CÓDIGO	11010202
ACTIVIDAD	LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO VÍAS INCLUYE EQUIPO AUTOMÁTICO DE PRECISIÓN, CARTERA Y PLANOS
UNIDAD DE MEDIDA	km

1. DESCRIPCIÓN

La actividad comprende la localización, trazado y replanteo topográfico de víasincluye equipo automático de precisión, cartera y planos. Debe incluir personal experto, demarcación, trazado, libretas planos y demás materiales para su correcta ejecución. Se ejecutará siguiendo las normas vigentes, especificaciones técnicas de fabricantes de materiales y equipos, y teniendo encuenta los planos del proyecto específico.

2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

N°	PROCEDIMIENTO
1	Previamente a la actividad revisar diseños, levantamiento topográfico, especificaciones técnicas generales, planos, reglamentos técnicos, catálogo del fabricante de materiales y equipos y requerimientos específicos delproyecto.
2	Se deben incluir todos los materiales que garanticen el correcto funcionamiento del ítem.
3	Verificar la integridad y calidad equipos y materiales utilizados en eldesarrollo de la actividad.
4	Determinar como referencia planimétrica el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico.
5	Determinar como referencia altimétrica el BM empleado en el levantamiento topográfico.
6	Verificar linderos, cabida del lote y aislamientos.
7	Identificar ejes extremos del proyecto.
8	Localizar ejes estructurales
9	Demarcar e identificar convenientemente cada eje.
10	Establecer y conservar los sistemas de referencia planimétrica y altimétrica.
11	Establecer el nivel N = 0.00 arquitectónico para cada zona.
12	Determinar ángulos principales con tránsito. Precisión 20".
13	Determinar ángulos secundarios por sistema de 3-4-5.
14	Emplear nivel de precisión para obras de alcantarillado.
15	Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería.
16	Replantear estructura en pisos superiores.
17	Replantear mampostería en pisos superiores.
18	Replantear estructuras metálicas para cubiertas.

3. MATERIALES

N°	MATERIAL

GOBERNACIÓN DEL META

Calle 15 No. 40 -01 Lobby 1 - Piso 8
CC Primavera Urbana-Villavicencio
contactenos@aim-meta.gov.co
https://aim-meta.gov.co

1	Durmiente madera de 4 x 4 cm ordinario
2	Pisa madera 8 x 4 cm ordinario
3	Esmalte sintético
4	Hilo polipropileno - rollo x 50 mt

4. EQUIPOS

N°	EQUIPO
1	Cortadora de pavimento
2	Herramienta y equipo menor (3% m.o.)

5. MANO DE OBRA

N°	MANO DE OBRA
1	Cuadrilla construcción tipo 1 (1 oficial + 1 obrero)

6. REFERENCIAS, ESPECIFICACIONES O NORMAS

1	Levantamiento topográfico
2	Planos arquitectónicos y topográficos
3	Norma INV-13
4	Artículo 105 – 22- Desarrollo de los trabajos (INVIAS)

7. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por unidad (km) debidamente recibida a satisfacción por la residencia de interventoría. La cantidad será verificada en el sitio de la obra y corroborada sobre Planos. Esta medida se tomará sobre los ejes de construcción determinados y no se contabilizarán sobreanchos adicionales necesarios para procesos constructivos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

8. CONTROLES O ENSAYOS DE CALIDAD PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

N°	CONTROL
1	Control de calidad al proceso de ejecución de la actividad por parte delconstructor
2	Supervisión y control a la ejecución por parte de la interventoría, de acuerdoa especificaciones técnicas de la actividad y requerimientos del proyecto

9. NO CONFORMIDAD

Calle 15 No. 40 -01 Lobby 1 - Piso 8
CC Primavera Urbana-Villavicencio
contactenos@aim-meta.gov.co
https://aim-meta.gov.co

N°	CRITERIO
1	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución y/o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Proponente seleccionado deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones enel plazo y en el valor del contrato.

GOBERNACIÓN DEL META

Calle 15 No. 40 -01 Lobby 1 - Piso 8
CC Primavera Urbana-Villavicencio
contactenos@aim-meta.gov.co
https://aim-meta.gov.co

Estabilización de suelos con productos químicos no tradicionales

Artículo 237-22

237.1 Descripción

Esta especificación consiste en los lineamientos, metodologías y protocolos de utilización de productos químicos no tradicionales, para la estabilización de suelos de subrasante o materiales existentes en las vías de bajos volúmenes de tránsito (NT1 de acuerdo con la Tabla 100-1 del artículo 100, Ámbitos de aplicación, términos y definiciones), utilizados como fundación, capa estabilizada no estructural o capa estabilizada estructural de un pavimento, de acuerdo con las dimensiones, lineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto y aprobados por el interventor.

El presente artículo aplica exclusivamente para productos químicos no tradicionales, aquellos aditivos que tengan una especificación como la cal, cemento, asfalto, etc., deben acogerse a su respectiva especificación.

Los lineamientos para la estabilización de suelos con productos químicos no tradicionales deben garantizar parámetros mínimos de estabilización para su aplicación y estabilidad en el tiempo. Lo anterior no exime la responsabilidad de consultores, constructores e interventores. Los cuales requieren contar con la asesoría técnica en forma permanente y presencial del proveedor del producto y con un consultor especializado, para que bajo su responsabilidad compartida con el contratista y la interventoría se ejecuten los trabajos.

Nota aclaratoria:

Los estabilizantes no tradicionales, son materiales de los cuales no se conoce totalmente su comportamiento y hace falta mayor investigación para poder definir sus características físico-mecánicas. En consecuencia el contenido de este documento no contempla necesariamente todos los aspectos que pueden conformar la elaboración del diseño de las mezclas resultantes en el laboratorio, sus parámetros de calidad y control durante la construcción de este tipo de estabilizaciones en sus distintas presentaciones que se ofrecen en el mercado por diferentes proveedores.

237.2 Materiales

237.2.1 Suelos a estabilizar

El material por estabilizar con productos químicos no tradicionales puede provenir de la escarificación de la capa superficial existente, o ser un suelo natural proveniente de excavaciones o zonas de préstamo, o combinación de material existente con material de préstamo.

Durante el estudio de suelos se debe evaluar la presencia, en los suelos, de materia orgánica o cualquier otro compuesto que pueda afectar las reacciones químicas del estabilizante con el suelo. El resultado del análisis de la composición química del suelo y la presencia de compuestos que puedan afectar la estabilización se debe tener en cuenta en la selección del tipo de estabilizante.

Los documentos del proyecto deben incluir el análisis de la selección del tipo de estabilizante, en el cual se descarte la presencia en el suelo de compuestos que puedan afectar las

reacciones químicas o mecanismos de estabilización de acuerdo con el producto químico no tradicional propuesto. En caso de que el producto químico no tradicional propuesto no cumpla con esta condición se debe estudiar el uso de otro tipo de estabilizante.

237.2.2 Productos químicos no tradicionales

Se definen cinco (5) tipos de productos químicos no tradicionales como se indica en la Tabla 237-1, en función de las familias químicas de productos estabilizantes y el efecto que se desea lograr en el suelo.

Tabla 237-1 Tipos de productos químicos no tradicionales

Tipo de material	Familia de estabilizantes químicos	Descripción
Tipo 1	Emulsiones enzimáticas	Compuestos diversos de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas con el fin de reducir la plasticidad y permeabilidad del suelo.
Tipo 2	Materiales puzolánicos	Materiales que promueven reacciones cementantes, estas reacciones consisten en la solubilización de los compuestos de sílice y alúmina amorfas o débilmente cristalizadas en un medio altamente alcalino, con la consecuente formación de aluminosilicatos dicálcicos y tricálcicos hidratados.
Tipo 3	Polímeros y organosilanos	Sustancias derivadas de compuestos orgánicos con cadenas moleculares extensas, empleadas en la estabilización de suelos con el fin de reducir la permeabilidad y aglomerar las partículas; en algunos casos alteran el comportamiento hidrofílico del suelo mediante mecanismos electroquímicos y de encapsulamiento en la fracción fina.
Tipo 4	Sales inorgánicas	Compuestos químicos de naturaleza iónica empleados para el control de emisiones de polvo en carreteras y en la reducción de plasticidad.
Tipo 5	Aceites sulfonados – sales orgánicas	Agentes químicos de naturaleza surfactante, derivados de compuestos orgánicos, empleados en la estabilización de suelos para disminuir la plasticidad y la expansividad de los suelos modificando los fenómenos electroquímicos de la fracción fina.

237.2.3 Selección del aditivo

Durante la etapa de selección del producto químico no tradicional se debe definir una (1) mezcla de suelo-aditivo químico en función de los criterios para el diseño del suelo estabilizado definidos en la Tabla 237-2.

Tabla 237-2 Criterios para selección de aditivo no tradicional

Característica	Criterio
Porcentaje de resistencia residual después de capilaridad – RRc	Reportar
Porcentaje de resistencia residual después de inmersión – RRi	Reportar
Relación de la resistencia del suelo estabilizado después de saturación sobre el suelo natural seco sin estabilizar	Reportar (Nota 1)
Nota 1: En suelos cohesivos y cuando sea posible la realización del ensayo de compresión inconfinada del suelo natural.	

Si la capa de suelo de subrasante o material existente a estabilizar pretende ser usada con fines estructurales, esta debe ser resistente a los efectos del agua y presentar una durabilidad comprobada a los efectos climáticos y del tránsito a lo largo del periodo de diseño de la estructura. Los documentos del proyecto deben indicar la resistencia mínima a compresión inconfinada después de inmersión o saturación por capilaridad de acuerdo con las normas de ensayo INV E-631 e INV E-632.

Se deben elaborar probetas del proyecto de mezcla conforme a los tiempos de revisión de siete, catorce o veintiocho días (7 d, 14 d o 28 d), o lo que el fabricante recomiende según el tipo de estabilizante. Después de terminar el proceso de curado definido por el diseñador de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto químico no tradicional, las probetas se deben someter a inmersión por una hora (1 h) e inmediatamente después se debe realizar el ensayo de resistencia a compresión inconfinada, siguiendo los procedimientos establecidos en la norma INV E-632.

La relación entre la resistencia a la compresión inconfinada después de saturación por inmersión sobre la resistencia a la compresión inconfinada en seco se debe reportar en los documentos del proyecto como porcentaje de resistencia residual después de inmersión (RRi).

Un conjunto diferente de probetas se somete a saturación por capilaridad después del curado por siete, catorce o veintiocho días (7 d, 14 d o 28 d), o lo que el fabricante recomiende según el tipo de estabilizante. Las probetas se deben poner sobre una piedra porosa con una lámina de agua hasta un milímetro (1mm) sobre su superficie durante un periodo de veinticuatro horas (24 h), luego de las cuales se deben someter inmediatamente al ensayo de resistencia a la compresión inconfinada. La relación entre la resistencia a la compresión inconfinada después de saturación por capilaridad sobre la resistencia a la compresión inconfinada en seco se debe reportar en los documentos del proyecto como porcentaje de resistencia residual después de capilaridad (RRc).

En el caso de suelos cohesivos se debe determinar la resistencia a la compresión inconfinada del suelo seco y se debe determinar la relación de la resistencia del suelo estabilizado

después de saturación sobre el suelo natural seco sin estabilizar.

El interventor debe evaluar la efectividad como estabilizante del suelo del proyecto del producto químico no tradicional propuesto analizando los valores reportados de los criterios indicados en la Tabla 237-2 del presente artículo para avalar el uso del producto y la fórmula de trabajo propuesta.

Todas las resistencias a evaluar para el presente análisis deben ser determinadas como el promedio de por lo menos cinco (5) probetas. Esta evaluación se debe hacer para cada una de las secciones homogéneas definidas en los estudios geotécnicos con base en la caracterización y composición química de los suelos presentes en el proyecto.

El efecto del agua sobre el material estabilizado debe ser determinado mediante la evaluación de muestras compactadas según la norma de ensayo INV E-632.

237.2.4 Caracterización del suelo

Es necesario establecer la calidad de los materiales que van a servir como fundación del suelo a estabilizar.

Específicamente, se debe verificar la capacidad de soporte del material o capa que va a funcionar como subrasante, para usarlo como indicador de la calidad de la misma, en términos de su resistencia.

El espaciamiento longitudinal para los sondeos o apiques debe ser de mínimo cada doscientos cincuenta metros (250 m) y deben tener una profundidad mínima uno coma cincuenta metros (1,50 m), sin embargo, la separación de los sondeos puede ser menor dependiendo de las condiciones geológicas y geotécnicas del proyecto.

Para la caracterización de los suelos de fundación y materiales sobre los cuales se va a llevar a cabo el proceso de estabilización, se deben realizar los ensayos descritos en los documentos específicos del proyecto y como mínimo se deben realizar los ensayos presentados en la Tabla 237-3. En el caso de suelos superiores al tamiz nro.10, se deben preparar las probetas siguiendo los lineamientos de INV E-614 bajo los mismos criterios: RRi, RRc e IRA.

