



ALCANCE, DEFINICIONES, MATERIALES Y MEZCLAS

11.70-01 Alcance

En esta Especificación se establecen los requisitos particulares para el Reciclaje de Pavimentos Flexibles con Cemento (REPACE) los cuales deben construirse según se establece en esta Especificación.

11.70-02 Definición y etapas constructivas

Se define como Mezclas **Recicladas** en sitio de **Pavimentos Flexibles con Cemento** (REPACE), a la mezcla homogénea, bien extendida y compactada, de cemento, agua, eventualmente algún aditivo particular, materiales granulares de préstamo y material procedente de la disgregación, por fresado u otro método adecuado, de un pavimento flexible existente, constituido por agregados granulares, mezclados, o no, con cemento asfáltico o con cualquier otro material bituminoso. El reciclado se ejecutará a temperatura ambiente y directamente sobre la superficie a tratar.

El reciclado de pavimentos con cemento incluye las siguientes etapas constructivas:

- Estudio previo de los materiales.
- Estudio de la mezcla y obtención de las Fórmulas de Trabajo.
- Disgregación y pulverización de la parte del pavimento a reciclar.
- Incorporación del cemento, agua, aditivos —si es requerido—, agregados para la corrección de la granulometría —de ser requeridos—, mezclado y extendido de la mezcla
- Compactación y terminación.
- Curado y riego de protección.

Materiales

11.70-05 Cemento

El cemento utilizado será Portland Tipo 1, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir con las Normas COVENIN vigentes a la fecha de la construcción del proyecto.

11.70-06 Agua

El agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento, deberá ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial al pavimento terminado, y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) El pH, medido según norma ASTM D-1293, no podrá ser inferior a cinco (5)

- (b) El contenido de sulfatos, expresado como SO_4 , no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l). Su determinación se hará de acuerdo con la Norma ASTM D-516
- (c) El contenido de ión cloro, determinado según la Norma ASTM D-512, no podrá exceder de seis (6) gramos por litro (6 g/l).

En general, se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano.

11.70-07 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar alguna de las propiedades de la mezcla. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que se disminuyan las propiedades restantes de la mezcla.

11.70-08 Agregados para corregir la granulometría

Este material se añade cuando sea necesario corregir o completar la granulometría del material a reciclar disgregado, de manera que se obtenga una granulometría lo más continua posible.

Los materiales para corregir la granulometría serán:

- No plásticos y con un valor de Arena Equivalente igual o mayor al 30%.
- El contenido de arcilla será inferior al 2 % en masa.

11.70-09 Mezcla asfáltica o material a reciclar

Estará constituido por partículas recubiertas o no, con ligantes asfálticos, resultantes de la adecuada disgregación de la parte del pavimento existente, que ha sido seleccionado como objeto del reciclaje.

En el material a reciclar, la materia orgánica no será superior al 1 % en masa, el contenido de sulfatos, expresado en SO_3 , no será superior al 1 % en masa y no serán potencialmente reactivos con el cemento; además estarán libres de cualquier producto que pueda influir negativamente en el fraguado de cemento y no contendrá tamaños superiores a 80 mm. por lo cual es necesario adoptar las medidas necesarias para eliminar las partículas que sobrepasen dicho tamaño.

El contenido de partículas que pase por el tamiz 4,75 mm. no será inferior al 30 % en masa, el Límite Líquido será inferior al 35% y el Índice de Plasticidad igual o inferior a 15%. Si el material no cumple con estos dos últimos requisitos, se podrá tratar previamente, por ejemplo con cal, o con la incorporación de un material virgen que una vez mezclado con el pavimento a reciclar, satisfaga los requisitos anteriores.

11.70-10 Características de la mezcla y de la Fórmula de Trabajo

- (a) La resistencia, a los 7 días, a la compresión simple sin confinar del material reciclado, será la que se especifique en el diseño del espesor del pavimento; en ausencia de esta información será mínima de 2 MPa. (20 kg/cm²).
- (b) El contenido de cemento será el determinado en el diseño de la mezcla reciclada, pero no será menor al 3 % de la masa total del material seco a reciclar.
- (c) El material reciclado deberá ser totalmente compactado en un lapso máximo de cuatro (4) horas después de que haya sido incorporado el cemento al material a ser reciclado.

