

bases tratadas con cemento, en California

información amablemente facilitada
por el department of Public Works, State of California

El uso de bases tratadas con cemento para autopistas se inició en el Estado de California en 1938, empleándose para carreteras con determinadas condiciones de tráfico. Inicialmente, se especificó el uso obligatorio de plantas mezcladoras para asegurar el debido control de las proporciones adecuadas.

Uno de los trabajos más incipientes ha permanecido en excelentes condiciones durante más de quince años, soportando un tráfico mucho mayor del estimado inicialmente.

Tipos de bases

En California se usan normalmente cuatro tipos distintos de bases tratadas con cemento:

TIPO	PROPORCIÓN DE CEMENTO	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADOS	Resistencia a compresión requerida para la proporción de cemento que se especifica	
			Cemento	Resistencia a compresión a siete días
A	3,5 a 6 %	¾ de pulgada máximo.	5 %	52 kg/cm ²
B	2,5 a 4,5 %	Idem, salvo especificación en contrario.	4 %	28 kg/cm ²
C	2 a 3 %		2,5 %	No especificada
D	Especificada para cada proyecto.	Los agregados para la clase D consisten en el material que se encuentre "in situ".		

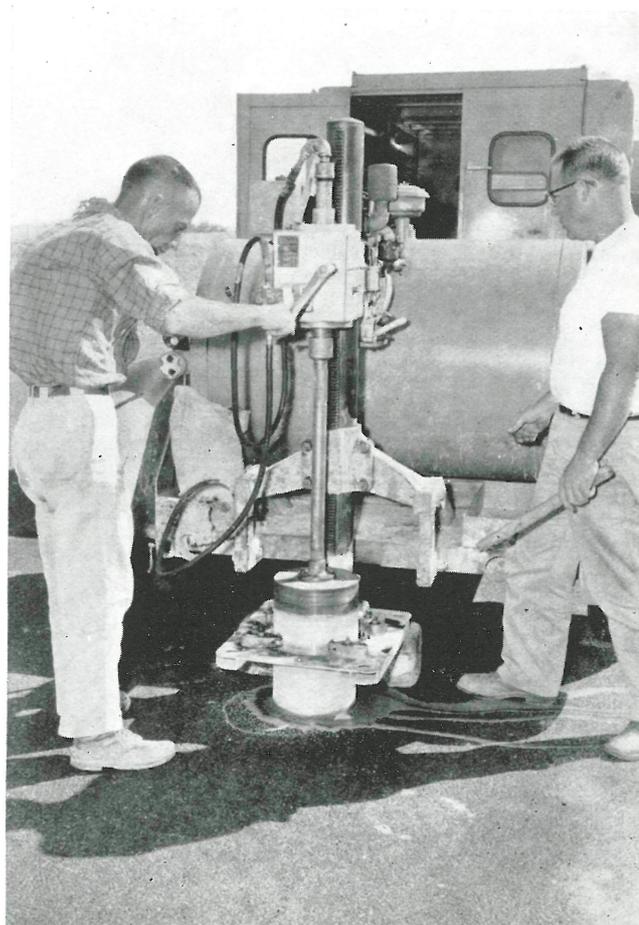
Métodos de mezcla

El perfeccionamiento de los métodos de mezcla "in situ" permite a los contratistas, de acuerdo con las Instrucciones especificadas, hacer uso, bien de plantas mezcladoras, o bien de métodos de mezcla "in situ", con objeto de obtener costes bajos. Las razones económicas han impulsado grandemente el empleo de métodos de mezcla "in situ", y los resultados obtenidos hasta el presente, salvo en casos aislados, pueden ser considerados satisfactorios.

Dado el variado campo de aplicación de los métodos de mezcla "in situ", varios tipos de mezcladoras para superficies bituminosas han sido adaptadas para el empleo de cemento, mezclando el agua y el cemento con los agregados esparcidos y nivelados sobre el asiento de la carretera.

Este método de mezcla no proporcionaba el espesor deseado, así como era difícil de lograr una uniformidad aceptable entre las zonas centrales y laterales.

