

SUB-BASE ESTABILIZADA CON UNA MEZCLA ASFÁLTICA NATURAL ARTÍCULO 321P – 17

321P.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una capa con un material de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural en vías con un nivel de tránsito NT1, de acuerdo con los alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o autorizados por el Interventor. El material por estabilizar puede ser aquel que resulta al escarificar una capa superficial existente, un material que se adiciona o una mezcla de ambos.

A efectos de aplicación de esta especificación se define como sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural, la adición en una planta, zona de acopio o in situ, de una mezcla asfáltica natural seleccionada a un agregado pétreo.

321P.2 MATERIALES

321P.2.1 Agregados pétreos

Los agregados susceptibles de estabilizar con una mezcla asfáltica natural podrán provenir de la trituración de piedra de cantera o de grava, de fuentes de grava natural o estar constituidos por una mezcla de ambos. Independientemente de su procedencia los agregados deberán estar exentos de materia orgánica, terrones de arcilla o cualquier otra sustancia que pueda resultar ambientalmente nociva o inconveniente para el buen comportamiento de la capa estabilizada.

La estructura de los pétreos resultante (combinada) para la construcción de la capa de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural deberá presentar una gradación que se ajuste a alguna de las franjas señaladas en la **Tabla 321P-1**. La gradación por emplear se debe indicar en los documentos técnicos del proyecto. Dentro de la franja elegida, el Constructor propondrá al Interventor una “Fórmula de Trabajo”, la cual se deberá ajustar durante la construcción de la capa con las tolerancias que se indican en la **Tabla 321P-1**, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Los agregados pétreos resultantes no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen con el agua a disoluciones que puedan causar daños a estructuras, otras capas del pavimento o contaminar corrientes de agua. Los agregados pétreos a estabilizar deberán cumplir los requisitos de calidad que se indican en la **Tabla 321P-2**.

El Constructor como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados a utilizar, independiente y complementariamente de los que taxativamente se exigen en esta especificación.

Tabla 321P-1 Franjas granulométricas de los agregados combinados para la construcción de capas de sub-bases estabilizadas con una mezcla asfáltica natural

TAMIZ (mm / U.S. TIPO DE GRADACIÓN)	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0	37.5	25.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	2"	1 ½"	1"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% PASA									
SBEMAN-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBEMAN-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

Tabla 321P-2 Requisitos de los agregados pétreos a estabilizar

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo INV	REQUISITO
Dureza, agregado grueso (o)		
Desgaste en la Máquina de los Ángeles a 500 Rev., gradación A, Máximo (%)	E – 218-13	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, Máximo (%)	E-220-13	18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125 -13	35
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125-13 y E-126-13	9
Terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211-13	2
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133-13	20
Capacidad de soporte (F)		
CBR del agregado a estabilizar (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca medido en una muestra sometida a cuatro días de Inmersión.	E - 148-13	≥15

321P.2.2 Mezcla Asfáltica Natural

La Mezcla Asfáltica Natural es un material compuesto esencialmente de arenas finas y conglomerado que están impregnadas de asfalto, siendo este parámetro común para la mayoría de los depósitos que se encuentran en el territorio colombiano. El contenido de asfalto residual puede variar según la fuente de explotación. El material pétreo presente en el asfalto natural deberá estar exento de materia orgánica o cualquier otra sustancia perjudicial.

321P.3 EQUIPO

Al respecto rigen las condiciones generales que se indican en el numeral 300.3 del Artículo 300-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, versión 2013, “Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases granulares y estabilizadas”. Para la construcción de las capas de sub-base estabilizada con mezcla asfáltica natural se requieren además, equipos para la explotación de los materiales, eventualmente una planta de trituración, una unidad clasificadora, equipos para mezclado, cargue, transporte, extensión, humedecimiento y compactación del material, equipos para la elaboración, extensión, compactación y nivelación de la mezcla estabilizada, así

como herramientas menores y un equipo apropiado para escarificar la capa existente, en caso que su utilización esté prevista en el proyecto.

