

LA MODERNA CONSTRUCCION DE CAMINOS

Por ALBERTO REGAL,

*Profesor de Caminos y Pavimentos en la
Universidad Católica del Perú.*

Bajo el rubro del presente artículo no pensamos ocuparnos sino del carácter que ha tomado, hoy día, la ejecución de las vías terrestres conocidas con el nombre genérico de *caminos*.

En una sola palabra puede resumirse toda la técnica operatoria de tal construcción: *rapidez*.

Muy lejos están ya aquellos tiempos en que se almacenaba la piedra, u otro material de recebo, apilada en los bordes de los caminos, se echaba para formar las calzadas y se esperaba que el tráfico de los pesados carretones la apelmazara. Hoy, los automotores hacen saltar violentamente, hacia los lados del camino, todo elemento no aglutinado, puesto sobre la calzada.

Parece que la nerviosidad y apuro del conductor del carruaje moderno, muy de acuerdo por otro lado con la época, se ha transmitido al ingeniero vial. Y así como el automovilista, siempre que puede, abandona curvas estrechas y gradientes ligeras, de su ruta, para acortar distancias y economizar minutos, el técnico está actualmente obligado a imprimir igual aceleración a sus trabajos.

El lector habrá visto, multitud de veces, "volantes" que después de haber pasado velozmente a su lado, en la misma dirección de tráfico, los ha encontrado, en el próximo poblado, conversando de nimiedades, demostrando así que su apuro era solamente teórico, y que lo que deseaban era llegar cuanto antes. Pero abandonemos esta parte de la digresión que nos llevaría a ocuparnos de las condiciones que debe satisfacer un camino en cuanto a un buen trazado: cómodo, seguro y corto.

La rapidéz, pues, en la ejecución de los caminos, no se puede obtener sino utilizando maquinaria; pero con elementos mecánicos similares a los automotores, y que se trasladen casi con igual velocidad que éstos, que un camión pongamos por ejemplo, operando a su mismo ritmo.

Planteada así la imposición del empleo de maquinaria, vamos a hacer una ligera revisión de los elementos mecánicos más en boga, en la fecha, utilizados en la construcción de los caminos, pero ocupándonos solamente de los equipos típicos.

Primera etapa de la construcción: limpieza y descombramiento.

Suponiendo que en el terreno virgen haya sido ya escogida, por los ingenieros trazadores, la ruta o emplazamiento del eje longitudinal del camino, se emplea entonces el siguiente equipo mecánico, todo automotor, es decir que se mueve por sí mismo, o a lo más, remolcado por tractores mecánicos.

Si el terreno presenta árboles altos, son derribados con tractores especiales; después de derribados se les arrastra fuera del camino también con tractores. En el caso de que los árboles sean aserrados, y derribados así, las cepas o raíces, que quedan en el terreno, son arrancadas, también con tractores especialmente diseñados para este objeto.

Si se presentan grandes piedras, aisladas, son retiradas hacia lugares convenientes por las máquinas llamadas, entre nosotros, empujadores, que no son sino carros que llevan adelante, como una trompa, una cuchilla, muy recia, de acero.

Por último, si se tiene que desmontar, o extraer maleza, se hace uso, también de los empujadores, aunque los especiales para este trabajo, tienen una cuchilla más fina y apta para hacer algún corte.

Se tiene, ya, así, el terreno limpio.

Segunda etapa: movimiento de tierras.

Se necesita, ahora, cortar el terreno y llevar el material obtenido de estas excavaciones, hacia las partes bajas o rellenos.

Se trata, pues, de obtener una superficie suave, con grandes ondulaciones, en perfil longitudinal, es decir, superficies cóncavas

y convexas tan achatadas como sea posible y mejor todavía, alargados planos inclinados, redondeados en los encuentros de unos con otros.

Cuando el terreno es suelto, o blando, se trabaja con especies de camiones, que se cargan solos. Consisten en un carro con una cuchilla, que pasando sobre el terreno va amontonando material, ya sea delante de él o en su parte media; cuando este apilado ya tiene el volumen del carro, se bajan compuertas o se bascula el cajón del vehículo, en una palabra se encierra el material, quedando así mecánicamente cargado este vehículo rascador, que luego traslada el desmante al lugar del relleno. Todas estas operaciones sin detenerse en la marcha, y corriendo del corte hacia el relleno.

El arte del ingeniero consiste, en que estos elementos, dibujando en su recorrido, sobre el terreno, grandes ochos muy alargados lleven siempre material en el traslado de va y ven; lo que se consigue operando al mismo tiempo los dos cortes, longitudinales, que casi siempre tienen un relleno entre ellos.