Tabla 237-3 Ensayos de caracterización suelos

Título de la Norma	Norma Ensayo	Criterio
Clasificación de suelos y mezclas de suelo y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASHTO)	INV E-180	Reportar
Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	INV E-181	Reportar
Determinación del límite líquido de los suelos	INV E-125	Reportar
Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	INV E-126	Reportar
Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos	INV E-123	Reportar

Título de la Norma	Norma Ensayo	Criterio
Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	INV E-213	Reportar
Determinación de la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (nro. 200) en los agregados pétreos mediante lavado	INV E-214	Reportar
Ensayos fisicoquímicos		
pH de los suelos	INV E-131	Reportar
Contenido de sulfatos solubles en los suelos	NLT-120/72	Reportar
Determinación de la capacidad de intercambio catiónico	NTC 5268	Reportar
Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico o mediante el ensayo de pérdida por ignición	UNE 103204 o INV E-121	Reportar
Conductividad eléctrica	NTC 5596	Reportar
Ensayos mecánicos		
Relación de humedad-peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)	INV E-142	Reportar
Relaciones humedad-densidad de mezclas de suelo con estabilizantes químicos no convencionales	INV E-631	Reportar
Módulo resiliente (opcional)	INV E-156	Opcional
Índice de resistencia al agua	INV E-632	Reportar
Velocidad de ascenso capilar	INV E-632	Reportar
Permeabilidad de suelos ensayos de cabeza variable	ASTM D5084	Reportar
Composicionales		
Fluorescencia de rayos X XRF	Sin norma (Nota 1)	Reportar
Difracción de rayos X DRX	Sin norma (Nota 1)	Reportar
Microscopía electrónica de barrido SEM (opcional)	Sin norma (Nota 1)	Opcional
Análisis térmicos TGA/DTA (opcional)	ASTM E1131	Opcional

Título de la Norma	Norma Ensayo	Criterio
Área Superficial por el método BET (opcional)	Sin norma (Nota 1)	Opcional
Nota 1: Los análisis composicionales son de carácter instrumental y aunque no tienen norma especifica para los materiales evaluados, cualquier laboratorio que cuente con los equipos instrumentales puede realizarlos.		

237.2.5 Agua

El agua que se requiera para la estabilización debe ser limpia y libre de compuestos que pudiesen resultar perjudiciales en la interacción suelo-aditivo. Puede ser agua potable; si no lo es, debe cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 237-4.

Tabla 237-4 Requisitos del agua a utilizar en la estabilización con productos químicos no tradicionales

Característica	Norma de ensayo	Requisito
pH	ASTM D1293	5,5 – 8,0
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^=$ g/l máximo	ASTM D516	1,0

237.2.6 Condiciones específicas para muestreo e investigación

Se deben realizar, con base en un muestreo representativo, las investigaciones requeridas que permitan establecer las características químicas y geotécnicas del suelo a estabilizar, el espaciamiento longitudinal para los sondeos o apiques debe ser de mínimo cada doscientos cincuenta metros (250 m) y deben tener una profundidad mínima de uno coma cincuenta metros (1,50 m), sin embargo la separación de los sondeos puede ser menor dependiendo de las condiciones geológicas y geotécnicas del proyecto, permitiendo identificar el material o aditivo de mayor potencial para mejorar las características mecánicas del suelo y garantizar la durabilidad.

Las muestras de suelo usadas en los ensayos de caracterización y composición química para realizar el diseño de mezcla y determinar la fórmula de trabajo deben ser tomadas de la capa a estabilizar.

En caso de que a lo largo de la vía del proyecto se identifiquen suelos de diferentes características, la vía del proyecto se debe dividir en secciones homogéneas por tipo de suelo, para cada sección homogénea se debe seleccionar un producto químico no tradicional adecuado y determinar la respectiva fórmula de trabajo. Cada sección homogénea debe cumplir con lo indicado en el presente artículo.

237.3 Equipo

El constructor debe garantizar los equipos necesarios para la escarificación y la disgregación del material, la elaboración de la mezcla (planta de mezcla o máquina estabilizadora), motoniveladora, compactadores vibratorios y neumáticos, carrotanques para aplicar agua o aditivo y el material de curado de la capa compactada, para la formación de las juntas, equipos de transporte y herramientas menores.

237.3.1 Equipo para la elaboración de la mezcla de suelo aditivo

Los documentos del proyecto deben definir el tipo de equipo para elaborar la mezcla de suelo y producto químico, dentro de las siguientes opciones: planta de mezcla o máquina estabilizadora con cámara de tambor rotatorio. El método de construcción debe garantizar la mezcla homogénea del suelo con el aditivo y debe ser avalado por el interventor. Si los documentos del proyecto no indican el equipo a utilizar, se debe definir el uso de una máquina estabilizadora con cámara de tambor rotatorio de paso sencillo.

De utilizar máquina estabilizadora con cámara de tambor rotatorio, debe comprobarse que, en la profundidad de estabilización, el suelo corresponda al suelo del tramo homogéneo; está comprobación se debe realizar mediante excavaciones de treinta por treinta centímetros por espesor de la capa (30 cm x 30 cm x espesor de la capa).

En cualquier caso, el equipo para la mezcla que suministre el constructor debe ser capaz de lograr una completa homogeneización de los componentes, dentro de las tolerancias establecidas en este artículo.

237.3.2 Equipos para explotación y manejo de materiales

En caso de que la estabilización incluya materiales transportados, el equipo debe incluir, también, elementos para su explotación, cargue, transporte y clasificación.

237.3.3 Equipos para escarificación

Si está prevista la utilización de los materiales existentes en la vía, se debe contar con elementos apropiados para su escarificación.

237.4 Ejecución de los trabajos

Los documentos del proyecto deben indicar si se requiere la instalación de una capa de protección, sus características de acuerdo con los lineamientos del mismo y la finalidad para la cual se implemente (impermeabilización, protección al tráfico, seguridad, etc.); se deben definir tramos homogéneos que permitan garantizar los diseños de mezcla, los procesos constructivos y el control de calidad de la obra; aquellas capas estabilizadas que se proyecten para uso directo del tránsito deben demostrar su resistencia frente a factores climáticos y del tránsito.

237.4.1 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

237.4.1.1 Diseño de la mezcla

La mezcla de suelo aditivo se debe diseñar mediante los criterios de durabilidad y resistencia indicados en los documentos específicos del proyecto. El porcentaje óptimo debe ser aquel que permita cumplir con los parámetros definidos en las condiciones establecidas en el presente artículo y en los documentos del proyecto.

Se le debe exigir al contratista dejar constancia del porcentaje de uso respecto a la masa seca del material por estabilizar de todos los productos a utilizar en el proceso de estabilización; lo cual se debe indicar de manera detallada en la fórmula de trabajo a utilizar.

Las capas de suelo estabilizado que sean diseñadas y construidas con propósitos estructurales deben cumplir los criterios presentados en la Tabla 237-5 y soportar las cargas derivadas del paso de los vehículos, soportar la degradación generada por el agua, y poseer la durabilidad a la intemperie suficiente durante todo el periodo de diseño, así como soportar los efectos climáticos.

Tabla 237-5 Criterios de diseño para la mezcla de suelo aditivo

Ensayo	Norma de ensayo	Criterio
Resistencia		
Comportamiento de la resistencia con: • Incremento en la edad	INV E-632	Crece
Resistencia a la compresión a siete (7) días, MPa • Mínima	INV E-632	2,5 * RCN

Nota 1: La resistencia mínima debe ser la que se obtenga en la fórmula de trabajo y en ningún caso debe ser inferior a la establecida en esta tabla.
Nota 2: Los documentos del proyecto pueden establecer un valor mayor de resistencia a la compresión a siete días (7 d).
Nota 3: Los presentes valores son aplicables para suelos cuya resistencia a la compresión en estado natural sea superior cero coma cuatro Megapascales (0,4 MPa), para suelos de resistencias inferiores, se debe efectuar un mejoramiento previo al proceso de estabilización con productos químicos no tradicionales.
Nota 4: El proceso para el desarrollo de la resistencia de la capa estabilizada debe ser creciente en el tiempo y ser alcanzada muy rápidamente.
RCN: Resistencia a la compresión inconfinada en estado natural del suelo compactado según norma INV E-632.

237.4.1.2 Fórmula de trabajo

El constructor debe presentar al interventor una "Fórmula de Trabajo", la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indiquen en los documentos del proyecto.

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

- La clasificación del material por estabilizar según el sistema SUCS, norma INV E-180 o INV E-181.
- El tipo y marca de aditivo sólido empleado en el diseño.
- El tipo y la marca de los aditivos líquidos empleados en el diseño.
- Las fichas técnicas y de seguridad de todos los aditivos químicos empleados en el diseño.
- El contenido óptimo de los aditivos, expresado en porcentaje respecto a la masa seca del material por estabilizar (COA %).
- En el caso de aditivos que se encuentren en estado líquido se debe tener en cuenta que para su dilución no se debe superar la cantidad de agua necesaria para alcanzar las condiciones óptimas de compactación.
- El valor de resistencia a la compresión de diseño a los siete días (7 d) (Rd).
- Los porcentajes óptimos de agua para mezcla y compactación.
- Porcentaje de resistencia residual después de capilaridad de acuerdo con la Tabla 237-2.
- Porcentaje de resistencia residual des-

pués de inmersión de acuerdo con la Tabla 237-2.

- Relación de la resistencia del suelo estabilizado después de saturación sobre el suelo natural seco sin estabilizar de acuerdo con la Tabla 237-2 cuando aplique.

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se puede ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación o tramo de prueba; la fórmula ajustada debe cumplir con los requisitos establecidos para el diseño de la mezcla.

Si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o la clasificación de los materiales, o la composición química del suelo, se debe requerir el estudio de una nueva fórmula de trabajo para revisión y aprobación del interventor.

237.4.1.2.1 Índice de resistencia al agua (IRA)

Para suelos estabilizados que pretendan ser usadas como capas estructurales además de los requisitos indicados en los numerales 237.4.1.1 y 237.4.1.2 se debe cumplir con lo siguiente:

Se debe garantizar la resistencia de muestras posterior al proceso de inmersión en agua establecido en la norma de ensayo INV E-632, mediante la evaluación del índice de resistencia al agua (IRA), que consiste en la relación porcentual entre las resistencias a la compresión posterior al proceso de inmersión y la correspondiente en estado seco.

$$IRA\ (\%) = \frac{\textit{Resistencia a la compresión posterior a la inmersión o capilaridad}}{\textit{Resistencia a la compresión en estado seco}} * 100 \qquad [237.1]$$

IRA ≥ 90% criterio de aceptación para capas de suelo diseñadas con propósitos estructurales

237.4.2 Fase de experimentación

Al comienzo de los trabajos, el constructor debe elaborar secciones de ensayo o tramos de prueba de longitud, ancho y espesor definidos de acuerdo con el interventor, donde se debe probar el equipo, así como determinar el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación. Una vez aceptados por el interventor la fórmula de trabajo y el informe con el diseño de la mezcla, se procede a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, procedimientos de protección, curado y espesor de la capa definidas en el proyecto. El tramo de prueba debe cumplir con los requisitos de calidad mencionados en el numeral 237.5.2.2.

Si los documentos del proyecto no establecen la longitud de tramos experimentales para validar los productos estos no podrán ser menores de cincuenta metros (50 m) ni mayores a cien metros (100 m) longitudinales.

Con base en los resultados que se obtengan a partir de muestras tomadas del suelo estabilizado con el producto estabilizante, el interventor debe definir su conformidad con relación a las condiciones especificadas sobre disgregación, contenido de agua, espesor de la capa, grado de compactación, resistencia al agua, resistencia a la intemperie, proporción del producto estabilizante y demás requisitos exigidos.

En caso de que los ensayos indiquen que el suelo estabilizado con los productos químicos no tradicionales no se ajusta a dichas condiciones, este debe ser removido y reemplazado por el constructor hasta conseguir aprobación por parte del interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVIAS); antes de efectuar el reemplazo, el constructor

debe hacer las modificaciones necesarias a los equipos y procedimientos de construcción y, si fuese preciso, se debe modificar el diseño hasta que se cuente con el aval del interventor.

El proceso se debe repetir cuantas veces sea necesario hasta que las secciones de ensayo cumplan con los requisitos establecidos en los documentos del proyecto.

237.4.3 Preparación de la superficie existente

Si el material por estabilizar es totalmente de aporte, antes de construir la capa de suelo con el producto estabilizante se debe comprobar que la superficie que va a servir de apoyo tenga la densidad y la planicidad apropiadas, así como las cotas indicadas en los planos o definidas por el interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, se deben corregir de acuerdo con lo indicado en ella, hasta conseguir la aprobación del interventor.

En caso de que la construcción se vaya a realizar únicamente con el material existente en la calzada, este se debe escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa de suelo y el sistema estabilizante alcance el espesor señalado en los documentos del proyecto.

Si se contempla la adición de un material de aporte para mejorar el existente, ambos se deben mezclar uniformemente, antes de iniciar la disgregación del material.

En todos los casos en que el proceso involucre el material del lugar, parcial o totalmente, se debe 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 debe ordenar las modificaciones previas que considere necesarias.

En todos los casos debe 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 suelo con el sistema de estabilización.

237.4.4 Transporte y almacenamiento de suelos

Cuando la construcción del suelo estabilizado incluya suelos de aporte, estos se deben transportar en vehículos apropiados protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurándose a la carrocería de manera que se impida que parte del material caiga sobre las vías por las cuales transitan los vehículos.

Si la estabilización se va a realizar sobre la superficie existente, esta debe ser acondicionada mediante el retiro de sobretamaños y eliminación de sectores que presenten contaminaciones, suelos orgánicos, saturación o cualquier otra irregularidad que comprometa la calidad de la estabilización. La capa por estabilizar debe ser escarificada y homogeneizada.

Cuando se requiera almacenar los suelos, se debe tener en cuenta lo indicado en el numeral 300.4.3 del artículo 300.

237.4.5 Mezcla en la vía

237.4.5.1 Disgregación del material

Antes de realizar el proceso de homogeneización con el producto estabilizante, si el material por tratar, sea que haya sido escarificado en el lugar o transportado desde los sitios de origen aprobados por el interventor, o sea una mezcla de ambos, presenta grumos o aglomeraciones de partículas, se disgrega con el equipo de construcción aprobado a partir de

los resultados de la fase de experimentación en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en los planos u ordenada por el interventor. En caso de encontrarse sobretamaños, que no puedan ser disgregados, mayores a dos pulgadas (2 pulgadas) estos deben ser retirados. El proceso de disgregación se debe realizar hasta que se logren los requerimientos estipulados por el interventor. La longitud de calzada disgregada no debe exceder de la que se pueda tratar y compactar de acuerdo con esta especificación en dos días (2 d) de trabajo, salvo autorización escrita del interventor.

Una vez disgregado el material, éste se debe conformar a la sección transversal de la calzada, con el empleo de motoniveladora.

237.4.5.2 Aplicación del producto químico

La aplicación del producto químico depende de su estado, en caso de encontrarse en estado líquido se debe hacer uso del carrotanque de tal manera que la aplicación sea uniforme sobre toda el área superficial del material, en caso de que el estabilizante se encuentre en estado seco se puede aplicar en bolsas o a granel.

En cualquier caso, el aditivo se debe esparcir sobre el agregado o suelo disgregado empleando el procedimiento aceptado por el interventor durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar.

Durante la aplicación de los aditivos, la humedad del material no debe ser superior a la definida durante el proceso de diseño, para controlar la cantidad de aditivo y agua se debe tener un medidor de flujo y se debe revisar el volumen con los metros cúbicos (m^3) de suelo a estabilizar, con el fin de lograr una mezcla íntima y uniforme del material con el aditivo (líquido o sólido). Sobre el aditivo esparcido sólo se debe permitir el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el material.

237.4.5.3 Mezcla

Inmediatamente después de ser esparcido el aditivo (seco, húmedo o conjunto), se debe efectuar la mezcla, empleando el equipo aprobado. El número de pasadas depende del equipo utilizado y debe ser el necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea según se haya definido en la fase previa de experimentación. En caso de que se requiera, se debe añadir el agua faltante y continuar mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla debe ser la establecida en la fórmula de trabajo, con una tolerancia de más o menos de uno por ciento (± 1 %) respecto a la humedad óptima de compactación.

237.4.6 Mezcla en planta

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

237.4.7 Extensión y conformación

La mezcla elaborada sobre la vía se debe extender en todo el ancho previsto en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y el grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación, y se debe conformar en toda la sección transversal de la calzada.

Para el caso de mezcla en planta, si los docu-

mentos del contrato así lo requieren, se debe usar una máquina extendedora para estas labores; si no se requiere, la mezcla se puede extender y conformar con motoniveladora.

En todo caso, la cantidad de material extendido y conformado debe ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de suelo con aditivo por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en dos (2) o más capas, procurando que el espesor de cada una de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).

El material extendido y conformado debe mostrar una distribución uniforme, sin segregaciones evidentes. El interventor no debe permitir la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente.

237.4.8 Prefisuración

Cuando los documentos técnicos del proyecto así lo indiquen, se debe efectuar una prefisuración de las capas de suelo estabilizado con los productos químicos no tradicionales antes de iniciar su compactación. La necesidad de efectuar la prefisuración puede depender de factores tales como la posición de la capa dentro de la estructura, el tipo de rodadura, la resistencia del material suelo aditivo, y el tipo de medidas que eventualmente contemple el proyecto para evitar o controlar que el desarrollo de fisuras de contracción en la capa de suelo aditivo deteriore la rodadura del pavimento.

La prefisuración consiste en la ejecución de juntas transversales en fresco, es decir, del material extendido pero sin compactar. El diseño debe permitir establecer la distancia a la cual se deben realizar las juntas transversales en fresco; en general, la separación entre juntas debe estar comprendida entre tres y cuatro metros (3 y 4 m).

Para la ejecución de las juntas transversales en fresco, se deben utilizar equipos que efectúen en cada pasada un surco recto que penetre al menos dos tercios (2/3) del espesor de la capa y que, al mismo tiempo, introduzcan en él, un producto adecuado para impedir que la junta se cierre de nuevo. Este producto puede consistir en una emulsión bituminosa de rotura rápida, una cinta de plástico flexible, un perfil ondulado de plástico rígido u otros sistemas que, además de impedir que se cierre de nuevo la junta durante la compactación, permitan la transmisión de cargas entre los dos lados de la junta.

Se deben emplear equipos y métodos de ejecución aprobados por el interventor, cuya eficacia haya sido comprobada después de la realización de la fase de experimentación (numeral 237.4.2) en el tramo de prueba contemplado dentro del mismo proyecto.

237.4.9 Compactación

La compactación de la mezcla se debe realizar de acuerdo con el plan propuesto por el constructor y aprobado por el interventor durante la fase previa de experimentación.

El proceso de compactación debe ser tal, que evite la formación de una costra o capa superior delgada, que puede estar débilmente adherida al resto de la capa de suelo mezclado con el sistema de estabilización. En caso de que lo anterior se produzca, tal capa debe ser eliminada hasta obtener una superficie uniforme y compacta.

Los trabajos de compactación deben ser terminados en un lapso no mayor de dos horas (2 h) desde el inicio de la mezcla, en caso de que el aditivo aplicado permita mayor tiempo entre el mezclado y la compactación sin deteriorar la calidad de la capa terminada, esta recomen-

dación se debe indicar en los documentos del proyecto para el aditivo propuesto. Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de experimentación, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación. Una vez terminada la compactación, la superficie se debe mantener húmeda hasta que se aplique el riego de curado (si se requiere para el producto, según recomendaciones del fabricante).

237.4.10 Juntas de trabajo

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

Si la capa estabilizada no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, se debe disponer un procedimiento aceptable para el interventor, que considere juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

237.4.11 Curado de la capa compactada

El procedimiento y tiempo de curado se debe hacer de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto y dependiendo de las instrucciones técnicas del aditivo químico.

En el momento de aplicar el riego, que en ningún caso puede ser veinticuatro horas (24 h) después de terminada la compactación, la superficie de la capa de suelo-aditivo debe presentar un aspecto denso y homogéneo.

237.4.12 Apertura al tránsito

La capa de suelo estabilizada sólo se puede abrir al tránsito público de acuerdo con las condiciones particulares del proyecto y las tolerancias del presente artículo. La apertura debe ser inicialmente durante un tiempo corto que permita verificar el comportamiento de la capa compactada y localizar las áreas que deban ser objeto de corrección. Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el interventor debe definir el instante de apertura definitiva de la capa compactada, al tránsito público. De esta manera los tiempos de apertura al tránsito deben ser verificados y confirmados por el proveedor del producto y su consultor.

Los productos químicos deben garantizar un rápido desarrollo de la resistencia de diseño establecida, permitiendo una apertura adecuada al tráfico de los vehículos.

237.4.13 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con productos químicos no tradicionales sólo se pueden llevar a cabo cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior de cinco grados Celsius (5° C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia y como resultado de ello la humedad de la mezcla supere el porcentaje óptimo de agua para mezcla y compactación, el constructor debe retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a satisfacción del interventor, sin costo adicional para el INVIAS. En caso de lluvia sobre la mezcla estabilizada esta debe retirarse y si ya fue compactada debe realizarse una verificación de los requisitos de calidad de la estabilización y de no cumplirse debe ser retirada.

