

# SUELO-CEMENTO

## Sumario

### . Definición

### . Materiales

- Cementos
- Suelo
- Agua y aditivos

### . Fabricación y transporte

- Plantas de fabricación
- Transporte

### . Puesta en obra

- Extendido (sistemas y equipos)
- Compactación
- Juntas

### . Curado y terminación

### . Problemas habituales y recomendaciones



## SUELO-CEMENTO

### · Definición:

Entendemos por “suelo-cemento”, la mezcla homogénea de material granular (suelo y/o árido), cemento y agua, realizado en una central o planta de fabricación, a la que se le exige una determinada densidad, homogeneidad, resistencia y durabilidad y que una vez puesta en obra, forma la base o subbase de firmes y carreteras.

Como generalidades podemos comentar algunos aspectos:(artículo 512 PG-3)

- Tamaño máximo árido < 80mm.( < 50mm SC1 y < 25mm SC2)
- Contenido de cemento > 3%
- Resistencia compresión (Mpa)
  - A 7 días > 2,5 Mpa.
  - A 90 días > 3,8 Mpa.
- Consistencia de tierra - húmeda.
- Espesores medios de 15 cm a 50 cm.(Habitual 20 a 30cm.)

## Materiales

### · Cementos

Deben de emplearse cementos de clase resistente media o baja (32,5) y con alto contenido de adición activa, como puzolanas naturales, cenizas volantes o escorias siderúrgicas, a fin de:

- Disponer de mayor plazo de manejabilidad.
- Minimizar la generación de calor de hidratación.
- Limitar los efectos de la fisuración por retracción.

Así los cementos más recomendables son:

ESP IV-1, CEM V , CEM IV (A o B) , CEM III(A o B) y CEM II/B (P, V, S y M)

Con categoría resistente 32,5N, debiéndose cumplir las prescripciones de la RC-03 y el artículo 202 del PG-3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes).

El contenido de cemento debe ser tal que asegure las resistencias mínimas del artículo. 512 del PG-3 y nunca inferior al 3% (para asegurar homogeneidad)

### · Suelo

Puede ser de préstamo, árido clasificado o de la propia traza si las características fueran aceptables y entre otras características deberá estar exento, en lo posible, de materia vegetal, suciedad, arcilla u otras materias extrañas que perjudiquen el fraguado del cemento.

Además según el artículo 512 del PG-3 se le exigirá:

- Tamaño máximo < 80 mm, < 50 mm para SC1 y < 25 para SC2
- Materia orgánica < 1%
- Cernido ponderal tamiz 2 mm. >20% y <50% para el de 80 micras.
- Contenido de sulfatos < 0,5% o < 1% con cementos SR
- Índice de Plasticidad < 15

Por ultimo el contenido de cemento de la mezcla será < 7% para el caso de los materiales de peor calidad y nunca inferior al 3% para poder asegurar una correcta homogeneidad de la mezcla.

### · Agua

Al agua se le exigen las mismas características que para la fabricación de hormigones y morteros (artículo 280 PG-3)

### · Aditivos

Aunque no es frecuente, se pueden emplear aditivos que mejoren la docilidad o características de la mezcla, así con temperaturas superiores a 30° C, se debe emplear un retardador, teniendo cuidado con los efectos secundarios de dichos aditivos (retardadores: incremento del volumen de la mezcla, plastificantes: retraso en la compactación)

## Fabricación y transporte

### · Plantas de Fabricación

La elección del tipo de planta, producción y ubicación debe de ajustarse al rendimiento del equipo de extendido y al volumen de obra, optimizando el rendimiento económico de esta unidad de obra.

Las plantas las podemos clasificar en cuanto a su movilidad en fijas o en móviles, en cuanto a su producción en continuas o discontinuas, según la amasadora reciba un flujo continuo y no detiene su proceso o trabaje en ciclos de amasado.

Existe una amplia gama de centrales, algunas fabricadas por la propia constructora, pero al menos deben estar compuestas por: sistemas de almacenamiento, alimentación y dosificación de materias primas, equipo de amasado y sistemas de control de producción y calidad.

Para el suelo cemento se suelen utilizar plantas continuas y móviles que se instalan en la propia obra.

### · **Transporte.**

Este material se transporta en camiones volquete de 8 a 12 m<sup>3</sup> de capacidad.

El número de camiones debe ajustarse a la producción de la planta, distancia al tajo y ritmo de extendido, primando este último.

Se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Prever el acceso al tajo para evitar pasar por las capas recién extendidas.
- Evitar segregaciones, disminuyendo la altura de caída del material de la planta al camión y de la caja de este a la extendidora.
- Reducir las distancias de transporte para evitar desecaciones y segregaciones.
- Cubrir las cajas con lonas sobre todo con viento y altas temperaturas.

## Puesta en obra

### · **Extendido (sistemas)**

El extendido puede realizarse en anchos completos o por semi-anchos.