Antes de definir la fórmula de trabajo, se debe hacer un estudio del pavimento a reciclar, para definir los tramos con características granulométricas homogéneas del pavimento disgregado y de densidad máxima, obtenida en el ensayo Proctor Modificado (AASHTO T-180). Cada tramo, con características homogéneas, deberá tener su propia fórmula de trabajo.

La fórmula de trabajo tendrá los siguientes parámetros:

- El espesor del reciclado, que deberá estar entre 15 y 35 cm.
- La granulometría del material disgregado y el porcentaje y granulometría del agregado para corrección granulométrica.
- El tipo de cemento y su porcentaje en masa, respecto de la masa total del material a reciclar en seco.
- Las humedades del material disgregado en el momento de la mezcla con el cemento y la de compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.
- La manejabilidad de la mezcla, a la temperatura media ambiente prevista durante la ejecución de las obras, deberá estar entre las doce y las 15 horas, para lo cual, es necesario definir la dosificación de retardadores de fraguado.

EQUIPOS

11.70-20 El equipo mínimo debe estar constituido por:

- ✍ Máquina recicladora capaz de cortar, mezclar y extender la mezcla en una sola pasada sobre la vía
- ✍ Equipo distribuidor de cemento (autopropulsado o remolcado)
- ✍ Motoniveladora
- ✍ Compactadora de Ruedas Neumáticas (Autopropulsada)
- ✍ Compactadora Vibratoria de Rodillo Liso
- ✍ Camión cisterna para agua
- ✍ Equipo menor de extendido y equipos complementarios
- ✍ Equipo de laboratorio



El equipo debe estar en buenas condiciones mecánicas. Los equipos deben ser operados y mantenidos de acuerdo a lo indicado en los manuales del fabricante.

11.70-21 El Ente Contratante podrá exigir, de considerarlo conveniente, la ejecución de pruebas de campo para la aprobación del equipo.

11.70-22 En el sitio de instalación de la obra debe proveerse un local para la instalación del Laboratorio de Control de Calidad, el cual debe ser dotado —por El Contratista— de los equipos necesarios.

11.70-23 La máquina recicladora debe estar calibrada antes del inicio de los trabajos de pavimentación. Dicha calibración está sujeta a la aprobación del Ingeniero Inspector. Se debe ejercer estricto control sobre el correcto funcionamiento de la máquina recicladora. Cualquier falla o defecto que afecte la calidad de la mezcla es razón suficiente para suspender la producción de mezcla, hasta tanto ésta sea corregida. La suspensión de la producción debe hacerla el Ingeniero Inspector, por escrito, justificando la razón de la paralización.

11.70-24 La máquina recicladora deberá tener un ancho mínimo de disgregación de medio canal y estará dotado de medios capaces de actuar en el pavimento existente, a la profundidad y ancho especificados, produciendo un material con la granulometría requerida.

11.70.25 Para la construcción de pavimentos de mezclas recicladas debe disponerse en obra de la cantidad de máquinas recicladoras, compactadoras, motoniveladoras, camiones cisternas, equipos complementarios y accesorios que permita la colocación y compactación de la mezcla asfáltica reciclada sin demoras perjudiciales para la calidad de la obra.

11.70-26 La máquina recicladora, los equipos de extendido y compactación, los camiones o equipos de transporte de mezcla, así como sus accesorios y equipos complementarios, deberán cumplir con todas las Normas de Protección Ambiental y Seguridad Industrial que sean aplicables.

11-70-27 Se evitara al máximo las paradas del equipo y cuando ellas se presenten, se cortará al instante el suministro de cemento, agua o lechada para evitar sobredosificaciones y encharcamientos. Con regularidad, se verificará que la granulometría del material fresado, corresponde a la esperada para el tramo en el que se trabaja.

11.70-28 El cemento se distribuirá a granel, o en forma de lechada. La distribución en sacos sólo se autorizará en zonas en donde el equipo distribuidor no pueda hacerlo, o en el caso de que el equipo de distribución presente fallas mecánicas, y solo durante el tiempo requerido para reparar el equipo. La forma de distribución será aprobada previamente por la Inspección de la obra.



El equipo distribuidor de cemento a granel deberá tener tolvas con aberturas graduables, y de dispositivos de acoplamiento tales que permitan que la cantidad esparcida esté asociada con la velocidad de avance, en forma tal que se garantice que la cantidad esparcida por metro cuadrado corresponda a las exigencias de diseño, con el fin de que se pueda obtener la resistencia establecida en el proyecto. Si la descarga del cemento se hace a más de 10 cm. de altura, los esparcidores estarán dotados de mangas que eviten que el cemento sea desplazado por el viento.