321P.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

321P.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo indicado en el numeral 300.4.1 del Artículo 300-13. En la explotación de la mezcla asfáltica natural se debe hacer la respectiva clasificación del material con el fin de evitar sobre tamaños, materiales fósiles u otros elementos nocivos o contaminantes para la capa a conformar o cualquier otra sustancia que pueda resultar ambientalmente nociva o inconveniente para el buen comportamiento de la capa estabilizada. Se debe obtener en lo posible, una mezcla asfáltica natural con un porcentaje de asfalto relativamente homogéneo.

321P.4.2 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

321P.4.2.1 Generalidades

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos el Constructor entregará al Interventor para su verificación, muestras de los materiales que se propone utilizar, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de su uso. Si a juicio del Interventor los materiales resultan objetables, el Constructor deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias. Una vez el Interventor manifieste su conformidad con los materiales, el Constructor procederá a definir la fórmula de trabajo para determinar las proporciones de los materiales utilizados y parámetros de compactación que permitan cumplir con los requerimientos exigidos a la capa de sub-base estabilizada construida. Una vez el interventor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella.

Las mezclas de sub-bases estabilizada con una mezcla asfáltica natural se diseñarán utilizando el método Inmersión

– Compresión, siguiendo el procedimiento definido por la norma de ensayo de materiales el Instituto Nacional de Vías, versión 2013, INV E-622-13. Para la aplicación de este método de dosificación, se debe tener en cuenta que al agregado pétreo ya se le ha colocado el ligante asfáltico a través de la adición de la cantidad necesaria de mezcla asfáltica natural, por lo tanto se debe determinar la humedad óptima de compactación del material granular estabilizado siguiendo el procedimiento definido por la norma de ensayo INV E-142-13 y proceder a la evaluación de la resistencia a la compresión en estado seco y después del proceso de inmersión, tal como lo describe la norma INV E-622-13.

321P.4.2.2 Diseño de la sub-base con una mezcla asfáltica natural por resistencia

La evaluación de las propiedades del material pétreo estabilizado con la mezcla asfáltica natural se realizará por el método de Inmersión – Compresión. La dosificación óptima propuesta debe cumplir con los criterios establecidos en la **Tabla 341P-3**.

Tabla 321P-3 Criterios de resistencia para la determinación de la dosificación óptima de mezcla asfáltica natural

PARÁMETRO	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR
Resistencia de probetas curadas en seco R_s , mínimo (MPa)	E-622-13	1,5
Resistencia conservada tras curado húmedo $R_c = R_h/R_s$, mínimo (%)		50

El porcentaje óptimo de mezcla asfáltica natural será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, permita alcanzar el valor máximo de resistencia tras curado húmedo R_h .

321P.4.2.3 Informe de diseño de la mezcla

El informe de diseño que presente el Constructor, en el cual propondrá la fórmula de trabajo por aplicar en cada tramo homogéneo para consideración y eventual aprobación del

Interventor, contendrá cuando menos la siguiente información:

- Identificación y la proporción (en masa seca) de cada fracción del material granular a estabilizar.
- Granulometría de cada fracción del material granular
- Proporciones (en masa seca) de mezcla asfáltica natural y material granular.
- Granulometría combinada (agregado pétreo y mezcla asfáltica natural).
- Porcentaje de ligante asfáltico en la dosificación de diseño, en relación a la masa seca del componente mineral.
- Porcentaje de agua para compactación, en relación a la masa seca del componente mineral.
- Resistencias a la compresión obtenidas en la prueba de Inmersión-Compresión
- Masa unitaria seca máxima y humedad óptima correspondientes a la dosificación de diseño.
- Resultados de los ensayos complementarios que indique el Pliego de Condiciones.

321P.4.2.4 Ajuste de la fórmula de trabajo

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.

Los trabajos no se podrán iniciar a escala industrial, si la fórmula de trabajo definitiva para cada tramo no ha sido aprobada por el Interventor.