Esta deficiencia, acusada por una amplia variación de los resultados obtenidos con diversas muestras tomadas de diversas partes, apuntó la necesidad de un método rápido de comprobación sobre la obra que proporcionara un control de la distribución del cemento inmediatamente después de efectuada la mezcla.



Reconociendo esta necesidad, el "Materials and Research Department" investigó y desarrolló el "Acid-Base-Titration Method" (Método de valoración acidimétrica) para determinar el contenido de cemento de cada muestra. Esta prueba fue satisfactoria y ha subrayado la necesidad de un mejor control de la distribución del cemento en los métodos de mezcla "in situ" y, sobre todo, en aquellos casos en que la maquinaria empleada no era la más adecuada.

Como resultado posterior de las pruebas efectuadas, y de las mediciones del espesor realizadas, se ha demostrado que las mejores posibilidades de control ofrecidas por las plantas mezcladoras hacen imprescindible el empleo de éstas en autopistas de determinadas características proyectadas con bases tratadas con cemento.

En la actualidad, alrededor del 10 % de las bases construidas en los Estados Unidos son efectuadas con el auxilio de plantas mezcladoras.

Empleo de agregados

Al incrementarse el programa de construcción de autopistas, las fuentes económicas de suministro de áridos disminuyen.

El logro de mezclas adecuadas que puedan hacer utilizables materiales que de otro modo serían inaceptables, aumenta la importancia de los métodos de mezcla, haciéndolos más interesantes cada vez al ampliar el empleo de áridos finos. De todas formas, se ha tropezado con algunas dificultades en el empleo de agregados, tales como la arena, debido a la poca resistencia ofrecida al esfuerzo cortante, lo que origina un deslizamiento de las capas superiores, sobre todo en zonas de tráfico pesado y en aquellos lugares donde se efectúan detenciones o cambio de velocidad de los vehículos.

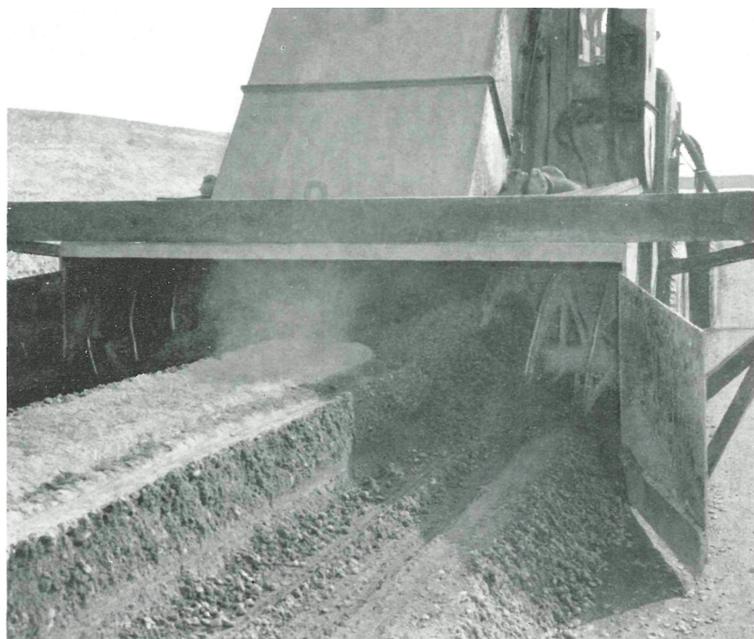
La solución preferida se obtiene mediante la adición de la máxima cantidad de cemento permitida para base de la clase "C", y haciendo presentar a ésta una superficie rugosa.

