

**REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA –
CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN Y
VIA CODIGO 43HL04 DENOMINADA RAMAL A
YAGUARA RED VIAL DE SEGUNDO ORDEN DEL
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

CONTIENE:

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

**NOVIEMBRE DE 2024
NEIVA - HUILA**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tramos a rehabilitar	6
Tabla 2. Auscultación de pavimento flexible.	11
Tabla 3. CBR de diseño (Estudio de suelos)	14
Tabla 4. Nivel de confiabilidad – Método AASTHO 1993	16
Tabla 5. Desviación Normal Estándar para los niveles de confiabilidad – Método AASTHO 1993.	17
Tabla 6. Módulos resilientes del suelo de subrasante	18
Tabla 7. Niveles de tránsito INVIAS-2022	19
Tabla 8. Cálculo factores de ponderación.	22
Tabla 9. Módulos resilientes de los materiales del pavimento (MPa).	26
Tabla 10. Calidad del drenaje – Método AASHTO 1993.	27
Tabla 11. Coeficientes del drenaje – Método AASHTO 1993.	27
Tabla 12. Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Sector 1).	29
Tabla 13. Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Sector 2).	29
Tabla 14. Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Sector 3).	29
Tabla 15. Propiedades de la estructura de pavimento.	32
Tabla 16. Parámetros del modelo de carga – ESRD 8.2 Toneladas.	33
Tabla 17. Resultados obtenidos del análisis estructural de los pavimentos.	33
Tabla 18. Análisis de fatiga – Metodología de la Shell.	35
Tabla 19. Análisis por ahuellamiento – Metodología de la Shell	36
Tabla 20. Análisis de fatiga – Metodología de la Shell	36
Tabla 21. Análisis por ahuellamiento – Metodología de la Shell	37
Tabla 22. Resumen de diseño de las estructuras de pavimento.	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tramo a rehabilitar - vía Tello - Baraya	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Curva de susceptibilidad térmica - (American Society for Testing and Materials. "ASTM D2493)	21
Figura 3. Curva de ponderación de temperatura.	23
Figura 4. Relación entre la temperatura efectiva de las capas asfálticas y la TMAP.	24
Figura 5. Ejecución del modelo de Witczak	25
Figura 6. Software del diseño de pavimentos método Mecanicista	31
Figura 7. Puntos de análisis para evaluar esfuerzos y deformaciones.	32
Figura 8. Resultados del análisis sector 1.	37
Figura 9. Resultados del análisis sector 2.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Resultados del análisis sector 3.	38

1. INTRODUCCIÓN

Según el Plan de Desarrollo Departamental 2024-2027 “Por un Huila Grande”, en su pilar 3: “Alianza para el desarrollo económico y la regionalización”, la red de carreteras permite satisfacer las necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación, salud, entre otros, siendo el sector transporte el único que logra satisfacer no solo la obligación de desplazamiento, sino también las necesidades básicas de la población. La adecuada dotación de la red vial es una condición básica para la consolidación de la competitividad de un territorio; la inversión en este tipo de infraestructura en el Mejoramiento, Rehabilitación y Mantenimiento de las vías realiza un importante aporte al crecimiento económico, turístico y al cierre de brechas socioeconómicas en el Departamento.

Los objetivos y estrategias de este pilar 3 para el sector transporte en su componente: *“interconexión y movilidad para un Huila con más oportunidades”* son:

Objetivos:

- Mejorar la infraestructura de transporte y promover la intermodalidad en el Departamento, cumpliendo con altos estándares de calidad en el mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura vial del Departamento del Huila, propiciando la conectividad entre las subregiones, y de éstas con el resto del país y del mundo, minimizando los costos y tiempos de transporte de personas y de carga, siendo éste un aporte directo al componente social en términos de movilidad sostenible.
- Fortalecer las vocaciones económicas en el Huila, con miras a potenciar su desarrollo económico, tomando como punta de lanza las industrias tradicionales establecidas en la región, como Movilizadoras naturales del empleo, la formalización, la productividad, la competitividad, la Equidad y la movilidad social.
- Huila con transporte seguro (seguridad vial, regulación, orden público), para lo cual el Gobierno Departamental, a través del Instituto de Tránsito y Transporte del Huila, apoyará las acciones encaminadas a brindar mayor seguridad en el transporte terrestres.