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

321P.4.3 Preparación de la superficie existente

Si el material pétreo por estabilizar es totalmente de aporte, sea que la mezcla se realice en vía o en planta, antes de construir la capa de sub-base estabilizada se comprobará que la superficie que le va a servir de apoyo se encuentre limpia, tenga la densidad y la planicidad apropiadas, y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva se deberán corregir de acuerdo con lo indicado en ella, a plena satisfacción del Interventor.

Si el proyecto exige la aplicación previa de una imprimación, ésta se efectuará de acuerdo con lo previsto en el Artículo 420-13, "Riego de Imprimación".

En caso que la construcción se vaya a realizar mediante el procedimiento de mezcla en vía en varias pasadas utilizando el material existente, 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 antes de iniciar la aplicación del ligante asfáltico a través de la mezcla asfáltica natural. Además, se deberá comprobar 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 el procedimiento de trabajo.

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 capa de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural.

321P.4.4 Transporte y almacenamiento de agregados de aporte

Cuando la estabilización incluya agregados de aporte, éstos se transportarán a la planta de mezcla o a la vía, según el caso, en vehículos apropiados protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurándolos a la carrocería para impedir que parte del material caiga sobre las vías por las cuales transitan los vehículos.

La mezcla asfáltica natural se puede acopiar, ya sea a lo largo de la vía a intervenir o en una zona aledaña a la misma, para después movilizarla en volquetas cuidando que no pierda sus condiciones de calidad. Si el material está expuesto a condiciones climáticas adversas, deberán tomarse las precauciones que se estimen convenientes para garantizar que la calidad del mismo se vea inmodificable.

Cuando se requiera almacenar los agregados destinados a la construcción de las capas estabilizadas con la mezcla asfáltica natural, se deberán tener en cuenta los cuidados señalados en el numeral 300.4.3 del Artículo 300-13.

321P.4.5 Elaboración de la mezcla

Se recomienda realizar la mezcla del agregado pétreo seleccionado y la mezcla asfáltica natural en un patio fuera de la vía, utilizando un cargador o un equipo que sea capaz de homogenizar los materiales en la proporción definida en la fórmula de trabajo.

En caso de utilizar parte de la capa existente como el material a estabilizar, la mezcla se podrá elaborar en la vía. El material que conforma la capa existente deberá ser pulverizado previamente. Si es necesario adicionar material de aporte, éste se transportará a la vía y se extenderá en el ancho y espesor adecuados que permitan que la capa, luego de mezclada con el material pulverizado y la mezcla asfáltica natural, cumpla con las secciones indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.

Cuando la mezcla entre el agregado y la mezcla asfáltica natural se realice en la vía, la interventoría debe aprobar por escrito el sector sobre el cual se distribuirán los materiales. Para garantizar la homogeneidad de la mezcla se deben disponer los materiales en dos cordones separados, verificando en cada uno de ellos la cantidad y la uniformidad de tal manera que garantice la obtención de la granulometría combinada definida en la fórmula de trabajo. El mezclado de los materiales se podrá realizar por medio de motoniveladoras o una planta mezcladora portátil a opción del contratista. Cualquiera que sea la forma utilizada, los materiales serán mezclados uniformemente y distribuidos en forma de cordón de sección transversal y granulometría uniforme. Previa verificación de la humedad se incorporará la cantidad debida de agua y se efectuará la mezcla correspondiente, perfilando la superficie de modo que presente, aproximadamente, la sección indicada en los planos u ordenada por el Interventor. En caso de que el espesor de diseño exceda

de quince centímetros (15 cm) la construcción de la capa estabilizada se deberá fraccionar en dos (2) capas, preferiblemente de igual espesor.

321P.4.6 Transporte de la mezcla

Si la mezcla es elaborada en una zona aledaña o en un patio de mezclado, se transportará a la vía en volquetas acondicionadas para tal fin. Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo la segregación y garantizar la uniformidad de la granulometría. La mezcla elaborada en el patio se transportará a la vía en volquetas hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del interventor existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de la mezcla de manera adecuada.

321P.4.7 Extensión y compactación de la mezcla

Después de las operaciones de mezclado y eventual transporte, la mezcla se extenderá mecánicamente en el ancho especificado y en un espesor tal que, después de compactada, se ajuste a la sección transversal y cotas indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.