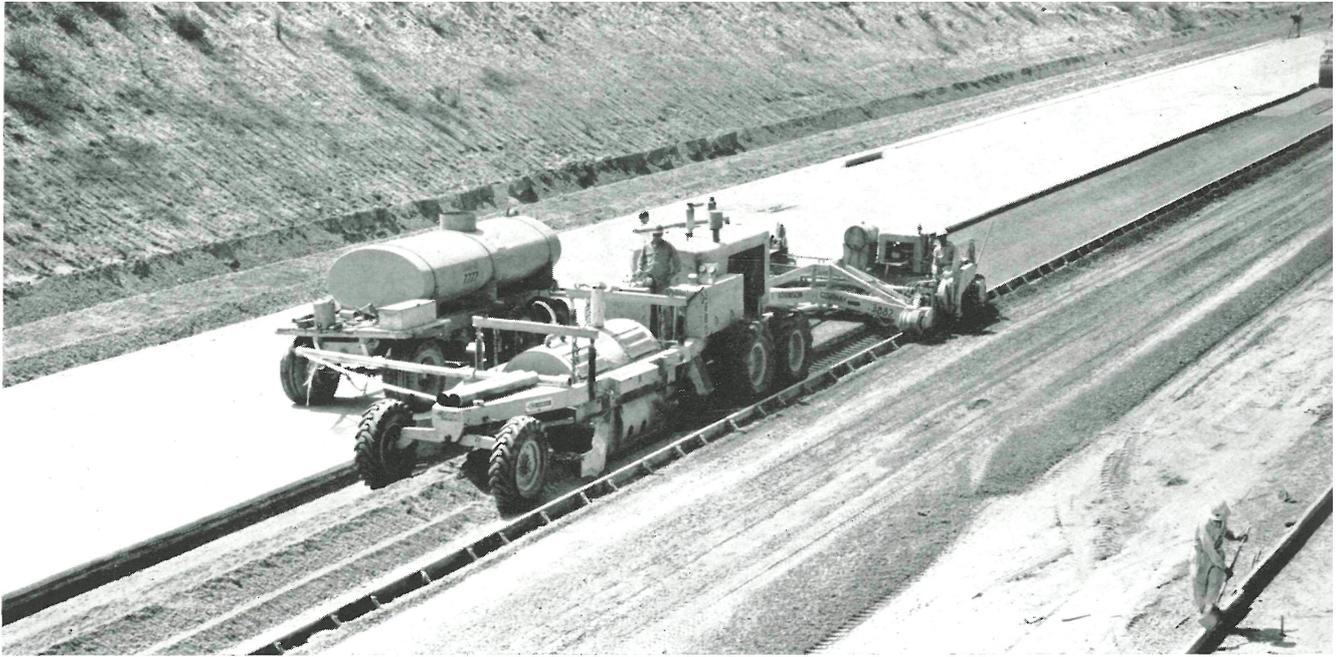
Equipos empleados

El tipo más frecuente de máquina mezcladora usada para el método de mezcla "in situ" en la construcción de bases tratadas con cemento es una mezcladora continua de paletas, cubiertas en su parte superior por una carcasa cilíndrica.

Esta máquina toma el material depositado en un camellón longitudinal, mezclándolo con el agua mientras la máquina avanza. El material queda depositado nuevamente formando un camellón y siendo extendido a continuación por una niveladora situada en la parte posterior de la máquina.

Vistas, anterior (arriba) y posterior (abajo), de una mezcladora continua.



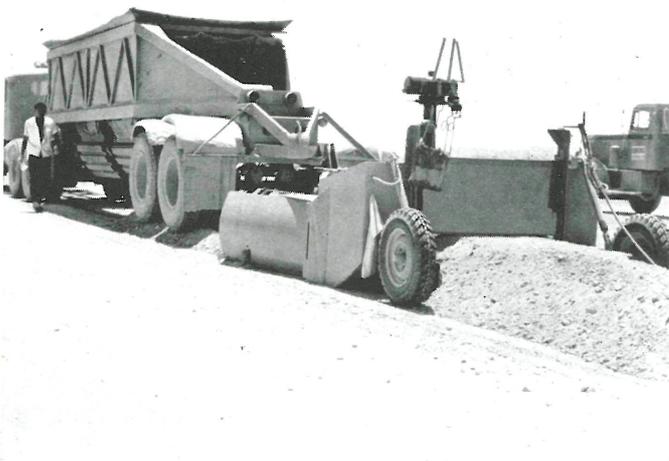


Mezcladora para fajas, de 3,70 m de ancho, entre encofrados fijos.

