


<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> Instituto <b>Desarrollo Urbano</b>
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

## SECCIÓN 321-11

### MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN

#### 321.1 DESCRIPCIÓN

La presente especificación está definida para el mejoramiento de las condiciones mecánicas de la subrasante con material, tipo "rajón", consistente en materiales pétreos apropiados, cuyas características serán definidas en la presente sección.

Los trabajos consisten en la adecuación y compactación de la fundación para la estructura de pavimento y el suministro y colocación de materiales pétreos adecuados de acuerdo con los planos y secciones transversales del proyecto, el estudio de suelos y el diseño de las estructura de pavimentos, así como las observaciones específicas que resulten del estado de la consistencia de los suelos de fundación que se encuentre en los tramos viales del proyecto, cuando se encuentren subrasantes blandas con capacidades de soporte bajas, generalmente con CBR inferiores a 2,5% en condición de humedad natural ó 1,5% en condición sumergida, ó cuando se encuentren rellenos y/o suelos indeseables que sea necesario reemplazar, con el fin de mitigar problemas de hundimientos y/o de deformaciones plásticas.


El "rajón", se encuentra constituido por material pétreo, de buena resistencia. Su tamaño máximo estará controlado por el valor menor que resulte entre los dos tercios ( $2/3$ ) del espesor de la capa de mejoramiento ó treinta centímetros (30 cm. ), al cual se le debe colocar posteriormente un material de sello, que reúna las características de una subbase granular, con el fin de llenar los vacíos ínter granulares y lograr de esta manera un grado de compactación, lo cual en este caso, por los tamaños de partículas utilizados, se refiere, en la práctica, más bien a la acomodación del material.

Para el caso de esta especificación el material de sello de subbase granular hace parte integral del conjunto de material de "rajón" y por ello debe considerarse incorporado a su costo.

Precisamente por los tamaños involucrados en esta capa de mejoramiento con rajón, su densidad no podría verificarse por métodos convencionales de laboratorio. En este caso su densificación se considera satisfactoria después de que el equipo de compactación pueda pasar sobre cada capa el número de veces definido en la fase de experimentación.

#### 321.2 OBJETIVOS

La colocación del rajón debe definirla el diseñador, cuando se requiera mejorar las características mecánicas de las subrasantes blandas, dotándolas de un esqueleto mineral grueso que proporcione un terreno de fundación apto para soportar el tránsito del equipo de construcción, constituyendo una plataforma resistente de trabajo, de modo que se aporte capacidad de distribución de esfuerzos, reduciendo la posibilidad de asentamientos diferenciales, mitigando la presencia de problemas geotécnicos asociados con las características del subsuelo donde se generan fallas con notorios hundimientos y deformaciones plásticas, causadas por bajas capacidades portantes y/o la existencia de

<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> Instituto <b>Desarrollo Urbano</b>
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

estratos localizados a profundidad, con presencia de arcillas, limos, suelos orgánicos ó turbas altamente compresibles

### 321.3 MATERIALES

Los materiales por emplear en la construcción de los rellenos con rajón deben proceder de fuentes aprobadas, y deberán estar constituidas por cantos rodados o rocas sanas, compactas resistentes y durables.

Deberán, además, cumplir los siguientes requisitos de granulometría:

- El tamaño máximo estará controlado por el valor menor que se obtenga al comparar los dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada ó treinta centímetros (30 cm.).
- El porcentaje en peso de partículas menores al tamiz de 25.0 mm (1”), será inferior al treinta por ciento (30%)
- El porcentaje en peso de partículas que pasen el tamiz de 75 µm (No.200), será inferior al quince por ciento (15 %).

Sin embargo, de acuerdo con la información obtenida durante la fase de experimentación que adelante el Constructor y que se menciona en la presente especificación, éste podrá modificar, con el visto bueno del Interventor la distribución de tamaños, adaptándola a las características del material y al proceso que se apruebe para la ejecución de la obra, según tramos experimentales ( ver numeral 321.5.3 ).

El índice de plasticidad del material fino será menor o igual al 6%.


El material utilizado como rajón no presentará un desgaste en máquina de los Ángeles (ensayo INV-E-219-07) superior al 50%.