PERSONAL

11-70.35 El personal que se emplee para la construcción de pavimentos de REPACE debe ser suficiente y debe estar debidamente calificado para ejecutar el trabajo requerido, en un todo de acuerdo con lo establecido en esta especificación y en el Programa de Obra que apruebe el Ente Contratante.

PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN

11.70-40 El Ingeniero Inspector debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción de pavimentos de REPACE luego de constatar que han sido satisfechos todos los requisitos establecidos en esta Especificación, en el Contrato de Obra y sus Especificaciones particulares, si las hubiere.

11.70-41 Cuando se considere que la máquina recicladora deba disgregar el pavimento existente previamente a la dosificación del cemento; se hará una primera pasada de tal manera que los últimos cinco (5) centímetros inferiores del espesor de proyecto no sean perturbados por el paso del equipo.

11.70-42 El suministro del cemento y del agua se realizará desde cisternas de modo que no se produzcan paradas de los equipos de distribución de cemento y de la recicladora. El mezclado debe asegurar una mezcla homogénea en todo el volumen.

11.70-43 El equipo para mezclar y extender la mezcla debe trabajar en forma tal que no se presente segregación del material reciclado, y éste sea en forma homogénea y con el perfil transversal adecuado.

11.70-44 Cuando el ancho de la superficie a reciclar sea superior al de la máquina recicladora, el reciclado se realizará en franjas paralelas con un solape mínimo de 15 cm., con el fin de evitar materiales sin mezclar en los bordes de las franjas.

11.70-45 Cuando sea necesario adicionar agregados para corregir la granulometría, se incorporará a la mezcla bien, mediante su extensión en una capa de espesor uniforme, sobre la superficie existente, antes de la disgregación, o bien mediante su incorporación al proceso de mezcla después de disgregados. Este último procedimiento,

requiere un equipo de recogida de material, dosificación y mezcla, independiente de la máquina recicladora.

11.70-46 La compactación de la mezcla reciclada debe realizarse inmediatamente después del mezclado de los materiales y el cemento, para evitar pérdidas de humedad y permitir su finalización dentro del plazo de cuatro (4) horas.

11.70-47 Cuando se termine la compactación de una capa, no se permitirá incrementar su espesor con aporte de mezcla; sin embargo, si se podrá hacer un perfilado con motoniveladora, procediendo luego a barrer la superficie y eventualmente a humedecer la superficie, antes de hacer la compactación final. Los materiales procedentes del perfilado, se deben retirar y disponer correctamente.

11.70-48 Cuando el trabajo se interrumpa por más de cuatro horas, es necesario hacer juntas transversales, las cuales se hacen, disgregando material de la zona ya tratada, en una longitud suficiente —en general superior al diámetro del rotor disgregador del equipo— bajando hasta la profundidad especificada, sin avanzar, para que se pueda regular con exactitud la incorporación del cemento en la zona no tratada.

11.70-49 Cuando se terminan las operaciones de compactación y perfilado y en cualquier, caso antes de transcurridas tres horas de este momento, se procederá a la aplicación de un riego de curado. En el caso de que el curado se realice mediante riego de agua, éste debe ejecutarse con la frecuencia requerida, y durante un mínimo de tres (3) días.

11.70-50 Inmediatamente después de finalizada la compactación y el perfilado, y solo en el caso de que así lo exija el Ingeniero Inspector, se procederá a la colocación de un Tratamiento Superficial Simple, contra la erosión de la mezcla reciclada. Este material deberá cumplir con los requisitos exigidos en la Norma COVENIN 12-9, y se ejecutará y pagará de acuerdo a lo señalado en dicha especificación.

11.70-51 Cuando se emplee el extendido de cemento a granel, su dosificación se controlará mediante una lona de superficie y peso conocidos, que se colocará antes de la extensión del cemento y se pesará con posterioridad al mismo. Dicho control se hará, al menos, una vez por la mañana y otra por la tarde, debiéndose incrementar la frecuencia en días con viento. La dosificación por sacos deberá ser hecha en forma tal que la separación de los sacos, tanto transversal como longitudinalmente, garanticen que la cantidad aplicada corresponda a la del diseño de laboratorio. Deberá llevarse un registro de la cantidad de sacos empleados para distribuir el cemento. Después de distribuidos los sacos, se rompen por un procedimiento adecuado, y el polvo de cemento se distribuye uniformemente por medio de haraganes, en forma de obtener una lámina de cemento de un espesor lo mas uniforme posible.