Una vez que se verifique que la mezcla tiene la humedad óptima de apisonado se realizará la compactación mediante el procedimiento definido durante la fase de experimentación, hasta alcanzar los niveles de densidad exigidos en el numeral **321P.5.2.4.3**.

Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final se deberá realizar con equipo neumático para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora.

En las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas, no permitan el empleo del equipo aprobado durante la fase de experimentación, la mezcla se extenderá y compactará con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

321P.4.8 Juntas de trabajo

Todas las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede vertical, cortando parte de la capa terminada. A todas las superficies de

contacto de franjas construidas con anterioridad se les aplicará una capa uniforme y delgada de emulsión asfáltica, antes de colocar la mezcla nueva, de acuerdo con lo previsto en el Artículo 421-13, "Riego de Liga". Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Si se trabaja por franjas, se dispondrán juntas longitudinales en todos los casos en que transcurra más de una jornada entre las operaciones en franjas contiguas. En lo posible, la mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la terminadora y la producción del material.

Cuando se emplee la terminadora, que es la opción recomendada, se regulará de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos con las tolerancias establecidas en la presente especificación. Por ningún motivo se permitirá el empleo de máquinas terminadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

Tampoco se permitirá la segregación de materiales. Si ocurre, la extensión de la mezcla deberá ser suspendida inmediatamente hasta que su causa sea determinada y corregida. Toda área segregada que no sea corregida antes de la compactación, deberá ser removida y reemplazada con material apropiado, a expensas del Constructor.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando dejar la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida.

321P.4.9 Fase de experimentación

Rige lo indicado en el numeral 300.4.2 del Artículo 300-13.

Al comienzo de los trabajos, el Constructor elaborará secciones de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos en acuerdo con el Interventor, donde se probarán el equipo y los materiales 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 determinará su conformidad en relación con las condiciones especificadas sobre el grado de disgregación del material mineral, espesor de capa, proporción de mezcla asfáltica natural, contenido de ligante asfáltico, compactación y demás requisitos exigidos.

En caso de que los ensayos indiquen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, el Constructor deberá hacer inmediatamente todas las correcciones necesarias, y si fuere preciso, modificará la fórmula de trabajo repitiéndose las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones hasta que ellas resulten satisfactorias para el Interventor.

321P.4.10 Apertura al tránsito

No se permitirá el tránsito público hasta que la mezcla haya adquirido la densidad especificada y la capa compactada pueda soportar el paso de los vehículos sin que se produzcan desplazamientos. Si esto no es posible, el tránsito que necesariamente deba circular sobre ella, se distribuirá de manera que no se concentren las huellas de su circulación sobre la superficie. Los daños producidos por esta causa deberán ser reparados por el constructor sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías y a satisfacción plena del interventor.

321P.4.11 Conservación

El Constructor deberá conservar la capa estabilizada con la mezcla asfáltica natural en perfectas condiciones hasta que se construya la capa superior prevista en el proyecto. Todo daño que se presente deberá ser corregido a plena satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

321P.4.12 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la extensión y compactación de mezclas cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5°C), esté lloviendo o exista alta probabilidad de que ello ocurra

En caso que la mezcla sin compactar o compactada sea afectada por el agua de lluvia, 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 capa de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural 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 jornada nocturna, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial adecuado. Si el Constructor no ofrece esta garantía, 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.

321P.4.13 Manejo ambiental

En relación con el manejo ambiental, regirá todo lo que resulte aplicable del numeral 300.4.8 del Artículo 300.

321P.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

321P.5.1 Controles

En adición a lo exigido por el numeral 300.5.1 del Artículo 300-13, se efectuarán ensayos para el control de calidad de la mezcla y de densidad y resistencia de la capa luego de compactada.

321P.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

321P.5.2.1 Calidad de los agregados pétreos a estabilizar

Se realizarán los siguientes controles:

321P.5.2.1.1 Aprobación inicial

De cada procedencia de los agregados pétreos a estabilizar con la mezcla asfáltica natural 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 321P-2**, según corresponda. Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en ellas, so pena de rechazo de los materiales defectuosos.