Estrategias:



- Apoyar al sector productivo Mediante, el mantenimiento y mejoramiento de la red vial terciaria de los 37 Municipios del Departamento fomentando el cierre de brechas y la inclusión rural.
- Disminuir las tasas de mortalidad y discapacidad, generadas por la accidentalidad en las carreteras del Departamento, de manera transversal en la unión de esfuerzos para un Huila más seguro.
- Optimizar los recursos disponibles en el desarrollo de proyectos estratégicos de transporte multimodal para Mejorar la infraestructura vial disponible en nuestro territorio.
- Capacitaciones y sensibilizaciones en temas de seguridad vial.
- Acompañar al Gobierno Nacional en el desarrollo del programa de intervención de infraestructura aeroportuaria y de servicios aéreos esenciales.

Con el ánimo de cumplir estas metas, el gobierno departamental por medio de la Secretaría de Vías e Infraestructura ejecuta la estructuración del proyecto denominado "REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA"

Este documento presenta el diseño de la estructura de pavimento flexible para 3978,58 mts lineales distribuidos en 4 tramos viales (Tabla 1) pertenecientes a la vía de Tercer orden con código 43HL07 denominada cruce Iquira – cruce Yaguará Departamento Del Huila, esta vía cobra vital importancia en la región, ya que es la vía de acceso principal al municipio de Iquira, comunica también con los centros poblados Pacarni y los municipios del occidente del departamento del Huila como los son Tesalia, la Plata y Paicol.

Todos estos tramos que actualmente se encuentran con una estructura de pavimento altamente deteriorada y, por lo tanto, requieren actividades de rehabilitación.

Para la ejecución de los diseños de la estructura de la vía a rehabilitar, se hizo uso de los parámetros y lineamientos presentados por la metodología establecida por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (AASHTO, por sus siglas en inglés, de 1993) y, adicionalmente, con el fin de analizar esfuerzos y deformaciones, se realizó una verificación mediante la metodología racional de diseño de pavimentos (método SHELL modificado). Para el desarrollo de lo

anterior, se tomaron las recomendaciones establecidas en la “Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras (INVIAS 2008)” y en el “Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS, 1998).

Tabla 1. Tramos a rehabilitar

Tramo	Longitud (m)	Coordenadas	
		Inicial	Final
Tramo 1	1353,01	X=4708636.219 Y=1852085.199	X=4709718.895 Y=1852340.427
Tramo 2	353,76	X=4712526.754 Y=1850454.372	X=4712641.979 Y=1850754.041
Tramo 3	83,11	X=4712664.842 Y=1850936.472	X=4712656.705 Y=1851018.506
Tramo 4	2188,70	X=4716651.477 Y=1850730.343	X=4718226.135 Y=1851099.079
TOTAL	3978,58 m		

2. OBJETIVOS

- Recopilar y analizar información primaria (clima, tránsito, geotecnia, materiales) necesaria para la "REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA".
- Presentar los espesores definitivos de diseño para cada tipo de material propuesto (mejoramiento, subbase granular, base granular y mezcla asfáltica).
- Producto de los entregables de este proyecto se espera la pronta rehabilitación de los tramos viales mencionados para que los usuarios de esta se sirvan de una estructura cómoda, segura y durable.

3. METODOLOGÍA

Para la elaboración de los diseños de habilitación de los tramos viales mencionados en la Tabla 1, fue necesaria inicialmente una visita de campo al sitio con el fin de establecer los tramos críticos a intervenir. Posteriormente, se realizaron estudios de suelos, tránsito y topografía. Finalmente, los diseños se realizaron haciendo uso de los parámetros y lineamientos presentados por la metodología establecida por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (AASHTO, por sus siglas en inglés, de 1993) y, adicionalmente, con el fin de analizar esfuerzos y deformaciones, se hace una verificación mediante la metodología racional de diseño de pavimentos (método SHELL modificado). Para el desarrollo de lo anterior, se adoptan las recomendaciones establecidas en la *“Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras (INVIAS 2008)”* y en el *“Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS, 1998)”*.