Cuando el terreno no es suave o flojo, sino compacto y duro, se le ablanda o desmenuza por medio de arados y escarificadores, que no son, en suma, sino cuchillas circulares, los primeros; y puntas de acero o clavos que, con toda propiedad, rascan el terreno, los segundos.

En todo lo anterior, en esta etapa hemos supuesto el camino en campo abierto. Si la vía va contorneando una ladera, o flanco de cerro, se le tiene en lo que se llama media-ladera. Para cortarlo, en este caso, se emplean también los empujadores o rellena-dores, que trabajan como verdaderos cepillos, desmontando el piso inclinado del cerro y empujando al mismo tiempo el material hacia el talud.

Por último, cuando el corte por extraer es ya de grandes masas, volúmenes que se presentan, digamos, en forma vertical, se acude a las palas mecánicas.

Existe gran diversidad de éstas; pero todas ellas se componen de una verdadera cuchara, que se llena mecánicamente con el desmante, en primer término; y que girando, después, lo deja caer en cualquier elemento de transporte, que lo conduce al relleno.

La variación en la forma de la cuchara y, sobre todo, los movimientos que es capaz de efectuar, caracterizan las distintas de-

nominaciones: pala simple, de arrastre, de tiro, zanjeadora, enrasadora, etc.

Como hemos dicho, estas palas cargan diversas unidades de transporte, que se pueden agrupar en dos grandes tipos: carros y trenes sobre rieles, principalmente decauville, y automotores de llantas neumáticas, o distintos modelos de camiones. Entre estos últimos citaremos los que basculan, o arrojan el contenido de la caja, de costado; además de aquellos que lo hacen por la culata, tan conocidos.

Los modelos que arrojan el desmonte por el costado, permiten conducir el trabajo hacia adelante sin necesidad de hacer girar el camión ciento ochenta grados, o culatearlo. Cuando la huella donde se trabaja es angosta se pueden usar tornamesas apropiadas para los camiones.

Tercera etapa: acabado de la plataforma

Se tiene ya el camino groseramente adaptado, en plano y perfil longitudinal, al proyecto de los ingenieros.

Ahora, se necesita conformar la superficie de la coronación o plataforma al diseño proyectado para esta superficie, y sobre la cual se va a echar o construir el pavimento.

Aquí comienzan a actuar las máquinas llamadas niveladoras, que, como los empujadores, consisten en un carro con una cuchilla; pero en éstas, más delicada, capaz de perfilar las superficies bombeadas que van a ser cubiertas por el material destinado a soportar la rodadura de los vehículos de tráfico.

Las sub-calzadas o bases de las calzadas van enmarcadas, en sus dos bordes longitudinales, por las cunetas o acequias que tienen por objeto coleccionar el agua de lluvia caída sobre la calzada, o de los posibles aniegos del camino. Para este fin es que la calzada va bombeada, es decir, presenta en su sección trasversal una curva convexa.

Las cunetas son, pues, verdaderas acequias, y en este caso se abren a máquina o sea con el auxilio de las cuchillas de las niveladoras; por esta razón aquellas son de sección trasversal triangular y a veces con el vértice de este triángulo redondeado, en media

caña. La forma clásica, trapecial, para las cunetas, sólo se puede adoptar cuando se cortan a mano.

Se usan para la preparación de la sub-base, diversos tipos de niveladoras, que arrastran el material hacia adelante o arrojan los sobrantes hacia los bordes. En ocasiones los escombros, así acumulados, son levantados por mecanismos de transporte helicoidal, algo así como grandes tirabuzones que arrojan las tierras a camiones; de modo que se tienen tres elementos que se mueven paralelamente hacia adelante: la niveladora que acumula el material sobrante, el cargador mecánico y el camión.

Otras veces, siempre para material suelto, se emplean cargadores, automotores, provistos de una faja con cangilones o baldes, que rápidamente abastecen los elementos de transporte. Son de diseño similar al de las dragas de este modelo.

Después de refinada la superficie de la sub-base, se hacen pasar los rodillos o apisonadores mecánicos, para dar al subsuelo la compactidad y resistencia capaz de soportar el tráfico pesado.

Los rodillos son muy conocidos. Se usan de muchos modelos; cada uno de ellos apropiado al objeto que se persigue; y, en general, constituídos por un número de ruedas variable, así como su disposición.

Uno de los diseños modernos corresponde al llamado "pata de cabra", constituído por un cilindro que lleva, salientes, una serie de vástagos o clavos con el extremo doblado en ángulo. Con este rodillo se obtiene una gran compactidad en la costra de la sub-base, evitándose la formación de bovedillas, en la tierra, hasta una profundidad de un par de decímetros. Se ha mecanizado así el procedimiento de los ganaderos que en las regiones llanas hacían correr su ganado dentro de las oquedades naturales del suelo, para almacenar en ellas el agua de las lluvias.