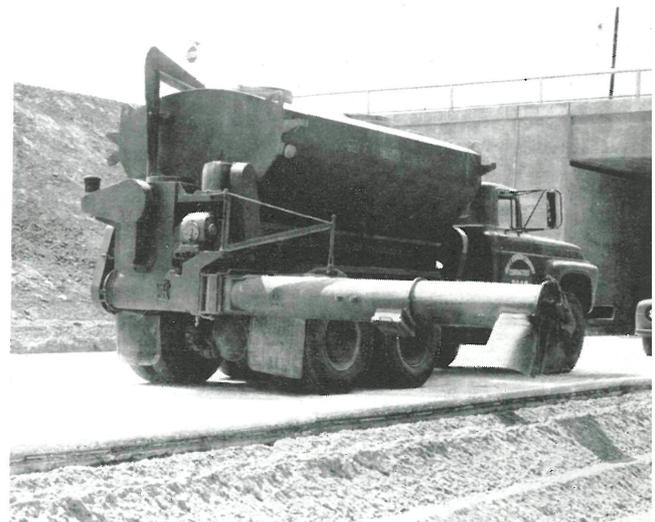
Otro tipo de mezcladora, comúnmente usada, es una mezcladora continua, la cual toma el material elevándolo hasta una cámara de mezcla, donde se le agrega el agua y el cemento, verificándose una mezcla completa antes de dejarlo nuevamente depositado por la parte posterior de la máquina.

Las máquinas empleadas en el pasado han requerido grandes modificaciones y perfeccionamientos, con objeto de poder ser empleadas con éxito en la construcción de bases que cumplan las actuales especificaciones.

