

## ARTÍCULO 341 - 07

### BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO

#### 341.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una capa de base, constituida por material adicionado totalmente o resultante de la escarificación de la capa superficial existente, o una mezcla de ambos, estabilizándolos con cemento Portland, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor.

Por las características de los materiales por estabilizar que se admiten en el presente Artículo, ésta base estabilizada con cemento Portland solo se podrá emplear en vías con tránsito NT1, salvo que los documentos del proyecto o el Interventor indiquen algo diferente.

#### 341.2 MATERIALES

##### 341.2.1 Material por estabilizar

El material por estabilizar con cemento Portland podrá provenir de la escarificación de la capa superficial existente, o ser un suelo natural proveniente de excavaciones o zonas de préstamo, o agregados locales de baja calidad, o escorias, o mezclas de ellos. El material, ya combinado, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar el correcto fraguado del cemento. Deberá, además, cumplir los requisitos generales que se indican en la Tabla 341.1.

Tabla 341.1

Requisitos de los materiales para la construcción de bases estabilizadas con cemento Portland

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Limpieza</b>		
Límite líquido, % máximo . Nota 1	E – 125	35
Índice de plasticidad, % máximo . Nota 1	E – 125 E – 126	15
<b>Reactividad</b>		
Proporción de sulfatos del material combinado, expresada como $SO_4^{=}$ , % máximo.	E-233	0.5

Nota 1. Estos límites se pueden exceder, si el Constructor demuestra al Interventor que el equipo de que dispone, tiene una capacidad de disgregación suficiente para conseguir una mezcla íntima y homogénea de un suelo más plástico, con el cemento.

La granulometría del material pulverizado, listo para estabilizar, deberá ajustarse a los límites señalados en la Tabla 341.2.

Tabla 341.2  
Requisitos granulométricos del material para la construcción de bases estabilizadas con cemento Portland

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
4.75 mm	No.4	Mínimo 60
75 µm	No.200	Máximo 50

Además, el tamaño máximo no podrá ser mayor de setenta y cinco milímetros (75 mm), ni superior a la mitad (1/2) del espesor de la capa compactada.

Cuando se requiera almacenar los suelos o agregados para construcción de la base estabilizada con cemento se deberán tener en cuenta los cuidados señalados en el numeral 300.4.3 del Artículo 300 de estas especificaciones.

### 341.2.2 Cemento

El cemento para estabilización deberá ser Portland Tipo I, el cual deberá cumplir lo especificado en el Artículo 501 de estas especificaciones.

Si por alguna razón el cemento ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no podrá ser utilizado. Tampoco se permitirá el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores.

### 341.2.3 Agua

El agua que se requiera para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales. Su pH, medido de acuerdo con norma de ensayo ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 y 8.0) y el contenido de sulfatos, expresado como  $SO_4^{=}$  y determinado según norma ASTM D-516, no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l). Si se emplea agua reconocida como potable, no será necesario efectuar ensayos para la verificación de sus características.

### 341.3 EQUIPO

En relación con el equipo, rigen las condiciones generales indicadas en el numeral 300.3 del Artículo 300.

Básicamente, el equipo estará constituido por una máquina estabilizadora, elementos para la compactación, motoniveladora, carrotaques para aplicar agua y el material de curado de la capa compactada, elementos de transporte y herramientas menores.

En caso de que la estabilización incluya materiales transportados, el equipo deberá incluir también elementos para su explotación, cargues, transportes, eventual trituración y clasificación.

Si la utilización de la capa existente en la vía está prevista, deberá contarse con elementos apropiados para su escarificación.

Salvo autorización escrita del Interventor, la motoniveladora no podrá emplearse en trabajos de mezcla sino únicamente en los de conformación.

Si los documentos del proyecto, en virtud de la magnitud de la obra, exigen la preparación de la mezcla en una planta, dichos documentos deberán establecer en detalle las características de la planta y el procedimiento para la ejecución de los trabajos.