Para el material de sello de la capa de rajón debe utilizarse material de subbase granular. Como se trata de un de sello para la capa de rajón colocada en el mejoramiento de la subrasante, se podrá utilizar en este caso el material definido en el numeral 400.2.2 de estas especificaciones como SBG-C, tabla 400.3. Respecto de su granulometría se utilizará la del tipo SB-Gr-1 (tamaño máximo 2”), definida en el numeral 400.2.3 de la sección 400 de estas especificaciones.

El Constructor deberá garantizar que la capa terminada no presente tamaños superiores al indicado, dado que lo que se busca es que éstos queden parcialmente embebidos en la subrasante.

### 321.4 EQUIPO

El transporte del material de rajón se realizará en volqueta y su colocación puede efectuarse por medios manuales ó adelantarse utilizando equipo liviano, ya sea Cargador, Bulldózer (D5 ó D6 ó un equipo equivalente) ó con retroexcavadora de peso limitado.

<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

### 321.5 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de apertura de la excavación y la colocación del rajón de tal forma que aquella quede expuesta el menor tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones iniciales y a la vez se disminuyan los riesgos contraídos con terceros durante la ejecución de la obra. A este respecto, es fundamental que el Constructor planifique los trabajos, de modo que, cuando las excavaciones se inicien y progresen, se tenga material suficiente y disponible de rajón para colocarlo en la excavación, tratando en lo posible que haya una secuencia oportuna en las actividades, a medida que avanzan las obras de mejoramiento, para evitar el deterioro del suelo de subrasante ante la influencia de condiciones climáticas.

El Constructor deberá atender este requerimiento presentando el programa de construcción para aprobación del Interventor, el cual deberá incluir los materiales que va a utilizar, con sus respectivos soportes de calidad mediante ensayos de laboratorio. Así mismo presentar el replanteo y/o localización donde se colocarán los rellenos de material de mejoramiento a construir con rajón, materializando en planos los alineamientos, perfiles y secciones del trayecto donde éste se ejecutará.

#### 321.5.1 Preparación de la superficie de apoyo


Antes de proceder a la colocación y compactación de los rellenos con rajón, se deberá realizar la excavación del material inadecuado, sí a ello hubiere lugar. Tal actividad debe contemplar la necesidad de dejar al menos el sobreesfuerzo previsto en los planos alrededor de la estructura. Cuando se detecte la presencia local de terrenos inestables compuestos por turba, basuras, limos orgánicos ó suelos de consistencia muy blanda, se asegura el retiro de estos materiales antes de iniciar los rellenos.

Las excavaciones para la conformación de la subrasante y la cimentación de estos rellenos de rajón deberán ajustarse a la Sección 310 de las presentes especificaciones.

En los casos en que se detecte que el material de fundación es de muy baja consistencia y posee espesores muy grandes, se podrá realizar el reforzamiento del mismo con capas sucesivas de rajón extendidas y compactadas. En todos los casos, la subrasante debe compactarse por pasadas de buldózer ó compactador liviano ó retroexcavadora, ajustándose adicionalmente a las experiencias que se obtengan durante la fase de experimentación.

#### 321.5.2 Capa de relleno con rajón

Sólo se autorizará la colocación de materiales de relleno en rajón cuando la superficie de apoyo esté adecuadamente preparada según se indica en el numeral anterior. Se exceptúa de esta instrucción el caso en el cual la superficie de apoyo se obtenga por

<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> Instituto <b>Desarrollo Urbano</b>
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

desplazamiento de suelos blandos mediante cargas sucesivas de material de relleno de rajón, tal como se indica en el mismo numeral.

El material de rajón se colocará en capas sensiblemente paralelas a la superficie de la explanación con espesor uniforme y lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, los vacíos entre los fragmentos más grandes se llenen con las partículas más pequeñas del mismo material, de modo que se obtenga el nivel de densificación deseado.