Los trabajos se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVIAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe 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.

237.4.14 Manejo ambiental

Se aplica lo pertinente del numeral 300.4.8 del artículo 300, Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas.

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la ejecución de estabilizaciones de suelos con productos no tradicionales se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad. Así mismo, se deben tener en cuenta los resultados y las recomendaciones de los estudios ambientales realizados en la etapa de experimentación y los que contemplen la ficha técnica de cada producto estabilizante.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por lo tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

237.4.15 Conservación de la capa terminada

El constructor debe conservar la capa de suelo estabilizada con productos químicos no tradicionales en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente debe ser corregido a plena satisfacción de INVIAS.

237.5 Condiciones para el recibo de los trabajos.

237.5.1 Controles

En adición a lo indicado en el numeral 300.5.1 del artículo 300, se deben efectuar ensayos de control de la mezcla y, una vez compactada, de densidad, espesor y planicidad de la capa terminada.

237.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

237.5.2.1 Calidad de los materiales

237.5.2.1.1 Verificación del suelo objeto de estabilización

Se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los documentos del proyecto.

Se debe ordenar el retiro de los suelos y agregados que, a simple vista, presenten restos de material vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, se deben efectuar las verificaciones periódicas indicadas en la Tabla 237-6.
El interventor puede adelantar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad del material por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

Tabla 237-6 Verificaciones periódicas sobre el material por estabilizar

Título de la norma	Norma ensayo	Frecuencia
Clasificación de suelos y mezclas de suelo y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASHTO)	INV E-180	1 vez por cada sección homogénea
Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	INV E-181	1 vez por cada sección homogénea
Determinación del límite líquido de los suelos	INV E-125	1 vez por cada sección homogénea
Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	INV E-126	1 vez por cada sección homogénea
Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos	INV E-123	1 vez por cada sección homogénea
Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	INV E-213	1 vez por cada sección homogénea
Determinación de la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (nro. 200) en los agregados pétreos mediante lavado	INV E-214	1 vez por cada sección homogénea
Ensayos fisicoquímicos		
pH de los suelos	INV E-131	1 vez por cada sección homogénea
Contenido de sulfatos solubles en los suelos	NLT-120/72	1 vez por cada sección homogénea
Determinación de la capacidad de intercambio catiónico.	NTC 5268	1 vez por cada sección homogénea
Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico o mediante el ensayo de pérdida por ignición	UNE 103204 o INV E-121	1 vez por cada sección homogénea
Conductividad eléctrica	NTC 5596	1 vez por cada sección homogénea
Ensayos mecánicos		
Relación de humedad-peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)	INV E-142	1 vez por cada sección homogénea

Título de la norma	Norma ensayo	Frecuencia
Índice de resistencia al agua	INV E-632	1 vez por cada sección homogénea
Velocidad de ascenso capilar	INV E-632	1 vez por cada sección homogénea
Permeabilidad de suelos ensayos de cabeza variable	ASTM D5084	1 vez por cada sección homogénea
Composicionales		
Fluorescencia de rayos X XRF	Sin norma (Nota 1)	1 vez por cada sección homogénea
Difracción de rayos X DRX	Sin norma (Nota 1)	1 vez por cada sección homogénea
Microscopía electrónica de barrido SEM (opcional)	Sin norma (Nota 1)	1 vez por cada sección homogénea
Análisis térmicos TGA/DTA (opcional)	ASTM E1131	1 vez por cada sección homogénea
Área Superficial por el método BET (opcional)	Sin norma (Nota 1)	1 vez por cada sección homogénea
Nota 1: Las secciones homogéneas a las que se refiere la presente tabla corresponden a las definidas en los documentos del proyecto.		

Cuando el interventor considere que las características del material que está siendo objeto de estabilización ha cambiado, se debe revisar la fórmula de trabajo para garantizar la calidad de la estabilización.

237.5.2.1.2 Calidad de los aditivos químicos

Cada vez que el interventor lo considere necesario, se deben efectuar los ensayos de control establecidos por el fabricante que permitan verificar la calidad de los productos químicos.

Se deben presentar las fichas técnicas y de seguridad de los productos químicos para verificar su inocuidad frente al medio ambiente al ser usados como estabilizantes.

Por ningún motivo se debe permitir el empleo de un producto cuya fecha de vencimiento

haya sido superada.

237.5.2.1.3 Calidad del agua

Siempre que exista alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, se debe verificar que el agua no tenga componentes que afecten la reacción del suelo con el aditivo químico no tradicional empleado en el proyecto.

237.5.2.1.4 Calidad de los aditivos y productos de curado

El constructor debe presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o de los proveedores de estos productos, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y eventual autorización de uso por parte del interventor.

237.5.2.2 Calidad de la capa estabilizada terminada

Para efectos del control, se considera como "lote", que se debe aceptar o rechazar en bloque, a la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa de suelo estabilizado con productos químicos no tradicionales.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m^2) de capa de suelo estabilizado con productos químicos no tradicionales.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- La obra ejecutada con el mismo material, de la misma procedencia y con el mismo equipo y procedimiento de trabajo.

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

De cada fuente de suelos y agregados por utilizar en la producción de la capa de suelo estabilizado y para cualquier volumen previsto, se deben tomar mínimo tres (3) muestras, cada muestra conformada por cinco (5) especímenes y ejecutar los ensayos de la siguiente manera:

a) Para capas estabilizadas no estructurales:

- Porcentaje de resistencia residual después de capilaridad o inmersión (RRc o RRi según Tabla 237-2):

$$RRm > RRd \quad [237.2]$$

RRm: Porcentaje de resistencia residual promedio después de capilaridad o inmersión de la muestra (Corresponde al promedio de RRc para capilaridad y RRi para inmersión).

RRd: Porcentaje de resistencia residual después de capilaridad o inmersión obtenido en el diseño de la fórmula de trabajo (Corresponde al promedio de RRc para capilaridad y RRi para inmersión obtenidos durante la determinación de la fórmula de trabajo).

- Resistencia a la compresión a los siete días (7 d) (MPa).

$$RCIm > 2{,}5 * RCN \quad [237.3]$$

$$RCi \geq 90\% \ (2{,}5 * RCN) \quad [237.4]$$

RCIm: Resistencia a la compresión inconfinada promedio de la muestra a los siete días (7 d).

b) Para capas estabilizadas estructurales:

Se deben cumplir todos los requisitos del literal a del presente numeral y además debe ser garantizada la resistencia de muestras posterior al proceso de inmersión en agua establecido en la norma de ensayo INV E-632, mediante la evaluación del índice de resistencia al agua (IRA), que consiste en la relación porcentual entre las resistencias a la compresión posterior al proceso de inmersión y la correspondiente en estado seco.