El primero es el más adecuado, caso de no poder realizarse por no disponer de equipos o necesitar un carril libre, podemos utilizar dos extendidoras trabajando en paralelo (separación de 50 cm) o una sola que realice ambos, debemos tener en cuenta lo siguiente, para evitar juntas longitudinales:

- Evitar que la zona de unión no quede bajo la banda de rodadura.
- Evitar segregaciones y desecación en las zonas de unión.
- Realizar una correcta unión de ambas franjas, de tal manera que el material de ambas zonas no hayan comenzado las reacciones de fraguado durante la compactación conjunta.

En el caso de espesores >25 cm, se pueden ejecutar por tongadas, compactando la 1ª (95% del Proctor) y extendiendo la 2ª en plazo, para asegurar la correcta unión de ambas.

### · **Extendido (equipos)**

En cuanto a los equipos se puede utilizar:

- Autograde (acoplándole los equipos necesarios para suelo-cemento).
- Extendedora de encofrados deslizantes(sin batería de vibradores).
- Extendedora convencional de mezcla bituminosa.
- Motoniveladora.

Los dos primeros no son usuales, permiten hasta 8,5 m de ancho de trabajo y 300 m<sup>3</sup>/h de rendimientos.

Constan de tornillo sinfín repartidor y planchas de extrusión y vibrantes para precompactación.

Los dos últimos equipos son los mas habituales y tienen rendimientos máximos de 200 y 150 m<sup>3</sup>/h, respectivamente, el ultimo se suele utilizar en obras de baja intensidad (rasante y regularidad).

En cualquiera de los casos, debemos tener en cuenta que este material sufre una merma del 20% en su espesor tras la compactación.

### · **Compactación**

La compactación se realiza por medio de pasadas sucesivas de rodillo compactador, hasta obtener una densidad no inferior al 97% de la densidad máxima Proctor modificado obtenida en laboratorio para el suelo-cemento.

La solución idónea es la precompactación hasta 95% de densidad Proctor en el momento del extendido, evitando problemas de regularidad superficial, reducción del espesor, desplazamiento del material y falta de contención lateral.

Por ultimo comentar que la compactación debe realizarse dentro del plazo de trabajabilidad del material y nunca después de transcurrida una hora desde la colocación del suelo-cemento.

### · **Juntas.**

La fisuración de este tipo de materiales es inherente a su propia naturaleza, sin entrar en las causas (retracción hidráulica o térmica) analizaremos la tipología de juntas:

- Longitudinales: deben de evitarse mediante el extendido de anchos completos o solape en el caso de semi-anchos
- Transversales de contracción: lo habitual es permitir la libre fisuración, aunque también se puede prefisurar (en fresco) y formar losas independientes como con cualquier material tratado con cemento
- Transversales de hormigonado: se producen en paradas (> 2 h) o al final de la jornada y se realizan con la cuchilla de la motoniveladora de manera normal a la rasante y retirando el material sobrante, cuidando los bordes.
- Transversales de dilatación: no suelen emplearse en suelo-cemento.

## Curado y terminación

### · Curado.

Este tipo de materiales es muy sensible a la desecación, por lo que el curado es fundamental, la mejor solución es el riego con emulsión bituminosa (>600 gr./m<sup>2</sup>) en toda la superficie incluyendo los bordes, antes de las 3 horas posteriores a la compactación.

También se puede utilizar la pulverización con agua de la superficie o cubrir con plásticos, aunque estas últimas opciones se utilizan en vías de baja intensidad o a la espera del riego con emulsión.

### · Terminación.

Según el PG-3 la superficie acabada no debe rebasar a la teórica en ningún punto ni quedar por debajo en más de 1/5, aunque como regla podemos utilizar que no presente irregularidades superiores a 15 mm en bases o a 20 mm en sub-bases.

En las zonas donde no se cumplan estas tolerancias se debe proceder al recorte y compactación en el caso de que el material este manejable, abrasión de los puntos altos o reconstrucción de las zonas afectadas y nunca al recrecido en capas delgadas.

El PG-3 prohíbe la circulación de vehículos ligeros en los 3 días posteriores a su terminación y de pesados durante los 7 días (extendedoras), al utilizarse este material como bases o sub-bases del paquete de firmes es necesario asegurar la adherencia de capas y una buena resistencia a fatiga, se procederá a la limpieza y extendido de riego de adherencia.

## Problemas habituales y recomendaciones

- Realizar tramos de prueba antes de la ejecución definitiva, estudiando las características de los materiales y equipos a emplear.
- En época estival cuidar la temperatura y humedad del suelo, falso fraguado del cemento y dosificación correcta de los componentes.
- Evitar la formación de bóvedas de apelmazamiento del material mediante la utilización de vibradores, inyección de aire o membranas inflables.
- La dosificación de agua debe adaptarse en el mismo nivel que aporten los áridos y así procurar que el material llegue al tajo con valores próximos a la humedad óptima del Proctor, para facilitar su compactación.
- Prever personal dotados de rastrillos en el momento del extendido para reparar sobre la marcha irregularidades, nidos de gruesos, segregaciones etc...
- Revisar el desgaste de los equipos pues este material es muy abrasivo.

