

RECICLADO “IN SITU” CON CEMENTO

1. Definición

Se define como reciclado in situ con cemento de capas de firme la mezcla, convenientemente extendida y compactada, del material procedente del fresado de un firme existente (constituido por mezclas bituminosas y materiales granulares) con cemento, agua y, eventualmente, aditivos y árido de aportación, cuyo fin es reutilizar una o varias capas de un firme deteriorado, con un espesor total compactado comprendido entre veinte (20) y treinta (30) centímetros. Todo el proceso de ejecución de esta unidad de obra se realizará a temperatura ambiente y sobre la misma superficie a tratar. (Art. 21.1, O.C. 8/2001 Reciclado de Firmes)

2. Ámbito de aplicación

- Tipo de obras: aquellas con el firme agotado o insuficiente en las que no es necesario rectificar el trazado. También en las obras en las que es necesario reforzar el firme, regularizar el mismo o mejorar la rasante longitudinal o transversal.
- Tipo de firmes en los que es aplicable: firmes flexibles con base de macadam o zahorra (artificial o natural) terminados con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa, tanto fría como caliente.

3. Resultados esperables y especificaciones

El producto obtenido es una capa asimilable al suelocemento, con un comportamiento similar a este otro material.

- Mejora sustancial de la capacidad de soporte de la carretera reciclada.
- Mejora de la rasante longitudinal y transversal.

La unidad terminada debe cumplir las especificaciones de la tabla 1

Tabla1. Especificaciones técnicas de la unidad terminada

Característica	Valor
Densidad media (UNE 103501)	> 97% Proctor modificado
Densidad fondo capa (UNE 103501)	> ó = 95% Proctor modificado
Resistencia compresión 7 días (NLT-305)	> ó = 2,5 Mpa

4. Materias primas

4.1. Cemento

Cementos de bajo calor de hidratación, con alto contenido de adiciones, preferiblemente de clase resistente 32,5. El Director de las obras podrá autorizar la utilización de un cemento de clase resistente 22,5, así como en épocas frías el de un cemento de clase resistente 42,5.

Si el contenido ponderal de sulfatos solubles (SO₃) en el material que se vaya a reciclar, determinado según la UNE 103201, fuera superior a 0,5% en masa, deberá emplearse cemento resistente a los sulfatos y aislar adecuadamente estas capas del firme de las obras de paso de hormigón.

4.2. Material a reciclar

El material a reciclar estará constituido por partículas, recubiertas o no por ligante envejecido o por cemento, resultantes de la adecuada disgregación por fresado de la parte del firme existente en la profundidad establecida

- No contendrá elementos de tamaño superior a 80mm y el pase por el tamiz 4mm de la UNE-EN 933-2 no será inferior al 30% en masa.
- No presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considerarán potencialmente reactivos aquellos que tras la determinación de la concentración de SiO₂ y la reactividad R cumplan que:

$$\text{SiO}_2 > R, \text{ cuando } R > 70 \quad \text{ó} \quad \text{SiO}_2 > 35, \text{ cuando } R < 70$$

- Estará exento de materia orgánica y de productos que puedan perjudicar el fraguado del cemento. El contenido de materia orgánica, determinado según la UNE 103204, no puede superar el 1%.
- El contenido de sulfatos, determinado según la UNE 103201, no será superior al 1% en masa.

4.3. Árido de aportación

En caso de utilizar un árido como corrector granulométrico, deberá tener las características establecidas en el artículo 500 del PG3 para zahorras artificiales. Se tratará de obtener en la mezcla la granulometría más continua posible.

4.4. Agua

Cumplirá las prescripciones del artículo 280 del PG3.

4.5. Aditivos

El uso de aditivos se fijará en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, siendo fijados en la fórmula de trabajo y aprobados por el Director de obra.

5. Maquinaria

Debido a la existencia actual de equipos móviles de reciclado de gran rendimiento y calidad de ejecución, así como la carestía de los métodos de ejecución en planta, en España, se ha consolidado la metodología de ejecución "in situ" con resultados excelentes.

Los equipos necesarios para la ejecución de un reciclado "in situ" con cemento son:

- Recicladora-Estabilizadora dotada con bombas y caudalímetros para la dosificación de ligantes, aditivos y agua, que realiza de forma conjunta las operaciones de fresado, dosificación, mezcla y extensión
- Dosificador de lechadas o Distribuidor de sustancias pulverulentas
- Compactador metálico y Compactador neumático
- Motoniveladora equipada con sistema de nivelación automática
- Tanque con rampa de riego con emulsión debidamente calorifugado.

6. Control de calidad. Ensayos de laboratorio

Los ensayos necesarios para la formulación y control de la mezcla son los siguientes:

- Caracterización de los áridos: Densidad, Granulometría, Plasticidad, Materia orgánica, Sales solubles
- Determinación de la dotación de cemento de la mezcla.
- Determinación de su ley de densidad-humedad.
- Determinación de la resistencia a compresión de la mezcla.

Es necesario comprobar que la densidad obtenida en campo coincide con la máxima posible, debiéndose confeccionar probetas con la densidad obtenida en el tajo, para comprobar que la rotura de las mismas a 7 días supera los valores exigidos.

Del mismo modo, deberá ajustarse la densidad exigida a la máxima alcanzable en obra mediante la ejecución de una banda de prueba de compactación.

Es importante también comprobar que la densidad de las probetas es del mismo orden de magnitud que la obtenida en el campo.

Además de la comprobación en obra o mediante probetas de dichos parámetros, será necesario el control de otros criterios de aceptación como son la rasante, el espesor y la regularidad superficial.

7. Seguridad e higiene

Deben seguirse las instrucciones de las fichas proporcionadas por el fabricante.

Esta unidad no requiere más precauciones que las habituales en los trabajos en carreteras abiertas al tráfico: buena señalización, chalecos reflectantes, banderas y señales adecuadas.