321P.5.2.1.2 Control durante el proceso de producción

Durante la etapa de producción de la mezcla estabilizada, se examinarán las descargas a los acopios y se ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, se ordenará acopiar por separado aquellos materiales que presenten alguna anomalía de aspecto y se vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, se efectuarán las verificaciones de calidad a los agregados pétreos a estabilizar con la mezcla asfáltica natural, indicadas en la **Tabla 321P-4**.

Tabla 321P-4 Ensayos de verificación sobre los agregados pétreos a estabilizar

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo INV	FRECUENCIA
Composición (F) grueso		
Granulometría combinada	E-123-13	1 por jornada
Dureza, agregado grueso (o)		
Desgaste en la Máquina de los Ángeles	E – 218-13	1 por mes
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220-13	1 por mes
Limpieza, gradación combinada (F)		
Límite líquido	E-125 -13	1 por jornada
Índice de plasticidad	E-125-13 y E-126-13	1 por jornada
Terrones de arcilla y partículas deleznable	E-211-13	1 por semana
Equivalente de arena	E-133-13	1 por semana
Capacidad de soporte (F)		
CBR	E - 148-13	1 por mes

Nota: Si no se especifica lo contrario, las características se verificarán al agregado a estabilizar.

No se permitirá el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos pertinentes del presente Artículo. En la eventualidad de que alguna prueba de un resultado no satisfactorio se tomarán dos (2) muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios, de lo contrario, el Interventor impedirá el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

El Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la **Tabla 321P-4**, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada haya aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

321P.5.2.2 Composición de la mezcla

Para efectos del control se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del numeral **321P.5.2.4.1**.

Cuantitativamente se realizarán los siguientes controles:

321P.5.2.2.1 Contenido de asfalto

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote definido como se indica en el numeral **321P.5.2.4.1**, se determinará el contenido de asfalto residual (Norma de ensayo INV E-732-13).

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART%) tendrá una tolerancia de uno por ciento (1.0%) para estabilizaciones realizadas en vía y medio por ciento (0.5 %) para mezclas elaboradas en planta, con respecto al establecido en la fórmula de trabajo (ARF%).

Mezcla en vía

$ARF\% - 1.0\% \leq ART\% \leq ARF\% + 1.0\%$

[321P-1]

Mezcla en planta

$$\text{ARF}\% - 0.5\% \leq \text{ART}\% \leq \text{ARF}\% + 0.5\%$$

[321P-2]

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%) no podrá diferir del valor medio del lote (ART%) en más de uno por ciento (1.0 %), admitiéndose sólo un (1) valor por fuera de este intervalo.

$$\text{ART}\% - 1.0\% \leq \text{ARI}\% \leq \text{ART}\% + 1.0\%$$

[321P-3]

Un porcentaje de asfalto residual 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 del ligante, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la base estabilizada.

En caso de rechazo la capa correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida o reemplazada a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

321P.5.2.2.2 Granulometría

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados mediante la norma de ensayo INV E-782-13, la cual deberá cumplir la gradación de la fórmula de trabajo dentro de las tolerancias establecidas en la **Tabla 321P-1**

Cuando los valores obtenidos incumplan estos requisitos el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa. Ella se someterá a las pruebas mencionadas en el numeral **321P.4.2**. Si todos los requisitos allí indicados no se cumplen, se rechazará el lote al cual correspondan esas muestras.

En caso de rechazo, la capa correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida o reemplazada a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

321P.5.2.3 Calidad de la mezcla

321P.5.2.3.1 Resistencia

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada se moldearán probetas (tres por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en los ensayos de Inmersión-Compresión (normas de ensayo INV E-622-13). Una muestra se curará en seco y otra en condición húmeda.