4. LOCALIZACIÓN

El departamento del Huila, ubicado en el suroeste de Colombia, es una región de una gran belleza natural y diversidad cultural. Su capital es Neiva, una ciudad vibrante y dinámica. Huila se caracteriza por su paisaje montañoso, valles fértiles, ríos caudalosos y una rica biodiversidad.

En el departamento del Huila, se encuentra una variedad de ecosistemas que van desde las cálidas tierras bajas hasta las frescas y elevadas montañas de la Cordillera Central de los Andes. En el Parque Nacional Natural de los Nevados y en el Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos, se puede apreciar la majestuosidad de la naturaleza con sus picos nevados, bosques nubosos y cuevas impresionantes.

La economía del Huila se sustenta en la agricultura, siendo uno de los principales productores de café del país. Además del café, se cultivan productos como el banano, el cacao, el maíz y la caña de azúcar. La ganadería también es una actividad importante en la región.

En cuanto a su cultura, el Huila tiene una rica tradición folclórica, con festivales de música, danza y gastronomía que reflejan la diversidad de sus habitantes. La música folclórica del Huila, como el bambuco y el sanjuanero, se acompaña con instrumentos como el tiple, la guitarra y el requinto.

La gastronomía huilense es reconocida y variada, destacando platos como el tamal, el cuy asado, el mute (una sopa típica) y los envueltos de mazorca. En cuanto a dulces, se destacan las bolas de tamarindo, el manjar blanco y las brevas con arequipe.

El proyecto se encuentra localizado sobre los municipios de Iquira y Yaguará, más exactamente sobre el corredor vial de tercer orden código 43HL07 a cargo de la Gobernación del Huila, denominado CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA (según resolución 04611 del 25 de septiembre de 2019 Por la cual se expide la categorización de las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras o Red Vial Nacional correspondientes al Departamento del Huila.

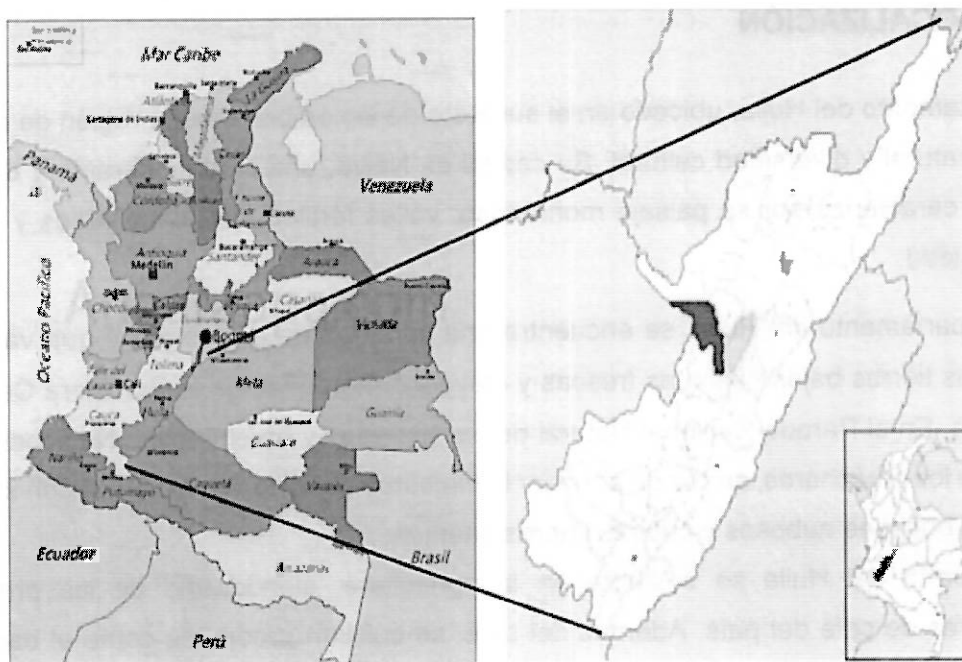


Figura 1. Localización del Huila y de los municipios a intervenir en el departamento

La figura 1 corresponde a la localización del departamento del Huila en el contexto nacional y la localización de los municipios de Iquira y Yaguará dentro del departamento del Huila, en estos municipios se encuentran localizados los tramos a intervenir en el presente proyecto.