El rajón se colocará directamente en la excavación, evitando su vertido desde alturas mayores a dos metros (2,0 m), con el fin de reducir su segregación. Deberá extenderse con procedimientos manuales ó con equipos livianos (buldózer D5 máximo ó equipo equivalente o con retroexcavadora). Se podrá compactar con pasadas de buldózer o retroexcavadora ("tracking de D5 ó D6 ó equipo equivalente), de manera que las puntas del rajón penetren parcialmente en el terreno natural.

El método de colocación y compactación para construir las diferentes capas en que se construya el mejoramiento con rajón, deberá establecerse en la fase de experimentación determinando el espesor de cada capa y el sistema de colocación, acomodación y/o compactación con la obtención de las compacidades deseadas, así como el equipo adecuado para este propósito, con su número de pasadas requerido, lo cual deberá someterse a la aprobación del Interventor.

### **321.5.3 Fase de experimentación**


Antes de iniciar los trabajos, el Constructor propondrá al Interventor el método de construcción que considere más apropiado, para el material que se vaya utilizar en los rellenos de rajón con el fin de cumplir las exigencias de la presente especificación.

En dicha propuesta se especificarán las características de la maquinaria por utilizar, los métodos de excavación, cargue y transporte de los materiales, el procedimiento de colocación, y el método de acomodación y/o compactación del rajón, incluyendo su densificación final con el material de sello.

Salvo que se considere que, con el método que se propone, existe suficiente experiencia satisfactoria, su aprobación quedará condicionada a un ensayo en la obra, el cual consistirá en la construcción de un tramo experimental, en el volumen que se estime necesario, para comprobar la validez del método propuesto o para recomendar todas las modificaciones que requiera.

Durante esta fase se determinará, mediante muestras representativas, la granulometría y resistencia del material colocado y compactado, verificando el grado de densificación alcanzado, según se tenga una plataforma resistente bajo el paso de los equipos de construcción.

Se controlarán, además, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales del relleno de rajón, después de cada pasada del equipo de compactación

<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> Instituto <b>Desarrollo Urbano</b>
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

y se determinará el porcentaje (en volumen) de rajón que penetra dentro del suelo blando, sí a ello hubiere lugar.

#### **321.5.4 Control del Tránsito**

Será responsabilidad del Constructor instalar, a su costa, todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual será visible durante las veinticuatro ( 24) horas del día y deberán garantizar la permanente seguridad del tránsito de vehículos y equipos de construcción, así como la seguridad de sus trabajadores.

#### **321.5.5 Limitaciones en la ejecución**

Por ningún motivo se permitirá adelantar los trabajos objeto de la presente sección cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

#### **321.5.6 Manejo ambiental**

Todas las labores de construcción que en su conjunto integren los trabajos de mejoramiento de la subrasante, incluyendo la extensión y compactación del material de rajón y su sello, se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los documentos o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

#### **321.5.7 Reparaciones**


Todos los defectos que se presenten durante las excavaciones, en la extensión y compactación del rajón ( incluyendo su sello ), así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito y/o una prolongada exposición a éste, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano.

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

#### **321.6.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales, por parte del Interventor:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> Instituto <b>Desarrollo Urbano</b>
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción del rajón y su sello cumplan los requisitos de calidad mencionados en el numeral 321.3 de esta especificación.
- Controlar los espesores y demás requisitos exigidos a las capas colocadas y compactadas de relleno con rajón.
- Los controles referentes al sello del rajón con material de subbase granular se efectuarán de acuerdo con lo que se establece en el numeral 400.5.2 de la Sección 400 de estas especificaciones (Subbase granular).

### 321.6.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de los rellenos de rajón y para cualquier volumen previsto, el Constructor tomará cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Control de tamaños máximos y granulometría para el material de sello según la Norma de Ensayo INV-E-213-07.
- El desgaste en máquina de Los Ángeles de acuerdo con la norma INV E -219-07

Los resultados de tales pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en esta especificación de acuerdo con lo exigido en el numeral 321.3 de esta especificación, so pena de rechazo de los materiales defectuosos por parte del Interventor.


