladora, con una extendidora y compactadora especial acoplados.

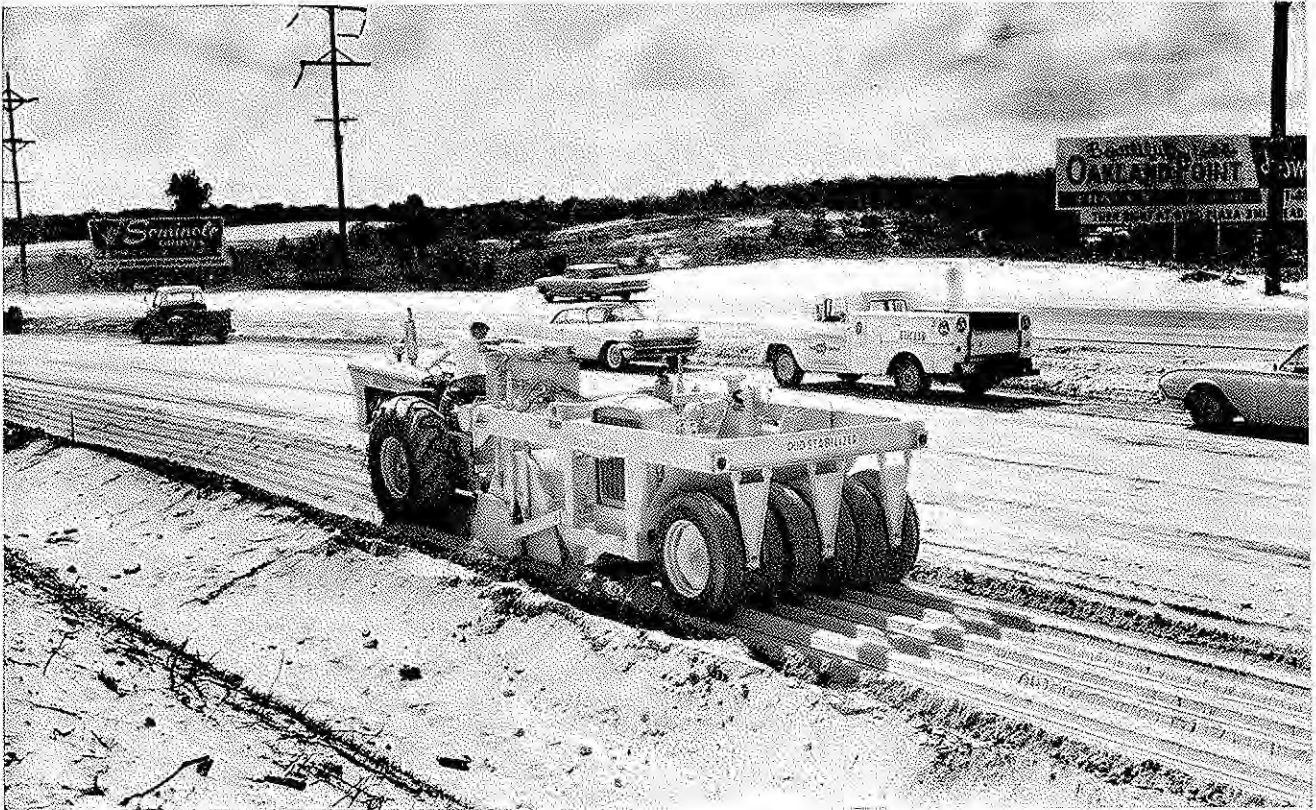
suelo, sino también por el tipo de iones libres en el sistema suelo-agua. Estos factores no son aún bien conocidos y por el momento nos basamos en su influencia en la plasticidad, o límites de humedad entre los cuales un suelo es plástico, como medio para salir del paso en la evaluación de la fracción cohesiva de un suelo. Así, los sistemas de clasificación de suelos se basan en la plasticidad y granulometría de los mismos.