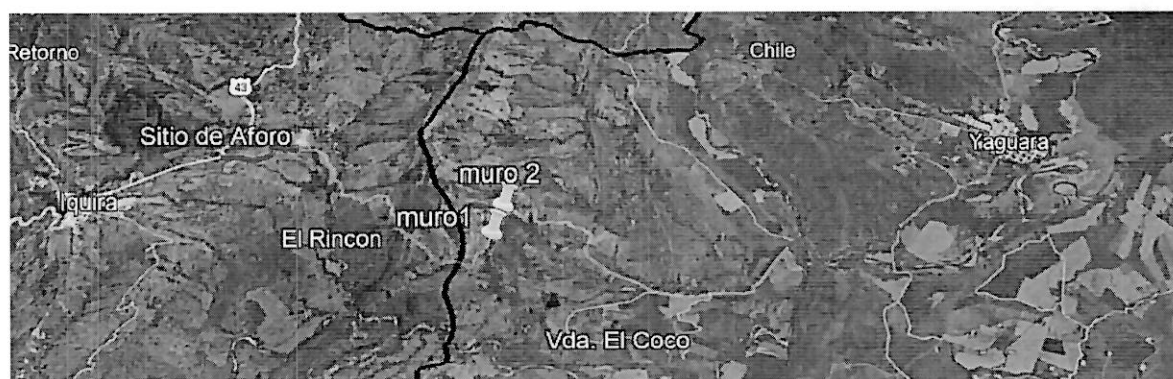


Figura 2. Localización de los tramos a intervenir en los municipios de Iquira y Yaguará.

El tramo de vía a intervenir tiene una longitud de 3978,58 km, de los cuales la gran mayoría se encuentra en mal estado.

La rehabilitación de la vía inicia con el Tramo 1 (coord. Inicio: X=4708636.219 Y=1852085.199 Cord. Fin: X=4709718.895 Y=1852340.427) localizado geográficamente en el municipio de Iquira, el tramo 2 (coord. Inicio: 4712526.754 Y=1850454.372 Cord. Fin: 4712641.979 Y=1850754.041) localizado geográficamente en el municipio de Yaguará, el

Edificio Gobernación, Calle 8, Cra 4 esquina.
Neiva - Huila - Colombia.
PBX: (57+8) 867 1300 / www.huila.gov.co

tramo 3 (coord. Inicio: X:4712664.842 Y=1850936.472 Cord. Fin: X:4712656.705 Y=1851018.506) y finaliza en el tramo 4 (coord. Inicio: X=4716651.477 Y=1850730.343 Cord. Fin: X=4718226.135 Y=1851099.079) localizado geográficamente en el municipio de Yaguará. Esta intervención contará con un total de 3978,58 metros lineales. Esta información se encuentra detallada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

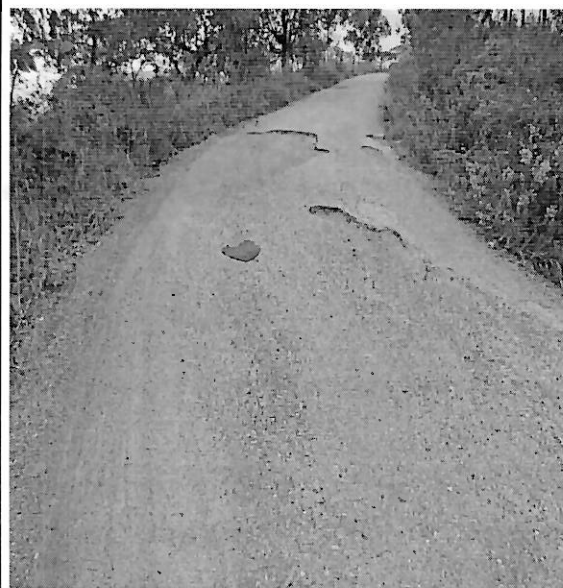
5. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO EN SERVICIO

Con el objetivo de establecer los tramos a intervenir en la vía que del municipio de Iquira conduce a Yaguará, fue necesaria una auscultación de campo por parte de los especialistas de la Secretaría de Vías e Infraestructura. En dicha visita se identificaron cuatro (4) tramos a intervenir, en la

Tabla 2 se presenta el estado actual del pavimento en servicio.