### **341.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

#### **341.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

En caso de que la estabilización incluya suelos o agregados diferentes de los obtenidos al escarificar la capa superficial existente, se aplicarán las instrucciones del numeral 300.4.1 del Artículo 300. Los procedimientos y equipos utilizados para su explotación y elaboración, deberán tener aprobación previa del Interventor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los materiales elaborados ni exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

Todos los trabajos de clasificación de estos materiales y en especial la separación de sobretamaños, deberán efectuarse en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras o préstamos deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones. Al abandonar los préstamos y las canteras temporales, el Constructor remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

#### **341.4.2 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Constructor entregará al Interventor, para su verificación, muestras representativas del material por estabilizar y el cemento que se propone utilizar, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que demuestren la conveniencia de utilizarlos en la mezcla. Igualmente presentará el diseño de la misma.

Salvo indicación en contrario, la mezcla se deberá diseñar mediante los ensayos de Resistencia a la compresión (Norma INV E-809) y Humedecimiento y secado (Norma INV E-807).

La resistencia mínima a compresión deberá ser de dos megapascales con una décima ( 2.1 MPa), luego de siete (7) días de curado húmedo. Respecto al ensayo de humedecimiento y secado, (criterio de durabilidad), el contenido de cemento deberá ser tal que la pérdida de masa de la mezcla compactada, al ser sometida al ensayo descrito en la norma INV E-807, no supere los límites establecidos en la Tabla 341.3, de acuerdo con la clasificación que presente el material por estabilizar.

Tabla 341.3  
Pérdida máxima de las bases estabilizadas con cemento Portland

SUELO POR ESTABILIZAR	NORMA DE ENSAYO INV	PÉRDIDA MÁXIMA (%)
A-1; A-2-4; A-2-5; A-3	E-807	14
A-2-6; A-2-7; A-4; A-5		10
A-6; A-7		7

La fórmula de trabajo establecida como resultado del diseño de la mezcla deberá indicar:

- La granulometría del material
- El contenido óptimo de cemento (CFT %)
- La resistencia de diseño ( $R_d$ )
- El valor máximo de la densidad ( $D_e$ )
- El porcentaje óptimo de agua para mezcla y compactación

La aprobación del diseño y de la fórmula de trabajo por parte del Interventor, no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ellos, la calidad exigida en este Artículo.

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

### 341.4.3 Fase de experimentación

Al comienzo de los trabajos, el Constructor elaborará secciones de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos de acuerdo con el Interventor, donde se probará el equipo y se determinará el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación.

El Interventor tomará muestras del material estabilizado y decidirá su conformidad en relación con las condiciones especificadas sobre disgregación, humedad, espesor de la capa, proporción de cemento y demás requisitos exigidos.

En caso que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, el Constructor deberá hacer inmediatamente todas las modificaciones necesarias y, si fuese preciso, modificar el diseño, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones, hasta que ellas resulten satisfactorias para el Interventor.

#### **341.4.4 Preparación de la superficie existente**

Si el material por estabilizar es totalmente de aporte, antes de construir la base estabilizada se comprobará que la superficie que va a servir de apoyo tenga la densidad y lisura apropiadas, así como las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán corregirse de acuerdo con lo indicado en ella, a plena satisfacción del Interventor.

En caso de que la construcción se vaya a realizar únicamente con el material existente en la calzada, éste se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en los planos o indicado por el Interventor.

Si se contempla la adición de un material de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente, utilizando la máquina estabilizadora en las pasadas que se hayan determinado durante la fase de experimentación, antes de iniciar la pulverización del material descrita en el numeral 341.4.6 de este Artículo.

En todos los casos en que el proceso involucre el material del lugar, parcial o totalmente, deberá comprobarse que el material que se encuentre bajo el espesor por estabilizar presente adecuadas condiciones de resistencia y, en caso de no tenerlas, el Interventor ordenará las modificaciones previas que considere necesarias.