Cuarta etapa: pavimentación.

Cualquiera que sea la "alfombra" que va a constituir el pavimento, se le echa a máquina.

a) Si se trata de macadams, es decir, pavimentos a base de piedra partida o de grava, aglutinada o cementada con agua simplemente, o con productos bituminosos, la piedra es vertida sobre

la sub-base por camiones de báscula que provistos de un sistema de compuerta especial dejan caer, avanzando el camión, una capa uniforme.

La aplicación de los aglutinantes, ya sea en frío o en caliente, se hace por verdaderos tanques regadores, de los cuales sale, el llamado líquido penetrante, a presión. También se emplean maquinillas semi-portátiles, aplicándose el líquido penetrante, en este caso, con auxilio de mangueras que llevan en su extremo pitones especiales.

Con cualquier sistema se pone el aglutinante en la proporción exacta, por unidad de superficie de calzada, que ha sido proyectada.

b) Todos los lectores conocen y han visto construir, seguramente, las calzadas de concreto de cemento.

Elemento principal en la ejecución de este tipo de pavimento es la mezcladora, en la cual se realiza la preparación del concreto o mezcla del cemento, arena y piedra.

La alimentación de estas mezcladoras, que van avanzando a medida que echan el concreto preparado, se hace por medio de carretillas accionadas a brazo humano, por camiones que dejan caer su contenido en la tolva de la mezcladora, o por trenes tipo decauville.

En este último caso, paralelamente a la futura calzada, y fuera de ella, se tiende una vía de rieles por la que van a correr trenes formados por una serie de cajas, metálicas, cada una de las cuales lleva los componentes necesarios para una carga de la mezcladora. En el momento oportuno una grúa colocada al pie de la mezcladora toma una de aquellas cajas y la descarga en la tolva. La mezcladora puede ser así alimentada, por kilómetros continuos a gran velocidad y sin fatiga apreciable del personal.

Naturalmente, en todos los casos, el pisoneado del concreto se hace mecánicamente. Para el efecto se usan unos carritos automotores que corren sobre las reglas o formas del concreto, y los cuales tienen tres elementos principales. Adelante, una cuchilla que con un movimiento de vaivén lateral distribuye e iguala el concreto; después, una regla que lo golpea o pisonea; y por último, una faja o alisador que también con movimiento lateral, termina la superficie de la calzada, dejándola completamente lista para ser en-

tregada al tráfico después de los días convenientes de endurecimiento.

c) Son muy conocidas las superficies asfálticas. Se sabe que las mezclas que las componen se preparan en plantas mecánicas, apropiadas, para realizarlas en frío o en caliente; que la colocación de esta mezcla se puede hacer a mano, transportada de la planta al emplazamiento de la calzada por camiones; pero hay mecanismos que hacen este extendido, y que se parecen, naturalmente sólo en sus principios a los distribuidores de que hemos hablado al tratar de los macadams.

Colocada la mezcla asfáltica, es cuidadosamente rodillada.

Este es el tipo del asfaltado urbano. Para el rural, se ha ideado un procedimiento que permite realizarlo, aún, más velozmente.

Se lleva al lugar donde va a quedar la calzada, y se vierten directamente sobre la sub-base, los ingredientes: piedra, arena y líquido asfáltico, formando capas superpuestas. Luego, sobre el mismo terreno, y con máquinas parecidas a las niveladoras y a los arados, se revuelven aquellos componentes y se extienden; después de lo cual se rodillan como en todos los sistemas.

Este procedimiento de construcción que es sumamente ventajoso, sobre todo para largos kilometrajes, en los que es difícil y costoso el traslado de las plantas mecánicas de mezclas, ha sido llamado con bastante propiedad: asfaltado por mezcla en el terreno.

Conclusión.—El empleo de todos estos equipos de maquinaria y plantas mecánicas, supone con toda seguridad un potencial económico, difícil de mantener en ritmo de actividad, en nuestro país, porque es fundamental en Ingeniería Industrial que para que el empleo de un mecanismo cualquiera resulte ventajoso, económicamente, debe trabajar continuamente.

Pero nuestros ingenieros, si no en conjunto, en distintas etapas y en pequeño, usan y obtienen magníficos resultados con sus implementos mecánicos.

No deja de ser simbólico el papel del constructor de caminos, cuando sus equipos mecánicos con movimientos, ruidos y trepidaciones, que parecen humanos, van *siempre adelante*.

Alberto REGAL.