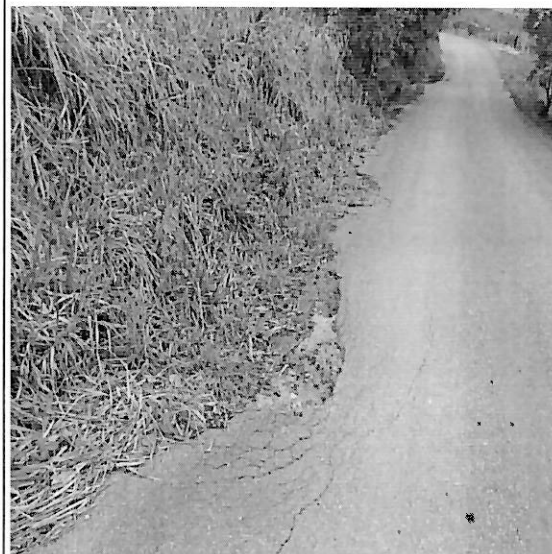
Tabla 2. Auscultación de pavimento flexible.

TRAMO 1
Coord. Inicio: X=4708636.219 Y=1852085.199
Coord. Fin: X=4709718.895 Y=1852340.427



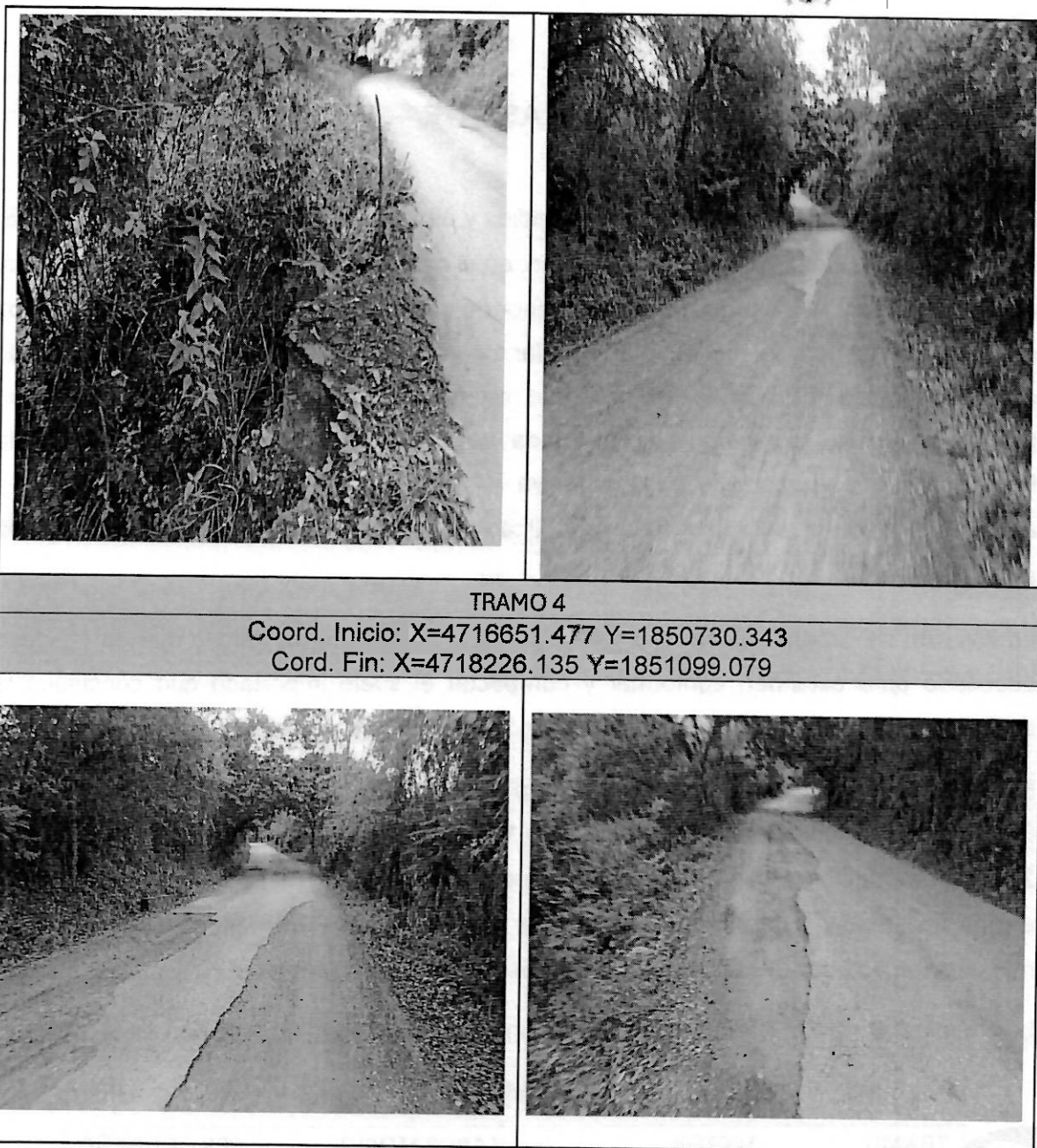
TRAMO 2

Coord. Inicio: 4712526.754 Y=1850454.372
Cord. Fin: 4712641.979 Y=1850754.041



TRAMO 3

coord. Inicio: X:4712664.842 Y=1850936.472
Cord. Fin: X:4712656.705 Y=1851018.506



TRAMO 4

Coord. Inicio: X=4716651.477 Y=1850730.343
Cord. Fin: X=4718226.135 Y=1851099.079

Como se puede evidenciar en la auscultación presentada en la

Tabla 2, los tramos identificados tienen patologías con un alto grado de deterioro funcional y estructural, por lo cual, es necesario una intervención de rehabilitación de tipo reconstrucción, esta consiste en la remoción de capas y el reemplazo parcial o total del pavimento, para mejorar su capacidad estructural, adaptándolo a las necesidades del tránsito futuro (INVIAS, 2008).

6. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

Según el Manual de diseño de vías con medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS, suelos con baja capacidad mecánica obligan, en el caso de vías con tránsitos significativos, obligan a requerir estructuras con alto espesor de subbase granular, y además, con serios problemas constructivos, dado que el granular extendido sobre un suelo blando no se puede compactar hasta los niveles de densidad requeridos para una capa granular de un pavimento flexible, por otra parte, si desde el principio se proporciona una adecuada fundación a la estructura de pavimento, va a ser en el futuro bastante más sencillo y económico plantear soluciones de rehabilitación ya que no se requerirá intervenir la subrasante.

La solución se deberá enfocar a proporcionar una plataforma de trabajo que dé el apoyo adecuado para extender, conformar y compactar el suelo importado que constituirá la subrasante, de tal manera que alcance un módulo resiliente adecuado.

Este estudio y de acuerdo con lo planteado en el informe de geotecnia realizado por el Consorcio Surcolombiano 2024" en el tramo 1 (Lado Yaguará) y la firma ESSUING tramos 2, 3 y 4: se efectuarán propuestas de mejoramiento de la subrasante cuando el CBR de diseño sea menor al 5%". Cabe mencionar que al adoptar un mejoramiento de mayor magnitud se optimizan los espesores de la estructura del pavimento.

Los resultados de CBR obtenidos en los informes de geotecnia se resumen en la Tabla 3:

Tabla 3. CBR de diseño (Estudio de suelos)

TRAMO	SECTOR	LABORATORIO	CBR DE DISEÑO
1	Long. 1355,01 m	Essuing	18,75%
2	Long. 356 m	Essuing	5,25%
3	Long. 83,4 m	Essuing	11%
4	1 (Apiques 1 al 4)	Consorcio Sur colombiano	16%
	2 (Apiques 5 al 9)	Consorcio Sur colombiano	20,9%

De acuerdo a lo anterior, ningún tramo 1, 2, 3 y 4 requieren de mejoramiento del suelo de subrasante debido a los buenos resultados de CBR de diseño, y a que no se presentan potenciales de expansión en las conclusiones de los estudios de geotecnia realizados.

7. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

7.1 Método de la AASHTO 1993

El diseño de la estructura de pavimento se realizó aplicando la metodología establecida por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (AASHTO, por sus siglas en inglés, de 1993), con el fin de establecer los espesores de cada capa y el aporte estructural, evaluada en términos del parámetro número estructural requerido SN_{req} , conforme se presenta en la Ecuación 1.

$$Log(W_{18}) = Z_o \cdot S_o + 9.36 \cdot Log(SN + 1) - 0.20 \left[\frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 \cdot Log(Mr) - 8.07 \quad (1)$$

En donde:

W_{18} = número total de ejes sencillos equivalentes acumulados de 18 kips (8.2 ton - 80 KN) en el carril de diseño y durante el período de diseño.