11.70-52 Cuando el cemento se incorpore directamente a la recicladora en forma de lechada, se controlará, al menos, una vez por la mañana y otra por la tarde, el funcionamiento de las boquillas de inyección. Asimismo, se verificará diariamente el consumo efectivo de cemento, con la información proporcionada por el control del volumen de lechada añadido.

11.70-53 La densidad promedio del material reciclado, inmediatamente después de terminada la compactación, será igual o mayor al 95% de la Densidad Máxima Seca obtenida en el diseño de la mezcla, de acuerdo con el Método Proctor Modificado (AASHTO T-180). Se deberá ejecutar, como mínimo, cinco (5) ensayos de densidad por lote.

11.70-54 Una vez en la mañana y otra en la tarde y al menos una vez por lote, se tomará una muestra del material, a la salida de la recicladora, para preparar de cada muestra una serie de tres briquetas: las briquetas se conservarán en cámara húmeda, o un procedimiento aprobado por el Ingeniero Inspector que reproduzca adecuadamente el curado de las briquetas, y se ensayarán a compresión simple después de 7 días de curado. A los efectos de esta especificación se denominada "lote" a la cantidad de mezcla reciclada producida en media jornada de trabajo.

11.70-55 Las resistencia promedio de las tres briquetas debe ser igual o mayor al 92% de la resistencia de diseño, y no más de una de las tres briquetas podrá tener una resistencia menor al 90% de la de diseño. Se entiende como "resistencia de diseño" a la resistencia determinada en el laboratorio al 95% de la Densidad Máxima Seca (AASHTO T-180) de la mezcla con el contenido de cemento determinado durante el diseño de la mezcla.

11.70-56 El espesor promedio del pavimento terminado, determinado en, al menos cinco (5) puntos de medición por lote, deberá ser igual al de diseño, aceptándose una variación, en el promedio, del 10%, por debajo o por arriba, del espesor de proyecto. Los espesores de la capa terminada podrán ser medidos en los puntos en los cuales se determine la densidad del pavimento terminado.

11-70.57 Durante y después de la compactación, la superficie del pavimento, tanto transversal como longitudinalmente, y especialmente en las juntas de construcción, se debe probar con una regla de canto recto de tres metros de longitud. La diferencia de la superficie con el borde de la regla, no debe exceder de quince (15) mm. en ningún sitio. Todas las deformaciones que sobrepasen la tolerancia indicada se deben corregir, a expensas de El Contratista, según sea indicado por el Ingeniero Inspector.

11.70-58 Salvo autorización expresa del Ingeniero Inspector, no se permitirá la ejecución del reciclado in situ con cemento, cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea superior a los 35°C, o cuando esté lloviendo En los casos en que se ejecute



la extensión del cemento a granel o en sacos, su distribución deberá interrumpirse, cuando la velocidad del viento, sea excesiva a juicio del Ingeniero Inspector.

MEDICIÓN

11-70-80 Para la medición de los pavimentos de REPACE, se deben considerar las partidas siguientes: (a) **Mezcla reciclada con cemento**, (b) **cemento Portland** y (c) **transporte del cemento**.

11-70-81 **Mezcla Reciclada con cemento:**

Esta partida se mide por volumen, en metros cúbicos (m³) de pavimento satisfactoriamente terminado. El volumen se obtiene multiplicando la longitud efectiva (11.70-82) por el ancho del tramo (11.70-83) y por el espesor promedio (11.70-84) del pavimento colocado.

11.70-82 La longitud efectiva es la longitud del pavimento colocado, medida en metros a lo largo del eje de la vía. A efectos de medición, la vía se divide en tramos de un (1) km. de longitud máxima, para cada uno de esos tramos, se aplican las mediciones de ancho (11.70-83) y espesor promedio (11.70-84).

11.70-83 El ancho del tramo es el ancho del pavimento colocado, medido en metros, establecido en los planos, o en su defecto, el fijado por el Ingeniero Inspector.