Durante la etapa de producción se examinarán las diferentes descargas de los materiales y se ordenará el retiro de aquellos que, a simple vista, contengan tierra vegetal, materia orgánica, fragmentos de arcillolitas ó arenitas tiernas ó rocas deleznable; o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, el Constructor hará las siguientes verificaciones periódicas de calidad del material, contenidas en la tabla 321.1:

**Tabla 321.1**  
**Verificaciones Periódicas de calidad de los materiales**

Ensayo	Norma	Frecuencia
Granulometría del material de sello y control de tamaños máximos de la piedra rajón.	INV-E-213-07	Una (1) vez por jornada y no menos de un total de cinco (5) pruebas durante la construcción ó cada vez que exista cambio en la procedencia y composición de los materiales.
Desgaste en la Máquina de los Ángeles	INV-E-219-07	Dependiendo del volumen de material una (1) vez por mes. Pero no menos de cuatro (4) veces durante la construcción ó cada vez que exista cambio en la procedencia y composición de los materiales.

Teniendo en cuenta que la densidad de los rellenos de rajón no puede verificarse por métodos convencionales, ésta se considerará satisfactoria después de que el equipo de

<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

compactación pase sobre cada capa el número de veces definido en la fase de experimentación, obteniendo una plataforma resistente, bajo el paso de los equipos de construcción.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa.

### 321.7 MEDIDA

La unidad de medida para los rellenos de rajón para el mejoramiento de subrasante, incluyendo el material de sello, será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final, aproximado al metro cúbico completo.

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

Los volúmenes de rajón serán medidos con base en las áreas de las secciones transversales deducidas de los planos y si fuere el caso, adoptando aquellas, donde por las condiciones de la subrasante, haya sido necesario efectuar modificaciones en los niveles y dimensiones, que hayan sido aprobadas por el Interventor.


En aquellas zonas en que el rajón se construya sobre terrenos inestables, mediante el proceso de desplazamiento, el volumen de rajón empleado hasta alcanzar el nivel del terreno original, se medirá en metros cúbicos sueltos (m<sup>3</sup>), aproximados al metro cúbico completo. Para estos efectos, el Interventor efectuará su cotejo con base en el volumen de material que efectivamente llegue en volquetas debidamente enrasadas, a partir de la suma de los volúmenes medidos en cada viaje de volqueta cuya cantidad es vertida en el tramo. Esta verificación exige medir, en cada viaje, el volumen de material que contiene el platón de la volqueta respectiva, que debe estar enrasada, para finalmente totalizar la suma de los metros cúbicos sueltos que llegaron a la obra para ser colocados como rellenos de rajón.

No habrá medida de rellenos de rajón por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, que hayan sido ejecutados por el Constructor por negligencia, o conveniencia para la operación de sus equipos.

### 321.8 FORMA DE PAGO

El valor de este ítem de rajón se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir los costos inherentes a los trabajos de preparación de la superficie de apoyo del rajón, el transporte, la colocación, conformación y compactación de los materiales utilizados en la construcción del rajón y su capa de sello con material de subbase granular y, en general, todo costo relacionado con su correcta construcción, de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor, incluyendo los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.



<b>SECCIÓN:</b> 321-11	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN	<b>VERSIÓN</b> 1.0	 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> Instituto <b>Desarrollo Urbano</b>
<b>PROCESO</b> GESTIÓN ESTRATÉGICA	<b>ACTO ADMINISTRATIVO:</b>		

El precio unitario deberá cubrir igualmente todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; los costos de los desvíos que se requieran construir durante la ejecución de las obras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, transportes, almacenamiento, clasificación, desperdicios, cargues y descargues.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos que requiera, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio e instante de utilización.

Además deberá incluir los costos de la fase obligatoria de experimentación incluida en esta especificación, de todos los ensayos de campo y de laboratorio que estén a cargo del Constructor así como de la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, los de la conservación de la capa terminada y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas al terminar su explotación y demás requisitos establecidos en la sección 104, "Aspectos Ambientales", de las presentes especificaciones.

Se excluyen del precio unitario las labores de excavación, las cuales se pagarán de acuerdo con la sección 310 "Excavaciones para conformación de la subrasante" de estas especificaciones.

### **321.9 ITEMS DE PAGO**

321.9.1 Rajón compacto	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
321.9.2 Rajón suelto (A partir de la suma de los volúmenes medidos en cada viaje de volqueta enrasada)	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )