

TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE

ARTÍCULO 431 – 13

431.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en dos aplicaciones de un material bituminoso sobre una superficie preparada, seguidas sucesivamente por la extensión y compactación de sendas capas de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o establecidos por el Interventor.

Si los documentos del proyecto establecen la necesidad de colocar un sello de protección, éste se construirá de acuerdo con el Artículo 432.

431.2 MATERIALES

431.2.1 Agregados pétreos

Los agregados pétreos deberán cumplir los requisitos generales del Artículo 400, numeral 400.2.1, y los requisitos particulares de la Tabla 431 - 1.

Los agregados deberán presentar una gradación ajustada a alguna de las franjas indicadas en la Tabla 431 - 2.

La franja por utilizar corresponderá a la establecida en los estudios del proyecto o la determinada por el Interventor. Se podrán emplear otras franjas, si así lo establecen las especificaciones particulares del proyecto.

El material que produzca el Constructor, deberá dar lugar a una curva sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

431.2.2 Material bituminoso

Será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida del tipo CRR-2 o una emulsión modificada con polímeros del tipo CRR-2m, la cual deberá cumplir los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 411 o 415, según corresponda.

El tipo de emulsión por aplicar será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

Tabla 431 - 1. Requisitos de los agregados para tratamiento superficial doble

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO	
		NT-1	NT-2
Dureza, agregado grueso (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	25	25
- 500 revoluciones		5	5
- 100 revoluciones			
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	25
Coefficiente de pulimento acelerado, mínimo	E-232	0.45	0.45
Durabilidad (O)			
- Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%)	E-220	18	18
Limpieza, agregado grueso (F)			
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5	0.5
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	30	30
Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras	E-227	75 / -	75 / 60
Adhesividad (O)			
Bandeja, mínimo (%)	E-740	80	80

Tabla 431 - 2. Gradaciones para tratamientos superficiales dobles

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	25.0	19.0	12.5	9.5	6.3	4.75	2.36	1.18
	3/4"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	No. 4	No. 8	No. 16
% PASA								
TSD - 25	100	90-100	10-45	0-15	-	0-5	-	-
TSD - 19	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-
TSD - 13	-	-	100	90-100	10-40	0-15	0-5	-
TSD - 10	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5
Tolerancias en producción sobre la gradación definida en la fase de experimentación (±)	4 %						1 %	

431.2.3 Aditivos mejoradores de adherencia

Cuando se requieran, se deberán ajustar a lo descrito en el Artículo 412.

431.3 EQUIPO

Rige lo descrito en el numeral 400.3 del Artículo 400 y en el numeral 430.3 del Artículo 430.

431.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**431.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Rige lo establecido en el Artículo 105, numeral 105.13.3.

431.4.2 Dosificación del tratamiento

Salvo justificación en contrario, la dosificación por utilizar se encontrará dentro de los límites indicados en la Tabla 431 - 3.

Tabla 431 - 3. Dosificación para tratamientos superficiales dobles

TIPO	APLICACIÓN	AGREGADOS		LIGANTE RESIDUAL (l/m ²)
		GRADACIÓN	DOSIFICACIÓN (l/m ²)	
1	Primera	TSD-25	12 – 14	1.3 – 1.8
	Segunda	TSD-13	6 – 8	0.8 – 1.2
2	Primera	TSD-19	8 – 10	0.9 – 1.3
	Segunda	TSD-10	5 – 7	0.7 – 1.0

De acuerdo con las características de la superficie sobre la cual se aplicará el tratamiento, las condiciones climáticas del lugar y el tránsito previsto, el Constructor hará un diseño preliminar del tratamiento por algún método empírico reconocido, cuyos resultados servirán de base para las primeras pruebas.

La dosificación definitiva del tratamiento superficial doble, incluyendo las adiciones que eventualmente se requieran para mejorar la adherencia entre el ligante y el agregado, será establecida por el Constructor y aprobada por el Interventor, dependiendo de las características de la obra y a la vista de los resultados de la fase de experimentación y previo el

cumplimiento de los requisitos indicados en el numeral 400.4.2 del Artículo 400.

Esta dosificación deberá verificarse y, si es el caso ajustarse, en caso de que la gradación durante producción no se ajuste a la definida en la fase de experimentación con las tolerancias que se indican en la Tabla 431 - 2.

El Interventor podrá autorizar que la primera aplicación del ligante se haga con la cantidad mínima necesaria para sujetar el agregado de cobertura correspondiente, debiéndose completar la dosificación exigida en la segunda aplicación.

431.4.3 Preparación de la superficie existente

Se aplicará todo lo descrito en el numeral 430.4.3 del Artículo 430.

431.4.4 Fase de experimentación

Rige lo establecido en el numeral 400.4.3 del Artículo 400.

431.4.5 Primera aplicación

431.4.5.1 Ligante bituminoso

Al respecto, resulta aplicable lo establecido en el numeral 430.4.5 del Artículo 430.

431.4.5.2 Agregado pétreo

Se aplicará lo descrito en el numeral 430.4.6 del Artículo 430.

431.4.5.3 Aplicación conjugada del ligante y los agregados pétreos

Cuando el trabajo se realice con un equipo multidistribuidor, se aplicará lo establecido en el numeral 430.4.7 del Artículo 430.

431.4.5.4 Compactación

Las operaciones de la primera compactación, que se limitarán a dos (2) pasadas, se realizarán con el compactador neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la

compactación se iniciará por el borde exterior y avanzando hacia el centro, traslapando cada pasada con la anterior. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

Se deberá impedir cualquier tipo de tránsito automotor sobre esta superficie.

431.4.6 Segunda aplicación

431.4.6.1 Ligante bituminoso

La segunda aplicación del ligante se realizará en la cantidad y a la temperatura aprobadas por el Interventor y, si las condiciones meteorológicas lo permiten, dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la construcción de la primera capa.

Esta segunda aplicación se hará de la misma forma que la primera. Si en el primer riego se utiliza el criterio de la cantidad mínima necesaria mencionado en el numeral 431.4.2, la cantidad total dosificada se deberá completar en el segundo riego.

El ancho de franja en que se aplique este riego deberá variar en relación con el empleado en el primero en, aproximadamente, veinte centímetros (20 cm) en más o en menos, con el fin de evitar que la junta longitudinal de construcción se superponga con la de la primera capa, impidiendo la obtención de una superficie uniforme.

431.4.6.2 Agregado pétreo

La extensión se realizará con el agregado pétreo seleccionado para la construcción de esta capa y en la cantidad aprobada por el Interventor, de la misma forma que la primera e inmediatamente después de la segunda aplicación del material bituminoso.

431.4.6.3 Aplicación conjugada del ligante y los agregados pétreos

Cuando se emplee el equipo multidistribuidor, el ligante y el agregado para la segunda capa se aplicarán de igual forma que para la primera, con las dosificaciones de los materiales y gradación de los agregados, aprobadas previamente por el Interventor.

El ancho de franja en que se aplique este riego deberá variar en relación con el empleado en el primero en, aproximadamente, veinte centímetros (20 cm) en más o en menos, con el fin de evitar que la junta longitudinal de construcción se superponga con la de la primera capa, impidiendo la obtención de una superficie uniforme.

431.4.6.4 Compactación final

Inmediatamente después de la segunda extensión del agregado, se procederá a su compactación con el rodillo neumático, en sentido longitudinal, iniciando por el borde exterior y avanzando hacia el centro, traslapando cada pasada con la anterior. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior.

La compactación se deberá continuar hasta obtener una superficie lisa y estable en un lapso no mayor de treinta (30) minutos, contados desde el instante de ser iniciada la extensión del agregado de la segunda capa.

431.4.7 Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Se aplica lo descrito en el numeral 430.4.9 del Artículo 430.

431.4.8 Apertura al tránsito

Es aplicable lo descrito en el numeral 430.4.10 del Artículo 430.

431.4.9 Limitaciones en la ejecución

Se aplicará lo indicado en el numeral 430.4.11 del Artículo 430.

431.4.10 Manejo ambiental

Al respecto, regirá todo lo que resulte aplicable del numeral 400.4.7 del Artículo 400.

431.4.11 Reparaciones

Se aplicará lo señalado en el numeral 430.4.13 del Artículo 430.

431.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

431.5.1 Controles

Rige lo que resulte aplicable del numeral 400.5.1 del Artículo 400.

431.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**431.5.2.1 Calidad de la emulsión**

Los requisitos de calidad, controles y criterios de aceptación para la emulsión serán los establecidos en los Artículos 411 y 415, según corresponda.

431.5.2.2 Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que se encuentran indicados en la Tabla 431 - 1.

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas a los acopios y retirarán los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, se acopiarán por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y se vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, se efectuarán las verificaciones de calidad de los agregados indicadas en la Tabla 431 - 4.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la definida en la fase de experimentación con las tolerancias que se indican en la Tabla 431 - 2, pero sin permitir que la curva se salga de los límites de la franja. Si la curva granulométrica de algún ensayo no cumple con la anterior indicación, pero no se sale de los límites de la franja, será necesario verificar y, si es el caso, ajustar la dosificación del tratamiento superficial.

El Interventor podrá autorizar la reducción de la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 431 - 4, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos

En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos de comprobación deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

431.5.2.3 Calidad del producto terminado

431.5.2.3.1 Tamaño del lote

Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área que resulte de los siguientes criterios, para cada una de las capas del tratamiento superficial doble.

- Quinientos metros lineales (500 m) de tratamiento construido;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de tratamiento construido;

- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

En dicho lote, se efectuarán los controles indicados en los siguientes numerales.

Tabla 431 - 4. Ensayos de verificación sobre los agregados para tratamientos superficiales dobles

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Composición (F)		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Coeficiente de pulimento acelerado	E-232	1 por mes
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
Limpieza (F)		
Contenido de impurezas	E-237	1 por jornada
Geometría de las partículas (F)		
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Porcentaje de caras fracturadas	E-227	1 por semana

431.5.2.3.2 Aspectos generales

El tratamiento terminado 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 zona pavimentada no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos o la determinada por el Interventor.

431.5.2.3.3 Tasa de aplicación

Las dosificaciones del asfalto y del agregado se comprobarán en cada capa mediante las normas INV E-818 y 819 respectivamente, en no menos de cinco

(5) puntos del área considerada como lote, ubicados al azar según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

Las tasas medias de aplicación de ligante residual (TML) y de agregados (TMA) por lote, no podrán variar en más de diez por ciento (10 %) de las autorizadas por el Interventor como resultado de la fase de experimentación (TEL y TEA).

$0.9 \text{ TEL} \leq \text{TML} \leq 1.1 \text{ TEL}$	[431.1]
--	---------

$0.9 \text{ TEA} \leq \text{TMA} \leq 1.1 \text{ TEA}$	[431.2]
--	---------

Así mismo, ningún ensayo individual podrá presentar un resultado que varíe en más de quince por ciento (15 %) de la tasa de aplicación de ligante o agregados autorizada por el Interventor (TEL o TEA).

Si alguno de los anteriores requisitos se incumple, se rechazará el lote. En caso de rechazo de un lote correspondiente a la primera capa, la capa correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

En caso de rechazo de un lote correspondiente a la segunda capa, todo el espesor de tratamiento superficial doble correspondiente al lote controlado deberá ser levantado mediante fresado y repuesto a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

En ambos casos, el material fresado será de propiedad del Constructor.

431.5.2.3.4 Textura

Sobre la segunda capa se efectuarán como mínimo y en sitios elegidos al azar, según la norma de ensayo INV E-730, tres (3) determinaciones por lote de la profundidad de textura con el círculo de arena (INV E-791). El promedio de las lecturas deberá ser, cuando menos, igual a un milímetro (1.0 mm), sin que ninguno de los valores individuales sea inferior o décimas de milímetro (0.8 mm).

En caso de que se presenten valores menores, el Interventor realizará medidas adicionales para delimitar perfectamente el área deficiente, la cual deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. El material fresado será de propiedad del Constructor.

El requisito de textura no será aplicable cuando el tratamiento superficial doble se construya para la protección de bermas.

431.5.2.3.5 Resistencia al deslizamiento

Antes de la puesta en servicio del tratamiento superficial doble, se harán las determinaciones de la resistencia al deslizamiento. Debido a que ésta se encuentra relacionada directamente con la seguridad de los usuarios, los puntos para su determinación en cada lote no se elegirán al azar, sino que serán ubicados por el Interventor en los lugares que considere más sensibles al deslizamiento vehicular en condición de superficie húmeda.

Las medidas se realizarán con el péndulo británico, en acuerdo con la norma de ensayo INV E-792, en tres (3) puntos por lote en zonas en tangente y en uno (1) por cada curva horizontal y por cada zona singular (glorieta, intersección, zona de frenado, etc.) incluida dentro del lote y ninguna de ellas

podrá presentar un valor inferior al límite indicado en la Tabla 431 - 5, de acuerdo con el tránsito de diseño y el tipo de sección.

En caso de que se presenten valores menores, se realizarán medidas adicionales para delimitar perfectamente el área deficiente, la cual deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. El material fresado será de propiedad del Constructor.

Tabla 431 - 5. Valores mínimos admisibles del coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo británico

TIPO DE SECCIÓN	COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO, MÍNIMO	
	NT1	NT2
Secciones críticas: - Glorietas - Intersecciones - Zonas de frenado frecuente - Curvas con radio de curvatura < 200 m - Tramos con pendiente > 5% y longitud ≥ 100 m	0.50	0.55
Otras secciones	0.45	0.50

La resistencia al deslizamiento se puede verificar también con dispositivos de rueda parcialmente bloqueada (norma de ensayo INV E-815). En tal caso, la especificación particular indicará el equipo autorizado, así como los valores mínimos por alcanzar, los cuales deberán ser, cuando menos, equivalentes a los señalados en la Tabla 431 - 5 para el péndulo británico

431.5.2.3.6 Regularidad superficial

Debido a sus características y limitado espesor, los tratamientos superficiales que van a servir como capa de rodadura no pueden corregir defectos asociados con la falta de regularidad del perfil

longitudinal de la calzada. Por tal razón, no se permitirá la colocación del tratamiento, mientras no se garantice que la superficie de la capa sobre la cual se va a construir, cumpla los requisitos que se exigen sobre IRI en la especificación general o particular referente a dicha capa.

431.5.2.4 Modificación eventual de la extensión del lote

Si el Interventor considera que las deficiencias de calidad del producto terminado no son generalizadas en todo el lote definido según los criterios establecidos en el numeral 431.5.2.3.1, sino que se restringen a la superficie tratada por una sola carga del equipo empleado en la aplicación del ligante o del agregado, podrá modificar la extensión del "lote", limitándola al área construida con dicha carga.

431.6 MEDIDA

Rige lo pertinente del numeral 400.6 del Artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.6.1.

431.7 FORMA DE PAGO

Rige lo pertinente del numeral 400.7 del Artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.7.2.

431.8 ÍTEM DE PAGO

431.1 Tratamiento superficial doble con emulsión CRR-2	Metro cuadrado (m ²)
431.2 Tratamiento superficial doble con emulsión CRR-2 m	Metro cuadrado (m ²)