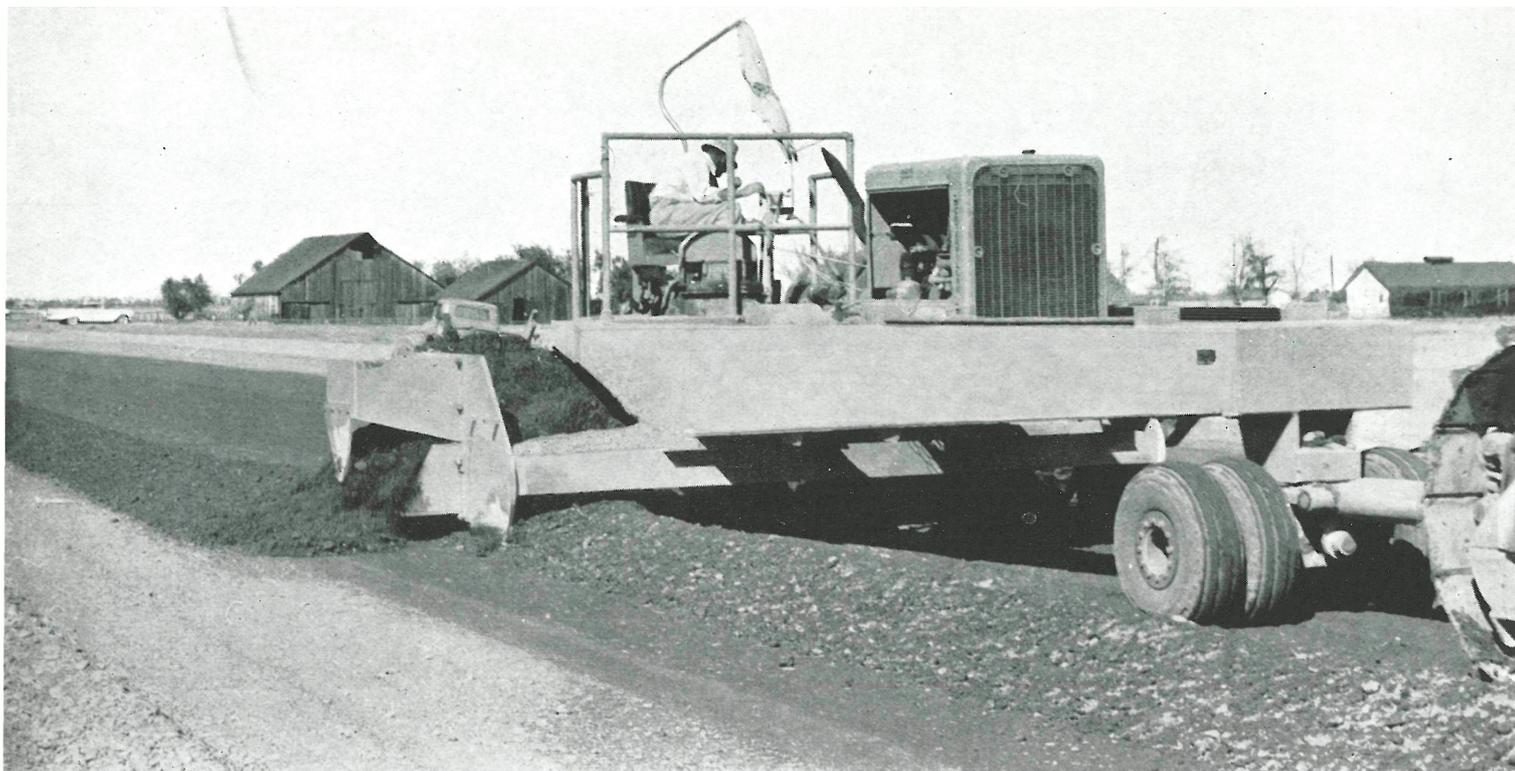
Las repartidoras y motoniveladoras empleadas frecuentemente hasta hace pocos años para la adición del cemento a los agregados en los camellones previos, han demostrado no ser capaces de garantizar una distribución uniforme, si las repartidoras no efectúan una salida uniforme de cemento independientemente del grado de vaciado o llenado de las mismas. Esta dificultad ha sido superada dotando a las repartidoras de una tolva de alimentación, la cual hace constante la afluencia de cemento a los repartidores, independientemente del grado de vaciado. Con estas máquinas se consigue actualmente una repartición del cemento dentro de una variación del 5 %.



Dosificadora de agregados que proporciona variaciones menores del 5 %, de acuerdo con las especificaciones vigentes.



Camión repartidor de cemento, que lo deposita dentro de las tolerancias permisibles inferiores al 10 %.



Niveladora aplanadora, dotada de limitadores laterales para prescindir del empleo de encofrados.

Las normas actuales para la extensión y nivelación de la mezcla exigen que, tanto la colocación como la extensión y compactación de la misma para toda clase de bases, debe efectuarse dentro de las dos horas siguientes a la realización de la operación de mezclado.

Los materiales tratados en plantas mezcladoras deben ser extendidos por maquinaria autopropulsada, que deben dejar colocado el material en fajas de la anchura y el espesor deseados, y listo para la compactación. El empleo de motoniveladoras no está permitido, excepto para los últimos trabajos de refinó.

La base, una vez terminada, debe presentar un espesor con una diferencia menor de 1,5 cm del proyectado, tanto para las bases efectuadas en plantas mezcladoras como para las realizadas con el método de mezcla "in situ".

Bases para pavimentos de hormigón

En el Estado de California, el espesor mínimo permitido para bases de pavimentos de hormigón es de 12 centímetros.

Los recientes avances logrados en los métodos de pavimentación, que permiten realizar fajas de 7,20 m de anchura en una sola operación, y el empleo de limitadores laterales móviles, ha simplificado la colocación y uso de encofrados en las operaciones de construcción de bases para pavimentos de hormigón.