237.5.2.2 1 Compactación

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se deben elegir 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 deben efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de suelo estabilizado con productos químicos no tradicionales, se debe calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de compactación en el laboratorio, bajo la energía de compactación definida para el proyecto mediante la siguiente expresión:

$$GC_i = \frac{yd_i}{yd_{i,max}} \cdot 100 \qquad [237.5]$$

Siendo:

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

yd_i: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobre tamaños, de manera que corresponda a la muestra total.

$yd_{i,max}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, realizado sobre una muestra representativa del mismo.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, se deben aplicar los siguientes criterios para la aceptación del lote:

$GC_i(90) \geq 98{,}0\ \%$ se acepta el lote [237.6]

$GC_i(90) < 98{,}0\ \%$ se rechaza el lote [237.7]

Siendo:

GC_i: (90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que, probabilidad del noventa por ciento (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, Control y aceptación de los trabajos, a partir de los valores individuales del grado de compactación GC_i.

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

El control de compactación en campo se debe realizar durante el proceso constructivo previa al curado y a que ocurran las reacciones químicas que resultan en la modificación del suelo y se puede realizar por cualquiera de los siguientes métodos:

- Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método de cono y arena (INV E-161).
- Determinación de la densidad y del contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares (profundidad reducida) (INV E-164).

Si el lote es rechazado, el constructor debe remover la capa y reponerla hasta que sea aceptada por el interventor, sin costo adicional para INVIAS. El material removido se considera de propiedad del constructor.

237.5.2.2 2 Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el interventor debe determinar el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no puede ser inferior al de diseño (ed).

$$em \geq ed \qquad [237.8]$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei) debe ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (ed), admitiendo sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$ei \geq 0{,}90\ ed \qquad [237.9]$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se debe rechazar el lote. En este caso, el constructor debe remover la capa cumpliendo los requisitos establecidos en los documentos del proyecto, de tal manera que pueda ser aprobada por el interventor, sin costo adicional para INVIAS. El material removido se considera de propiedad del constructor.

237.5.2.2.3 Criterios opcionales de aceptación

Como criterios opcionales de aceptación de la capa estabilizada con materiales no tradicionales, pueden ser utilizados los siguientes ensayos de campo, previa realización de una validación experimental donde se establezcan calibración de parámetros campo-laboratorio, efectuando la respectiva comprobación a nivel de tramo de prueba y definiendo el criterio de aceptación:

ASTM E2583 - Método de prueba estándar para medir deflexiones con un deflector de peso ligero (LWD).

ASTM D6758 - Método de prueba estándar para medir la rigidez y el módulo aparente del suelo y los agregados del suelo in situ mediante el método electromecánico.

ASTM D7698 - Método de prueba estándar para la estimación in situ de la densidad y el contenido de agua del suelo y agregados por correlación con el método de impedancia compleja.

237.6 Medida

La unidad de medida debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de mezcla colocada y compactada, aprobada por el interventor, de acuerdo con esta especificación. El volumen se debe determinar utilizando la longitud real medida a lo largo del eje de la vía y las secciones transversales establecidas en los documentos del proyecto, previa verificación de la conformidad de su anchura y espesor con dichos documentos y dentro de las tolerancias permitidas en este artículo.

No se deben medir cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobreexcavaciones por parte del constructor.

Si los documentos del proyecto indican que el producto estabilizante se paga por aparte, la unidad de medida debe ser el kilogramo (kg) o litro (L) aproximado al kilogramo (kg) o litro (L) completo, según corresponda a la naturaleza del estabilizante, incorporado en la mezcla, debidamente aceptada por el interventor.

En este caso, para determinar la cantidad del producto estabilizante efectivamente incorporada a la mezcla, se debe tomar el porcenta-

je de estabilizante del lote determinado en la fórmula de trabajo. Se debe realizar el cálculo correspondiente y se debe aproximar al al kilogramo (kg) o litro (L) completo.

237.7 Forma de pago

El pago de la estabilización de suelos de subrasante o materiales existentes en las vías del proyecto, utilizados como fundación o capas estructurales de una estructura de pavimento con productos químicos no tradicionales se debe hacer por metro cúbico al respectivo precio unitario de contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con este artículo y aceptada por el interventor.

El precio unitario debe incluir la escarificación de la subrasante o materiales existentes en las vías del proyecto, utilizados como fundación o capas estructurales de una estructura de pavimento en el espesor requerido hasta cumplir con las exigencias de este artículo; los costos del suministro del producto estabilizador en el sitio; los costos de suministro de agua en el sitio que se pueda requerir para la estabilización y los costos de mezcla, colocación, nivelación y compactación.

El precio unitario debe incluir, también, el suministro en el sitio del agua para el curado de la capa compactada y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario debe cubrir todos los costos de obtención de todos los permisos ambientales requeridos; las instalaciones provisionales; los costos de los desvíos que se requieran construir durante la ejecución de las obras. Además, debe incluir los costos de la fase de experimentación, de todos los ensayos de campo y de laboratorio que estén a cargo del constructor, así como los 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 estabilizada terminada y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva.

El precio unitario debe incluir, también, los costos de los requisitos establecidos en el artículo 106, Aspectos ambientales.

Si los documentos del proyecto indican que el producto estabilizado se paga por aparte, el precio unitario de la capa estabilizada con productos químicos no tradicionales excluye el suministro en el sitio del mismo.

El precio unitario debe incluir, también, los costos de la administración, los imprevistos y la utilidad del constructor.

237.8 Ítem de pago

Opción 1: El precio unitario de capa estabilizada con productos químicos no tradicionales.

- Capa estabilizada con productos químicos no tradicionales (incluye el suministro del producto estabilizador) = Metro cúbico (m^3).

Opción 2: El precio unitario de capa estabilizada con productos químicos no tradicionales, no incluye el suministro del producto estabilizador.

- Capa estabilizada con productos químicos no tradicionales (no incluye el suministro del producto estabilizador) = Metro cúbico (m^3).

Ítem	Descripción	Unidad
237.1	Capa estabilizada con productos químicos no tradicionales (incluye el suministro del producto estabilizador)	Metro cúbico (m^3)

Ítem	Descripción	Unidad
237.2	Capa estabilizada con productos químicos no tradicionales (no incluye el suministro del producto estabilizador)	Metro cúbico (m^3)

CÓDIGO	11041306
ACTIVIDAD	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE CON EMULSIÓN CRR-2 TIPO 2.
UNIDAD DE MEDIDA	m2

1. DESCRIPCIÓN

La actividad comprende el suministro, transporte y aplicación de uno o varios riegos sobre la superficie a tratar seguida de material pétreo triturado y su posterior compactación con compactador de neumáticos. El tratamiento es una actividad de mantenimiento superficial del pavimento sin aportar mejoramiento estructural. La actividad se debe realizar cumpliendo con la calidad, cotas, alineamientos y pendientes del proyecto. Se ejecutará siguiendo las normas vigentes, especificaciones técnicas de fabricantes de materiales y equipos, y teniendo en cuenta los planos del proyecto específico.