Requisitos granulométricos y plásticos para capas de rodadura de suelo-agregado. (Especificación D 1241-64 T de la "American Society for Testing Materials"; especificación M-147 de la "American Association of State Highway Officials").

| GRANULOMETRIA Tamiz | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA | | | |
|------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Granulometría C | Granulometría D | Granulometría E | Granulometría F |
| 1 pulg. (25,4 mm.) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8 pulg. (9,1 mm.) | 50 a 85 | 60 a 100 | — | — |
| N.º 4 (4,76 mm.) | 35 a 65 | 50 a 85 | 55 a 100 | 70 a 100 |
| N.º 10 (2,00 mm.) | 25 a 50 | 40 a 70 | 40 a 100 | 55 a 100 |
| N.º 40 (0,42 mm.) | 15 a 30 | 25 a 45 | 20 a 50 | 30 a 70 |
| N.º 200 (0,074 mm.) | 8 a 15 | 8 a 15 | 8 a 15 | 8 a 15 |

| PLASTICIDAD Propiedades | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Granulometría C | Granulometría D | Granulometría E | Granulometría F |
| Límite líquido, máximo | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Índice de plasticidad | 4 a 9 | 4 a 9 | 4 a 9 | 4 a 9 |

NOTA. Se requiere un máximo desgaste de Los Angeles de 50 %.



Seaman desarrolló varios modelos de mezcladoras de suelos in-situ. Este modelo, una de sus últimas creaciones.

La observación de un gran número de pavimentos compuestos de diversos suelos o sus combinaciones llevaron a definir cuáles eran los que resistieron y se comportaron mejor. Esto llevó a seleccionar unas normas generales en Estados Unidos (ASTM-AASHO), que después han sido adoptados por casi todos los países. En la tabla adjunta, presentamos las granulometrías y plasticidades recomendadas por estas normas. Algunos organismos las han modificado para adaptarlas a las condiciones locales climáticas o de disponibilidad de áridos. Estas modificaciones son siempre peligrosas; por ejemplo, estimamos que en España los requisitos de dureza, apoyándose en la prueba de desgaste de Los Angeles, han llegado a ser excesivos.

Es raro que se encuentren áridos naturales que cumplan con los requisitos de las normas, en cuyo caso se recurre a mezclar dos o más suelos hasta cumplir con ellas.

Es necesario señalar que las mez-

clas de suelos se hacen tanto para obtener un material para base o subbase, como para mejorar un suelo para la explanada. Por ejemplo, una arena uniforme se puede, en general, mejorar con la adición de pequeñas cantidades de limo y arcilla. Por el contrario, un suelo arcilloso sólo se le puede mejorar mediante la adición de grandes cantidades de arena, grava, cenizas, escorias, etc. En general, el contenido de arcilla, para tener un suelo resistente, no debe pasar del 10 %. Arcilla en exceso del 25 % tiende a hacer que predominen las características fisicoquímicas de la fracción de arcilla, y así tenemos una especie de flotación de las partículas granulares en la masa arcillosa, dando al suelo poca fricción y nula cohesión cuando se humedece. Adición de un 50 % de grava en un suelo fino con gran proporción de arcilla puede resultar en el desper-

dicio absoluto de la grava sin obtenerse ninguna mejora en el suelo. Esto puede ocurrir también en la práctica, al colocar macadam encima de un suelo arcilloso; la arcilla sube por los huecos y ahoga la grava, obteniéndose como resultado un pavimento dominado por la arcilla.

Hemos presentado estos comentarios sobre uno de los aspectos más corrientes en la técnica de construcción de firmes. Se está realizando mucha investigación básica sobre la acción de las arcillas en los suelos. Es de esperar que las evaluaciones físicas y poco científicas que se realizan actualmente en la práctica sean paulatinamente sustituidas por métodos más científicos.

LOS NEUMATICOS CON CLAVOS

Por Manuel MATEOS

Desde hace algunos años están proliferando los neumáticos con clavos en los países donde buena parte de sus carreteras están cubiertas con hielo.

Ha contribuido a esta proliferación el fácil convencimiento por parte del usuario de que tales neumáticos tienen que ser más eficaces que los normales. Sin embargo, la investigación sobre su utilidad, en cuanto a seguridad general, desde el punto de vista de los accidentes, no ha revelado hasta ahora que sean más efectivos que los neumáticos corrientes.

Los neumáticos con clavos se empezaron a utilizar en Finlandia en el año 1959, aunque su uso en los países donde las carreteras están frecuentemente cubiertas con hielo en invierno no se empezó a generalizar sino hacia 1964. En la actualidad el uso va desde un 90 por 100 en los vehículos que circulan por el norte de Suecia hasta un 10 por 100 en Francia. En Suecia misma la proporción baja a un 50 por 100 en la zona de Estocolmo. En Alemania lo emplean un 35 por 100 de los vehículos. Hemos de mencionar que en Inglaterra no se usan en absoluto, lo que es muy significativo, por ser éste el país europeo que va a la cabeza en cuanto a seguridad vial. Otro dato que puede interesar a los lectores de ATEMCOP es que en Francia usan neumáticos con clavos un 5 por 100 de los vehículos comerciales.

Las ventajas de los neumáticos con clavos están en que patinan menos en los tramos donde hay hielo a temperaturas no muy frías. Se ha observado que a temperaturas muy bajas, como 25 grados bajo cero y menores, la dureza del hielo es tal que los clavos no se agarran como en el hielo normal, y no se aprecian ventajas en estos neumáticos. Con hielo a temperaturas normales los neumáticos con clavos ofrecen una mejor tracción, pero su comportamiento depende del número de clavos por neumático y del número de neumáticos con clavos.

En Estados Unidos es costumbre, cuando se ponen tales neumáticos, colocar entre 75 y 100 clavos y llevar sólo dos ruedas con clavos, las de tracción. Sin embargo, en los países escandinavos, se suelen usar los cuatro

neumáticos claveteados, con un número de clavos que oscila, en general, entre 120 y 140.

Con hielo, a temperaturas normales, no excesivamente frías, los neumáticos con clavos tienen mejor tracción que los normales, aunque esto no quiere decir que con clavos no se patine. Para un vehículo con dos neumáticos claveteados el coeficiente de rozamiento aumenta como media en un 15 por 100; con los cuatro aumenta en un 40 por 100. En experimentaciones de campo se ha hallado que con dos neumáticos traseros claveteados se ha reducido la distancia de parada en un 12 por 100, mientras que con los cuatro neumáticos se reducía en un 32 por 100; estos valores eran para hielo a -1° C. A medida que la temperatura disminuye, van disminuyendo las ventajas de los neumáticos con clavos.

En las curvas de carreteras con hielo a temperatura no muy baja el coeficiente de fricción lateral aumenta en un 50 ó 60 por 100 con los cuatro neumáticos claveteados. Con sólo los de atrás claveteados parece que no se observa mucha mejora. En donde hay nieve los clavos apenas influyen en el mejor agarre de los neumáticos.

Cuando no hay hielo los neumáticos son un gran estorbo, pues aparte del ruido molesto que producen, disminuyen, en algunos casos, la fricción entre el neumático y la carretera; esta tendencia a patinar cuando no hay hielo es tanto más marcada cuanto mayor es el número de clavos. Hasta 100 clavos por neumático queda libre suficiente goma para que agarre bien, pero cuando es mayor el número de clavos son éstos los que siempre están en contacto con el pavimento y se reduce el coeficiente de fricción, es decir, se tiende a patinar. Con 216 clavos, en recta, el neumático pierde hasta un 10 por 100 de su coeficiente de fricción.

Otro inconveniente, según parece, es que los neumáticos con clavos se desgastan con mayor rapidez que los que no los tienen. También se pueden perder algunos clavos con el uso y es desagradable conducir con ellos donde no hay hielo.

Desde el punto de vista de los accidentes, no se ha observado una reducción de los mismos a raíz de su introducción. Esto no parece lógico, pero se puede explicar, porque al llevar clavos los conductores se confían más que si no los llevaran.

Como efecto secundario se ha observado que el uso de los neumáticos con clavos puede causar accidentes indirectos. Los clavos machacan y destrozan las carreteras, abriendo roderas y pulimentando las piedras de que se componen los pavimentos, principalmente los de hormigón. En las roderas se acumula agua, que puede originar que los coches hidroplaneen cuando llueve, y a veces este agua es recibida inesperadamente por el coche que viene detrás, dando lugar en ocasiones a la pérdida de su control por el conductor. Al pulimentar las piedras hacen el pavimento más peligroso, lo que contribuye a causar accidentes en todo tiempo.

Otras desventajas a considerar por la Dirección General de Carreteras son los destrozos que causan al pavimento, que en Alemania son del orden de 100 millones de marcos anuales y en Suecia entre 50 y 100 millones de coronas. Hemos visitado los laboratorios de carreteras de Oslo y Estocolmo y hemos podido comprobar el daño que hacen los neumáticos con clavos en las carreteras.

Debido a los destrozos en el pavimento y a que no está probada su efectividad para reducir accidentes, en varios países se limita su uso, se ponen trabas o se prohíben. Ya hemos indicado que en Inglaterra no se usan. En Francia exigen que el coche que los calce lleve una indicación de limitación de velocidad máxima de 90 kilómetros por hora. En algunos Estados de Norteamérica son prohibidos o se quieren prohibir: Iowa, Minnesota, etc., en U. S. A., y Ontario, en Canadá.

Hasta aquí hemos presentado los resultados obtenidos por investigaciones en diversos países. Según nuestra experiencia, hemos comprobado que con un coche de tracción delantera se puede circular con seguridad en pavimentos con hielo y sin neumáticos de clavos. En las investigaciones realizadas no se han tenido en cuenta los vehículos de tracción delantera.

En resumen, los neumáticos con clavos tienen sus ventajas y sus inconvenientes. Para un país como España, y basándonos en lo que se ha investigado sobre el tema, creemos que sus inconvenientes son de mayor importancia que las ventajas. Hemos de esperar a que se sepa más sobre el tema. Está en marcha en el Laboratorio Aeronáutico Cornell el estudio más completo sobre los diversos aspectos relacionados con el uso de los neumáticos de clavos. Este estudio costará unos siete millones de pesetas y estará terminado a principios del año 1973. De momento, el estudio más completo es otro también realizado por el Laboratorio Cornell (el primero en la lista de bibliografía). En la provincia de Ontario, en Canadá, de temperaturas frías y gran precipitación de nieve, los han prohibido después de haber realizado estudios durante varios años sobre su utilidad y ventajas e inconvenientes.

BIBLIOGRAFIA

- THE CORNERING CAPACITY OF STUDED TIRES. ASTM STP, núm. 456, págs. 144-158, 1969.
- EVALUATION OF STUDED TIRES. NCHRP Report 61. Highway Research Board, 1969.
- STUDED TIRES VERSUS PAVEMENT MARKINGS. J. M. Dale. Highway Research News, núm. 38, 1970.
- AN INVESTIGATION CONCERNING STUDED TIRES. Ake Rosengren. Instituto Sueco de Investigaciones Viales, Sr 81 A, 1969.
- EL DESGASTE DE LOS PAVIMENTOS CAUSADO POR LOS NEUMATICOS CON CLAVOS (en francés). R. Requirand. Bul. de Liaison des Laboratoires des P. et Ch., número 49, págs. 139-148, diciembre 1970.
- EFFECT OF STUDED TIRES ON THE DURABILITY OF ROAD SURFACING. J. Hode Keyser. Highway Research Record, núm. 331, págs. 41-53, 1970.
- PAVEMENT WEAR DUE TO STUDED TIRES AND THE ECONOMIC CONSEQUENCES IN ONTARIO. P. Smith y R. Schonfeld. H. R. R., núm. 331, págs. 54-79, 1970.
- EFFECT OF STUDED TIRES ON AGGREGATE AND RELATED EFFECTS ON SKID RESISTANCE. C. K. Preus. Highway Research Record, núm. 341, págs. 46-48, 1970.
-

M. M.