En todos los casos deberá estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje de la calzada que requieran ser construidos, previamente a la construcción de la base estabilizada con cemento Portland.

#### **341.4.5 Transporte de suelos y agregados**

Cuando la estabilización incluya suelos o agregados de aporte, éstos se transportarán a la vía protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería, de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos.

Cuando se requiera almacenar los suelos o agregados para la construcción de la base estabilizada, se deberán tener en cuenta los cuidados señalados en el numeral 300.4.3 del Artículo 300 de estas especificaciones.

#### **341.4.6 Pulverización del material**

Antes de aplicar el cemento, el material por tratar, sea que haya sido escarificado en el lugar o transportado desde los sitios de origen aprobados por el Interventor, o una mezcla de ambos, se pulverizará con la máquina estabilizadora en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en los planos u ordenada por el Interventor.

El proceso de pulverización continuará hasta que se logren los requerimientos granulométricos del numeral 341.2.1 de la presente especificación.

La longitud de calzada pulverizada no deberá exceder de la que pueda tratarse y compactarse de acuerdo con esta especificación en dos (2) días de trabajo, salvo autorización escrita del Interventor.

Una vez pulverizado el material, éste deberá conformarse a la sección transversal de la calzada, con el empleo de motoniveladora.

#### **341.4.7 Aplicación del cemento**

El cemento podrá aplicarse en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el agregado pulverizado empleando el procedimiento aceptado por el Interventor durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. Durante la aplicación del cemento, la humedad del material no podrá ser superior a la definida durante el proceso de diseño como adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del material con el cemento. Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el material.

El cemento sólo podrá extenderse en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

#### **341.4.8 Mezcla**

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en el espesor establecido en los planos u ordenado por el Interventor. El número de pasadas dependerá del equipo utilizado y será el necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea, según se haya definido en la fase previa de experimentación. En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla deberá ser la establecida en la fórmula de trabajo, con una tolerancia de más o menos uno por ciento ( $\pm 1\%$ ).

#### **341.4.9 Compactación**

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Constructor y aprobado en el Interventor durante la fase previa de experimentación.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto de la base estabilizada. En caso de que ella se produzca, deberá ser eliminada hasta obtener una superficie uniforme y compacta.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio de la mezcla. Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de experimentación, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación. Una vez terminada la compactación, la superficie deberá mantenerse húmeda hasta que se aplique el riego de curado.

#### **341.4.10 Juntas de trabajo**

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos deberán cuidarse para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente. Al efecto, al término de la jornada de trabajo se formará una junta transversal perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si la base estabilizada no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aceptable para el Interventor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

#### **341.4.11 Curado de la capa compactada**

Terminada la conformación y compactación de la base estabilizada con cemento, ésta deberá protegerse contra pérdidas de humedad por un período no menor de siete (7) días, mediante la aplicación de una película bituminosa con emulsión de rotura rápida tipo CRR-1, conforme se establece en el Artículo 422 de estas especificaciones.

En el momento de aplicar el riego, que en ningún caso puede ser después de veinticuatro (24) horas después de terminada la compactación, la superficie de la base estabilizada deberá presentar un aspecto denso y homogéneo y contener la humedad suficiente que permita el curado.

#### **341.4.12 Apertura al tránsito**

La base estabilizada con cemento sólo podrá abrirse al tránsito público y al de los equipos de construcción a los siete (7) días de su compactación. La apertura será inicialmente durante un tiempo corto que permita verificar el comportamiento de la capa compactada y localizar las áreas que deban ser objeto de corrección. Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el Interventor definirá el instante de apertura definitiva de la capa compactada, al tránsito público.

#### **341.4.13 Limitaciones en la ejecución**

Las estabilizaciones con cemento sólo se podrán llevar a cabo cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cinco grados Celsius (5°C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia y como

resultado de ello la humedad de la mezcla supere la tolerancia mencionada en el numeral 341.4.8 de ésta especificación, el Constructor deberá, a su costa, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a satisfacción del Interventor.

