

## **ARTÍCULO 230 - 07**

### **MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE**

#### **230.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final, de acuerdo con la presente especificación, y con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

#### **230.2 MATERIALES**

Los materiales de adición deberán presentar una calidad tal, que la capa de subrasante mejorada cumpla los requisitos exigidos para los suelos seleccionados, en el numeral 220.2 del Artículo 220 de las presentes especificaciones.

#### **230.3 EQUIPO**

Al respecto, se aplica todo lo descrito en el numeral 220.3 del Artículo 220 del presente documento.

#### **230.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

##### **230.4.1 Generalidades**

Los trabajos de mejoramiento de subrasante se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor y aprobados por éste. Su avance físico se deberá ajustar al programa de trabajo.

Si los trabajos de mejoramiento de la subrasante afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Constructor será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

##### **230.4.2 Mejoramiento de la subrasante involucrando el suelo existente**

En el caso de que los documentos del proyecto prevean la construcción de la subrasante mejorada involucrando los materiales de la subrasante existente, éstos se disgregarán en las zonas y con la profundidad establecida en los planos, empleando procedimientos aceptables para el Interventor.

Si el proceso implica el retiro de parte del material existente, éste se cargará y transportará a las zonas aprobadas de disposición de sobrantes donde será descargado y dispuesto a satisfacción del Interventor.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto o definidos por el Interventor, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo

existente cumpla las exigencias del numeral 230.2, en el espesor señalado en los planos o ajustado por el Interventor.

Los materiales disgregados y los de adición, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada y, previa la eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere, se compactarán hasta obtener los niveles de densidad establecidos para la corona del terraplén en el numeral 220.5.2 del Artículo 220.

#### **230.4.3 Mejoramiento de la subrasante empleando únicamente material adicionado**

Cuando los documentos del proyecto prevean la construcción de la subrasante mejorada solamente con material adicionado, cuyas características han de corresponder a las de los denominados suelos seleccionados en el numeral 220.2 del Artículo 220, se pueden presentar dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente en el espesor indicado en los documentos del proyecto y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, para conseguir la debida trabazón entre el material de adición y el suelo existente, éste se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad correspondiente al 95% del proctor modificado según norma INV E-142, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez el Interventor considere que el suelo de soporte está debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales para la subrasante mejorada, en espesores que garanticen la obtención de los niveles de densidad exigidos en el numeral 230.5.2.2, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.

En el caso de que la construcción de la subrasante mejorada con material totalmente adicionado implique la remoción total del suelo existente, ésta se efectuará en el espesor previsto en los planos en acuerdo con el procedimiento descrito en el numeral 210.4.1.1 del Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos" del presente documento. Una vez alcanzado el nivel previsto en la excavación y conformado y compactado el suelo como se describe en el numeral 210.4.1.1 recién mencionado, se procederá a la colocación en capas, humedecimiento o aireación y compactación de los materiales para la subrasante mejorada, tal como se describió en el párrafo anterior, hasta alcanzar las cotas exigidas.

La construcción de la subrasante mejorada deberá incluir, en todos los casos, la conformación o reconstrucción de las cunetas, las cuales deberán recibir un perfilado final de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicados en los planos o señalados por el Interventor.

#### **230.4.4 Limitaciones en la ejecución**

Los trabajos de mejoramiento de subrasantes sólo se efectuarán cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, sea cuando menos de dos grados Celsius (2°C).

Los trabajos de mejoramiento de la subrasante se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS 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.

Se deberá prohibir la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

#### **230.4.5 Manejo ambiental**

En relación con este tópico se consideran aplicables las recomendaciones del numeral 220.4.8 del Artículo 220 “Terraplenes”, de estas especificaciones. Además, se deberá prohibir el tránsito desordenado de los equipos de obra fuera de la banca de la carretera, con el fin de evitar daños innecesarios a la vegetación.

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

#### **230.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

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

##### **230.5.2.1 Calidad de los materiales**

Al respecto resulta aplicable lo descrito en el numeral 220.5.2.1 del Artículo 220, teniendo en cuenta que en todos los casos, sea que el material adicionado se mezcle con la subrasante existente o no, el producto que en definitiva constituya la subrasante mejorada deberá cumplir los requisitos exigidos en el numeral 220.2 del Artículo 220, para los denominados suelos seleccionados.

### 230.5.2.2 Calidad del producto terminado

La subrasante mejorada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. El Interventor deberá verificar, además, que:

- La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por él.
- La cota de cualquier punto de la subrasante mejorada, conformada y compactada, no varíe en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada, aceptándose tolerancia solamente por abajo.