2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

N°	PROCEDIMIENTO
1	Previamente a la actividad revisar diseños, memorias de cálculo, especificaciones técnicas generales, planos, reglamentos técnicos, catálogo del fabricante de equipos, estudios de suelos y requerimientos del proyecto.
2	Se deben incluir todos los equipos, herramientas y materiales que garanticen el correcto funcionamiento del ítem.
3	Verificar la integridad y calidad equipos, herramientas y materiales utilizados en el desarrollo de la actividad.
4	El ligante bituminoso a utilizar deberá ser una emulsión asfáltica catiónica convencional de rotura rápida tipo CRR-2.
5	Los agregados seleccionados para el tratamiento deben tener excelente adherencia con el material bituminoso, el agregado grueso debe ser producto de trituración y debe cumplir con las especificaciones para las distintas categorías de tránsito. Además, debe cumplir con una granulometría específica para tratamiento superficial doble para tráfico categoría T2, según tablas de Invías.
6	Para el tratamiento superficial doble se debe emplear la granulometría definida para él seguida de la granulometría para tratamiento superficial simple, con el fin de llenar los vacíos existentes.
7	El constructor debe definir el método de ejecución de la actividad, plan de trabajo, de acuerdo a las recomendaciones del estudio geotécnico y presentarlo a interventoría para su aprobación. Además debe realizar diseño de mezcla con sus respectivos ensayos y presentarlo a interventoría para revisión y aprobación.

GOBERNACIÓN DEL META
Calle 15 No. 40 -01 Lobby 1 - Piso 8
CC Primavera Urbana-Villavicencio
contactenos@aim-meta.gov.co
https://aim-meta.gov.co

8	Antes de la aplicación del riego de liga el interventor confirmará que la superficie sobre la cual se aplicará, cumpla con todos los requisitos en cuanto a conformación, compactación y acabado
9	Localizar el área de ejecución de la actividad, de acuerdo a planos del proyecto.
10	Verificar que la capa de soporte debe cumplir con las cotas, alineamientos y pendientes, según los planos del proyecto, verificado y aprobado por la interventoría
11	El riego de liga solo se aplicará cuando la superficie esté totalmente seca.
12	La aplicación del ligante se hará de manera uniforme tanto longitudinal como transversal con carrotanque irrigador
13	Se debe mantener la temperatura del ligante, de acuerdo a lo indicado en documentos del proyecto
14	La extensión del agregado debe hacerse de manera uniforme inmediatamente después del riego de emulsión.
15	La compactación se bebe realizar con vibrocompactador neumático superior a 5 toneladas y efectuando las pasadas requeridas según el diseño.
16	Se debe realizar limpieza de agregados sueltos, una vez terminado el proceso de compactación
17	Colocar al servicio 24 horas después de la terminación de la actividad.
18	No se debe iniciar ejecución de la actividad si la temperatura ambiente es inferior a 5° Celsius, o si se presume que se presentarán lluvias.

3. MATERIALES

N°	MATERIAL
1	Agregado para tratamiento superficial doble (primer riego)
2	Agregado para tratamiento superficial doble (segundo riego)
3	Emulsión asfáltica crr-2

4. EQUIPOS

N°	EQUIPO
1	Carrotanque irrigador de asfalto (1000 gln)
2	Compactador neumático 70 hp 13 ton
3	Compresor para barrido y soplado
4	Esparcidor de gravilla. Ancho de esparcimiento 3.10 m
5	Herramienta y equipo menor (3% m.o.)

5. MANO DE OBRA

N°	MANO DE OBRA
1	Obrero de construcción

GOBERNACIÓN DEL META

Calle 15 No. 40 -01 Lobby 1 - Piso 8
CC Primavera Urbana-Villavicencio
contactenos@aim-meta.gov.co
https://aim-meta.gov.co

6. REFERENCIAS, ESPECIFICACIONES O NORMAS

1	Norma INV 13
2	Planos del proyecto
3	Estudio geotécnico
4	Catálogo de fabricante de maquinaria y equipos.
5	Código de minas- Ley 685 de 2001
6	Artículo 430 - 22 - Tratamientos superficiales (INVIAS)

7. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por unidad (m2) debidamente recibida a satisfacción por la residencia de interventoría. La cantidad será verificada en el sitio de la obra y corroborada sobre Planos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales descritos en el numeral 3
- Equipos y herramientas descritos en el numeral 4
- Mano de obra
- Transportes dentro y fuera de la obra

8. CONTROLES O ENSAYOS DE CALIDAD PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

N°	CONTROL
1	Control de calidad al proceso de ejecución de la actividad por parte del constructor
2	Supervisión y control a la ejecución por parte de la interventoría, de acuerdo a especificaciones técnicas de la actividad y requerimientos del proyecto
3	Ensayo de densidades, granulometría y demás pruebas que recomiende estudio geotécnico
4	Cumplimiento de normas ambientales vigentes

9. NO CONFORMIDAD

N°	CRITERIO
1	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución y/o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Proponente seleccionado deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones enel plazo y en el valor del contrato.

Calle 15 No. 40 -01 Lobby 1 - Piso 8
CC Primavera Urbana-Villavicencio
contactenos@aim-meta.gov.co
https://aim-meta.gov.co

CÓDIGO	**11070103**
ACTIVIDAD	DEMARCACIÓN LINEA CONTINUA CON RESINA TERMOPLASTICA (ML) A=0.12 M INCLUYE SUMINISTRO, MICROESFERAS Y APLICACIÓN CON EQUIPO.
UNIDAD DE MEDIDA	**m**

1. DESCRIPCIÓN

Consiste en el suministro y aplicación de pintura de acrílica en frio, reflectorizada con micro esferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento aplicadas con compresor, de acuerdo con las dimensiones y colores que indiquen

2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

N°	PROCEDIMIENTO
1	Selección del material de demarcación por utilizar
2	Preparación de la superficie
3	Dosificación
4	Cierre de la vía al tránsito
5	Aplicación de los materiales con compresor

3. MATERIALES

N°	Material
1	Microesferas Reflectivas
2	Resina Termoplástica

4. EQUIPOS

N°	EQUIPO
1	Equipo Autopropulsado Para Pintura Termoplástica
2	Herramienta Y Equipo Menor (3% M.O.)

5. MANO DE OBRA

GOBERNACIÓN DEL META

Calle 15 No. 40 -01 Lobby 1 - Piso 8
CC Primavera Urbana-Villavicencio
contactenos@aim-meta.gov.co
https://aim-meta.gov.co

N°	MANO DE OBRA
1	Cuadrilla Construcción Tipo 2 (1 Oficial + 2 Obreros)

6. REFERENCIAS, ESPECIFICACIONES O NORMAS

1	INVIAS ART-700

7. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La unidad de medida será el metro lineal (ML). Se pagará efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor.

8. CONTROLES Ó ENSAYOS DE CALIDAD PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

N°	CONTROL

9. NO CONFORMIDAD

N°	CRITERIO
	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución y/o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Proponente seleccionado deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.