Los trabajos de construcción de la base estabilizada con cemento Portland se deberán efectuar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVIAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

#### **341.4.14 Manejo ambiental**

Se aplicará lo pertinente del numeral 300.4.8 del Artículo 300 de estas especificaciones.

#### **341.4.15 Conservación**

El Constructor deberá conservar la base estabilizada en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

### **341.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **341.5.1 Controles**

En adición a lo indicado en el numeral 300.5.1 del Artículo 300, el Interventor deberá efectuar ensayos de control de la mezcla y, una vez compactada, de densidad, espesor y lisura.

#### **341.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

##### **341.5.2.1 Calidad del cemento**

Cada vez que lo considere necesario, el Interventor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

Por ningún motivo se permitirá el empleo del cemento endurecido o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

##### **341.5.2.2 Calidad del agua**

Siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, el Interventor verificará su pH y su contenido de sulfatos.

### 341.5.2.3 Calidad del material a estabilizar

De cada fuente de suelos y agregados por utilizar en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinará:

- La plasticidad de la fracción fina (normas de ensayo INV E-125 y E-126).
- El contenido de sulfatos (norma de ensayo INV E-233).

Los resultados de los ensayos deberán ser tales, que al fabricar el material combinado, éste cumpla los requisitos establecidos en la Tabla 341.1 del presente Artículo.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los suelos y agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas indicadas en la Tabla 341.4.

Además, podrá adelantar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad del material por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

Tabla 341.4  
Verificaciones periódicas sobre el material a estabilizar

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
<b>Composición</b>		
Granulometría	E - 123	1 por jornada
<b>Limpieza</b>		
Límite líquido	E - 125	1 por jornada
Índice de plasticidad	E - 125 E - 126	1 por jornada

### 341.5.2.4 Calidad de la mezcla

#### a. Contenido de cemento

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, definido como se indica en el numeral 341.5.2.5, se determinará el contenido de cemento (Norma de ensayo INV E-810).

El porcentaje de cemento promedio de las tres muestras que representan al lote, (CPL %), tendrá una tolerancia de tres por mil (0.3%), respecto del óptimo definido en la fórmula de trabajo (CFT %).

$$CFT \% - 0.3 \% \leq CPL \% \leq CFT \% + 0.3 \%$$

A su vez, el porcentaje de cemento de cada muestra individual (CI %), no podrá diferir del valor promedio del lote (CPL%), en más de medio por ciento (0.5%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$\text{CPL \%} - 0.5 \% \leq \text{CI \%} \leq \text{CPL \%} + 0.5 \%$$

Un porcentaje de cemento promedio (CPL %) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso de cemento, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la base estabilizada.

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá levantar la capa mediante fresado y reponerla, a costa y cargo suyo, a satisfacción plena del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

#### **b. Resistencia**

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada en la obra se moldearán probetas (dos por muestra) según la norma de ensayo INV E-806, para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete (7) días de curado, de conformidad con un procedimiento similar al realizado durante el diseño de la mezcla.

La resistencia media de las cuatro (4) o más probetas que representan al lote, ( $R_m$ ), deberá ser igual o superior al noventa y dos por ciento (92%) de la resistencia correspondiente al diseño presentado por el Constructor ( $R_d$ ) y aprobado por el Interventor, conforme se describe en el numeral 341.4.2 de esta especificación.

$$R_m \geq 0.92 R_d$$

A su vez, la resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deberá ser igual o mayor al noventa por ciento (90%) del valor medio, ( $R_m$ ), admitiéndose, sólo un valor individual por debajo de ese límite.

$$R_i \geq 0.9 R_m$$

Si uno o más de estos requisitos se incumple, se rechazará el lote al cual representan las muestras. Si el lote es rechazado, el Constructor deberá levantar la capa mediante fresado y reponerla, a costa y cargo suyo, a satisfacción plena del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

#### **341.5.2.5 Calidad del producto terminado**

Para efectos del control, se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500m) de base estabilizada con cemento.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de base estabilizada con cemento.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se está construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, el Interventor deberá realizar los siguientes controles:

**a. Compactación**

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de base estabilizada con cemento, la densidad promedio de la muestra que representa al lote ( $D_m$ ), se deberá comparar con la máxima ( $D_e$ ), obtenida sobre una muestra representativa del mismo material.