El promedio de la resistencia de las tres (3) probetas sometidas a curado seco (R_m) deberá superar o al menos igualar al noventa por ciento (90%) de la respectiva resistencia de la mezcla definitiva de trabajo (R_t). Un criterio similar se aplicará para las probetas sometidas a curado húmedo.

$$R_m \geq 0.90 R_t$$

[321P-4]

Además, la resistencia de cada probeta (R_i) deberá ser igual o superior al ochenta por ciento (80%) del valor medio de su respectivo grupo, admitiéndose sólo un (1) valor individual por debajo de ese límite:

$$R_i \geq 0.80 R_m$$

[321P-5]

La resistencia conservada promedio (R_{cm}) deberá ser, como mínimo, el cincuenta por ciento (50%) sin que al respecto se admita ninguna tolerancia.

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el lote al cual representan las muestras. En caso de rechazo, la capa correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida o reemplazada a satisfacción del

Interventor sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Si el incumplimiento se presenta en dos (2) lotes consecutivos se deberán suspender los trabajos hasta que se estudie una nueva fórmula de trabajo que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en el numeral **321P.4.2**.

321P.5.2.4 Calidad del producto terminado

321P.5.2.4.1 Tamaño del lote

Se considerará como “lote” que se aceptará o rechazará en bloque la menor área construida que resulte de los siguientes criterios, para una sola capa de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural:

- Quinientos metros lineales (500 m) de mezcla colocada en todo el ancho de la calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de mezcla colocada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

321P.5.2.4.2 Aspectos generales

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 excluidos sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota definitiva de cualquier punto de la capa no podrá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

321P.5.2.4.3 Compactación

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730-13 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”, pero de manera que se realice

al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deberán efectuar como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

Material sin sobre tamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100 \quad [321P.6]$$

- Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,m\acute{a}x}} \times 100 \quad [321P-7]$$

Siendo:

GC_i : Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161-13, E-162-13 y E-164-13, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total.

$\gamma_{d,m\acute{a}x}$: Valor del peso unitario seco máximo del material obtenido según la norma de ensayo INV E-142-13 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$C_{y_{d,máx}}$: Valor del peso unitario seco máximo del material obtenido según la norma de ensayo INV E-142-13 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143-13, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total.

Sobretamaños (fracción gruesa) (P_{FG}) – Porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142-13).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C_{y_{d,máx}}$) que se use para calcular el grado de compactación individual G_{Ci} se obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños, P_{FG} , presente en ese sitio.

Para la aceptación del lote se aplicarán los siguientes criterios:

$G_{Ci}(90) \geq 95.0\%$ se acepta el lote	[321P-8]
$G_{Ci}(90) < 95.0\%$ se rechaza el lote	[321P-9]

Siendo:

$G_{Ci}(90)$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107-13, “Control y aceptación de los trabajos” a partir de los valores individuales del grado de compactación G_{Ci} .

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

En caso de rechazo la capa de sub-base estabilizada correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida a

satisfacción del Interventor sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

321P.5.2.4.4 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_m), el cual no podrá ser inferior al espesor de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

[321P-10]

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) 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.

$$e_i \geq 0.90 e_d$$

[321P-11]

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

321P.5.2.4.5 Planicidad

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) según la norma de ensayo INV E-793-13; la regla se colocará tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán

corresponder a puntos donde haya cambios de pendiente transversal de acuerdo con el diseño.

321P.5.2.4.6 Correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al Constructor

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa estabilizada 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 pago al Constructor al respectivo precio unitario del contrato.

321P.6 MEDIDA

La capa de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural se medirá según lo descrito en el Artículo 300-13 y en particular en el numeral 300.6.1.

321P.7 FORMA DE PAGO

La capa de sub-base estabilizada con una mezcla asfáltica natural se pagará según lo descrito en el Artículo 300-13 y en particular en el numeral 300.7.1. Es de aclarar que en el precio unitario se debe incluir todos los costos de explotación para los agregados pétreos de adición y/o importados y los de la mezcla natural.

321P.8 ITEM DE PAGO

- 321P.1 Subbase estabilizada con una mezcla asfáltica natural tipo SBEMAN-50 Metro cúbico (m³)
- 321P.2 Subbase estabilizada con una mezcla asfáltica natural tipo SBEMAN-38 Metro cúbico (m³)