Algún contratista ha empleado, para fajas de 7,20 m de anchura, un encofrado formado por tabloncillos forrados en su cara interna por chapa, en piezas de 3 m de longitud por 40 cm de altura. El propósito ha sido el de asegurar un perfil correcto a los bordes, y permitir la nivelación de la superficie aprovechando las caras superiores de los encofrados. La mezcla fue preparada en planta mezcladora y distribuida por una máquina para pavimentos asfálticos, siendo realizada la nivelación por una niveladora que se trasladaba sobre las caras superiores de los encofrados.

En los casos de empleo de limitadores laterales móviles, la necesidad de unas tolerancias mínimas respecto a pendientes y espesores dificulta el problema de asegurar una realización correcta.

En este método de pavimentación no existen encofrados laterales que sirvan de guía para la nivelación y que permitan una comprobación fácil. Han sido empleadas, con moderado éxito, motoniveladoras equipadas con cuchillas de control automático, aplanadoras y niveladoras controladas por guías de alambre.

Máquinas niveladoras que puedan ser accionadas automáticamente por unas guías tensas de alambre de piano, aparecen como una posible solución.

Control de las operaciones

La seguridad de obtener una correcta proporción de los agregados empleados en las bases de tipos A, B y C, aconsejan que sobre el asiento de la carretera se depositen los materiales con mecanismos repartidores de forma que se aseguren una proporción con un error menor del 5 %.

El material depositado en los camellones debe ser un error menor del 5 %.
seguridad de obtener errores inferiores a las tolerancias permitidas.

Una comprobación cada 30 m es insuficiente, debiendo efectuarse, por tanto, con una mayor frecuencia.

El cemento debe ser distribuido de forma que la variación no exceda del 10 % de la cantidad proyectada. Las comprobaciones deben ser realizadas cada pocos metros y en diversos puntos del camellón, con objeto de asegurarse, no sólo de que la cantidad depositada es la correcta, sino de que su distribución es uniforme.

Si los agregados del cemento han sido depositados dentro de las tolerancias fijadas, y la mezcla se ha efectuado de una manera completa y uniforme, las comprobaciones finales del contenido de cemento se encontrarán fácilmente dentro de una variación total menor del 0,6 %. Por ejemplo, si el proyecto exige un contenido de cemento del 3,0 %, las pruebas realizadas con el método de valoración acidimétrica deben, para ser consideradas aceptables, mostrar variaciones en la proporción de cemento comprendidas entre el 2,4 al 3,6. Esto significa una variación del orden del 20 %, que puede parecer muy grande, pero que, sin embargo, es muy inferior a las variaciones encontradas en obras realizadas con anterioridad a las Especificaciones de 1960, habiéndose demostrado que tolerancias del 0,6 dan la seguridad de obtener una base aceptable.

Se han encontrado numerosas variaciones en el espesor de bases ejecutadas con anterioridad, lo que ha conducido a fijar actualmente por las Especificaciones de 1960 una tolerancia de 1,5 cm. Esto exige frecuentes mediciones de espesor, una vez compactado el material, con objeto de asegurar el debido control.

Todas las bases deben ser compactadas antes de transcurridas dos horas desde que se efectuaron las adiciones de agua y cemento para las operaciones de mezcla.

En las operaciones llevadas a cabo en planta mezcladora, las mediciones de control de proporciones se verifican en la propia planta. Las variaciones permitidas en la proporción del cemento son inferiores al 0,4 en lugar del 0,6 tolerado para los sistemas de mezcla "in situ", ya que el producto que se desea obtener es de más calidad, y el control, más fácil de efectuar.

El espesor de la base debe ser comprobado frecuentemente, tanto antes como después de realizada la compactación.

Bases tratadas con cemento, después de veintidós años de uso intenso y continuo continúan en la actualidad en perfecto estado de servicio, sin que hasta la fecha se haya encontrado para las condiciones existentes en el Estado de California ningún sustitutivo económico de este tipo de construcciones.

M. CHINCHILLA

Por una omisión involuntaria se dejó de señalar el artículo aparecido en el n.º 139 "Sistemas para compensación de carga de los rodillos neumáticos" que pertenece, igualmente, al mismo autor



Fotografías facilitadas por el State of California, Department of Public Works

Colocación de material tratado en planta mezcladora.