Así mismo, adelantará las siguientes comprobaciones:

#### a. Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de las diferentes capas de la subrasante mejorada, se define como “lote”, que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de subrasante mejorada en el ancho total de una calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de subrasante mejorada.
- El volumen construido con el mismo material, proveniente del mismo corte o préstamo y colocado y compactado con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada 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 subrasante mejorada, la densidad seca en el terreno 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  $D_m - (k_x s) \geq 0.95 D_e$  se acepta el lote

Si  $D_m - (k_x s) < 0.95 D_e$  se rechaza el lote

Siendo:

$D_m$ : Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad seca 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 seca en el terreno que integran la muestra
- k : Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra la densidad seca 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 230.1.

Tabla 230.1  
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 seca del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 y corregido por presencia de partículas gruesas, siempre que el material lo requiera, según la norma de ensayo INV E-228.

La densidad seca 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.

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

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación exigidas en este numeral, deberán ser rehumedecidos cuando sea necesario y recompactados nuevamente hasta obtener un valor aceptable de la densidad seca.

### b. Espesor

Sobre la base del lote escogido para el control de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se determinará el espesor promedio de la capa compactada (e<sub>m</sub>), el cual no podrá ser inferior al espesor de diseño (e<sub>d</sub>).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (e<sub>i</sub>) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre que este último valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85%) del espesor de diseño. Si la exigencia incluida en este párrafo no se cumple, el Constructor deberá escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario

de las mismas características y recomprimir y terminar la capa conforme lo exige el presente Artículo.

Si el espesor medio resulta inferior al espesor de diseño, pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, el Interventor podrá admitir el espesor construido, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías. Si el Constructor no suscribe este compromiso, se procederá como en el párrafo anterior.

#### **c. Lisura**

El Interventor comprobará la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, en todos los sitios que considere conveniente hacerlo, empleando para ello una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia será delimitada por el Interventor, y el Constructor deberá corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente Artículo.

#### **d. Protección de la subrasante mejorada**

El Constructor deberá responder por la conservación de la subrasante mejorada hasta que se coloque la capa superior y corregirá, a su costa, cualquier daño que ocurra en ella después de terminada, no atribuible a fuerza mayor o caso fortuito.

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

### **230.6 MEDIDA**

Para el caso de que el mejoramiento de la subrasante involucre el suelo existente, la unidad de medida será el metro cuadrado ( $m^2$ ), aproximado al entero, de subrasante mejorada en las áreas y espesores señalados en los planos o indicados por el Interventor, a plena satisfacción de éste.

Si el cómputo de la fracción decimal es igual o mayor a cinco décimas ( $\geq 0.5$ ), la aproximación al metro cuadrado ( $m^2$ ) completo se hará por exceso y si es menor a cinco décimas ( $< 0.5$ ) se hará por defecto.

Para el caso del mejoramiento de la subrasante empleando únicamente material adicionado, la unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al entero, de subrasante mejorada, recibida a satisfacción por el Interventor. En este caso, el volumen se determinará con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de la construcción de la subrasante mejorada.

Si el cómputo de la fracción decimal es igual o mayor a cinco décimas ( $\geq 0.5$ ), la aproximación al metro cúbico ( $m^3$ ) completo se hará por exceso y si es menor a cinco décimas ( $< 0.5$ ) se hará por defecto.

No habrá medida ni pago para los mejoramientos de subrasante por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, que haya efectuado el Constructor por negligencia, o por conveniencia para la operación de sus equipos.

### **230.7 FORMA DE PAGO**

El trabajo de mejoramiento de la subrasante se pagará al precio unitario pactado en el contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de disgregación del material, la extracción y disposición del material inadecuado, la adición del material necesario para obtener las cotas proyectadas de subrasante y cunetas, su humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final; herramientas, equipo, mano de obra, cargues, descargues, tanto de material de adición como de los materiales removidos que no sean utilizables y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, incluyendo los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Habrá pago separado para el suministro y transporte del material de adición, así como para el transporte del material inadecuado, de acuerdo con los Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos; y 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

### **ÍTEM DE PAGO**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| 230.1 Mejoramiento de la subrasante involucrando el suelo existente          | Metro cuadrado ( $m^2$ ) |
| 230.2 Mejoramiento de la subrasante empleando únicamente material adicionado | Metro cúbico ( $m^3$ )   |