11.70-84 El espesor promedio es el promedio aritmético de los espesores de pavimento colocado en cada lote o tramo, luego de efectuada su compactación. Los espesores de pavimento se determinan mediante uno de los siguientes métodos:

1. Por toma de muestras del pavimento. En este caso, se deben tomar al menos cinco (5) muestras de pavimento en cada lote, pudiendo estar incluidas para esa determinación, las muestras tomadas según se especifica en los Parágrafos 11.70.53 y 11.70.56.
2. Por secciones de topografía. En este caso se deben tomar secciones transversales en un tramo de longitud máxima de un (1) km. Para cada sección se debe determinar un espesor promedio. El número de las secciones y la distancia entre cada una de ellas, debe ser aprobada por el Ing. Inspector
3. Para el cálculo del espesor promedio, los valores individuales de las muestras están sujetas a las siguientes condiciones:
 - ☞ los espesores individuales comprendidos entre el 90% y el 110% del espesor de proyecto se deben considerar en su valor real

- ✍ los espesores individuales mayores al 110% del espesor de proyecto se deben considerar equivalentes al 100% del espesor de proyecto
- ✍ los espesores individuales menores al 90% del espesor de proyecto se deben considerar defectuosos. “El Contratante” debe ordenar la corrección o la remoción y reposición del sector con espesor defectuoso, o excluirá todo el lote o tramo del cómputo de las cantidades de obra.

11.70-86 **Cemento Portland**

El cemento Portland empleado en la mezcla de pavimento de REPACE, se debe medir en kilogramos (kg). La cantidad de cemento empleado en cada tramo se debe determinar de acuerdo a las mediciones de campo obtenidas en los Apartes 11.70-51 y 11.70-52, según sea aplicable.

11.70-89 **Transporte de cemento**

El transporte del cemento se medirá en kilogramos (kg) puestos en el sitio de la obra. La cantidad de material transportado se determinará de acuerdo a lo indicado en el Aparte 11.70-86.

FORMA DE PAGO

11.70.90 **Reciclaje de pavimento en sitio con cemento**

Las partidas de mezcla reciclada con cemento en sitio se pagan al precio unitario establecido en el presupuesto, por metro cúbico (m³) de pavimento construido satisfactoriamente, medido según se indica en los Parágrafos 11.70-80 y siguientes.

El precio unitario de la partida para presupuesto correspondiente debe incluir:

- ✍ El suministro y transporte del agregado virgen empleado para la construcción del pavimento de REPACE, en caso de ser requerido.
- ✍ El suministro, transporte y dosificación del agua requerida en el proceso.
- ✍ La disgregación (triturado), el mezclado, la compactación, el perfilado final y el curado de la Mezcla reciclada
- ✍ La ejecución e interpretación de los ensayos de control de calidad.
- ✍ La provisión de todo el Equipo y Personal necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.
- ✍ Se excluyen todos los trabajos relacionados con la aplicación del Tratamiento Superficial Simple; en caso de estos ser requeridos, se pagarán de acuerdo a lo indicado en la Especificación 12-9.



11.70.92 Cemento Portland

El cemento Portland se debe pagar al precio unitario establecido en el Presupuesto, por kilogramo (Kg.) de cemento utilizado, determinado según se indica en el Parágrafo 11.70-86. El precio unitario de la Partida para de Presupuesto correspondiente debe incluir: el suministro, almacenamiento en obra y dosificación del cemento, así como la provisión de todo el Equipo y Personal necesario para la correcta ejecución de esta partida.

11.70.93 Transporte del cemento

El transporte del cemento se debe pagar al precio unitario establecido en el Presupuesto, por kilogramo de cemento utilizado y transportado al sitio de la obra, determinado según se indica en el Parágrafo 11.70-89. El precio unitario de la Partida para de Presupuesto correspondiente debe incluir la provisión de todo el Equipo y Personal necesario para la correcta ejecución de esta partida.

PARTIDAS PARA PRESUPUESTO

11.70.99 Las partidas contempladas en esta Especificación son las siguientes:

C-11.70-001-01

Reciclaje de pavimento en sitio con cemento, de ___ cm de espesor.

Unidad: metro cúbico (m³)

C-11.70-002.01

Cemento Portland para reciclaje de pavimentos, sin incluir su transporte.

Unidad: kilogramo (kg).

C-11.70-003-01

Transporte de cemento para pavimentos de mezcla reciclada con cemento

Unidad: kilogramo (kg)