Si  $D_m - (k \times s) \geq 0.98 \times D_e$  se acepta el lote.

Si  $D_m - (k \times s) < 0.98 \times D_e$  se rechaza el lote.

Siendo:

$D_m$ : Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno que integran la muestra que representa al lote.

$$D_m = \frac{\sum D_i}{n}$$

$D_i$ : Resultado de un ensayo.

$n$  : Número de ensayos de densidad en el terreno que integran la muestra.

$k$  : Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad de 90%, se encuentra la densidad en el terreno del lote. Este factor depende del número de ensayos ( $n$ ) que integran la muestra y su valor se indica en la Tabla 341.5

Tabla 341.5  
Valores del factor k

n	5	6	7	8	9	10
k	0.685	0.602	0.544	0.500	0.465	0.437

s : Desviación estándar de la muestra.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D_m)^2}{n - 1}}$$

D<sub>e</sub>: Valor máximo de la densidad, obtenido según la norma de ensayo INV E-806 “Relaciones humedad-masa unitaria de mezclas de suelo-cemento”, realizado durante el diseño de la mezcla.

La densidad de la capa compactada podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, que permita hacer la corrección por presencia de partículas gruesas, si el material lo requiere.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá levantar la capa mediante fresado y reponerla, a costa y cargo suyo, a satisfacción plena del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

### b. Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el Interventor determinará el espesor medio de la capa compactada (e<sub>m</sub>), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e<sub>d</sub>).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e<sub>i</sub>), deberá ser cuando menos igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño (e<sub>d</sub>), admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85%) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.9 e_d$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote, salvo que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la deficiencia incrementando el espesor de la capa superior del pavimento, sin que el exceso de espesor por colocar de esta última genere costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

**c. Lisura**

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, zonas de acumulación de agua ni irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

Todas las áreas de base estabilizada con cemento donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

**d. Correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al Constructor**

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la base estabilizada con cemento por modificaciones en el diseño estructural o por fuerza mayor u otras causas inequívocamente no imputables al Constructor, el Interventor delimitará el área afectada y ordenará las correcciones necesarias, por cuyo trabajo autorizará el pago al Constructor, al respectivo precio unitario del contrato.

**341.6 MEDIDA**

Rige lo indicado en el numeral 300.6.1 del Artículo 300.

La unidad de medida del cemento Portland será el kilogramo (kg), aproximado al kilogramo completo, incorporado en la mezcla, debidamente aceptada por el Interventor.

Para determinar la cantidad de cemento Portland efectivamente incorporado a la mezcla se tomará el porcentaje de cemento promedio del lote (CPL), determinado en los ensayos de contenido de cemento realizados a la mezcla como se indica en el inciso a. del numeral 341.5.2.4 de este Artículo, se efectuará el cálculo correspondiente y se aproximará al kilogramo completo.

Cuando el cómputo de la fracción decimal de cemento resulte mayor o igual a medio kilogramo ( $\geq 0.5$  kg), la aproximación al entero se realizará por exceso y si resulta menor de medio kilogramo ( $< 0.5$  kg), la aproximación se realizará por defecto.

**341.7 FORMA DE PAGO**

Se aplicará lo descrito en el numeral 300.7.1 del Artículo 300.

**ÍTEM DE PAGO**

341.1 Base estabilizada con cemento Portland	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
341.2 Cemento Portland	Kilogramo (kg)