ZR = desviación normal estándar.

S_0 = error estándar combinado de las predicciones del tránsito y del comportamiento esperado del pavimento, desviación estándar de todas las variables.

SN = número estructural indicativo del espesor total requerido de pavimento (SN_{req}).

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad o diferencia entre el índice de servicio inicial (P_i) y el final (P_f).

MR = módulo resiliente de la subrasante (psi).

El número estructural efectivo SN_{eff} puede ser obtenido mediante la Ecuación 2.

$$SN = SN_1 + SN_2 + SN_3 + \dots + SN_n$$

$$SN = a_1 \cdot D_1 \cdot m_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3 + \dots + a_n \cdot D_n \cdot m_n \quad (2)$$

En donde:

a_i = coeficiente de aporte estructural de la capa i .

D_i = espesor de la capa i (in).

m_i = coeficiente de drenaje de la capa i .

A continuación, se establecen los parámetros generales requeridos para el diseño de pavimentos por el método AASHTO 93;

7.1.1 Tránsito de Diseño W_{18}

El número total de ejes equivalentes acumulados para el carril y período de diseño de la estructura de pavimento es $W_{18} = 1.01 \cdot 10^6$. El cálculo de este parámetro se encuentra detallado en el documento denominado "ESTUDIO DE TRÁNSITO" del presente proyecto.

7.1.2 Nivel de Confiabilidad R

La confiabilidad está referida a la probabilidad de que una sección de pavimento diseñada por este método se comporte de manera satisfactoria bajo las condiciones ambientales y de tránsito previstas durante el período de diseño. En la Tabla 4 se presentan los niveles de confiabilidad sugeridos por clasificación de la vía, de acuerdo con la guía de la AASHTO. Para la vía de estudio se estableció $R=85\%$, dado que el tipo de carretera corresponde a una vía terciaria que conecta a dos cabeceras municipales, la cual es equivalente a una colectora según la clasificación de la AASHTO de tipo rural.

Tabla 4. Nivel de confiabilidad – Método AASTHO 1993

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R [%]	
	Urbana	Rural
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

7.1.3 Desviación Normal Estándar Z_R

La desviación normal estándar se refiere al área bajo la curva de distribución normal para un nivel de confiabilidad dado. En la Tabla 5 se presentan los valores para la desviación normal estándar, según unos niveles de confiabilidad que se consideran típicos en el diseño de estructuras de pavimento. Para el nivel de confiabilidad establecido del 85%, se tiene que la desviación normal estándar **$Z_R = -1.037$** .

Tabla 5. Desviación Normal Estándar para los niveles de confiabilidad – Método AASTHO 1993.

R [%]	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z _r	0.0	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

7.1.4 Error estándar combinado de las predicciones del tránsito y desempeño (So)

El error estándar combinado refiere a variaciones en las predicciones del tránsito y del comportamiento desarrollado por una estructura de pavimento. Según los ensayos desarrollados en el AASHTO ROAD TEST, para pavimentos flexibles se estima un valor de **So=0.45**.

7.1.5 Pérdida de Serviciabilidad del Pavimento ΔPSI

La pérdida de serviciabilidad se define como la diferencia entre los índices de serviciabilidad inicial y final (Ver Ecuación 3), donde el primero refiere a la serviciabilidad que tiene un pavimento inmediatamente después de su construcción, y la serviciabilidad final refiere al índice más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación en la estructura de pavimento. Según las recomendaciones de la AASHTO, para el presente diseño, se estableció un índice de serviciabilidad inicial $P_i=4.2$ y un índice de serviciabilidad final $P_t=2.0$; haciendo uso de la Ecuación 3 se tiene luego que la pérdida de serviciabilidad es $\Delta PSI=2.2$.

$$\Delta PSI = P_i - P_t \quad (3)$$

En donde:

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad.

P_i = nivel de serviciabilidad inicial.

P_t = nivel de serviciabilidad final.

7.1.6 Módulo Resiliente de la Subrasante MR y caracterización de los materiales del pavimento

El módulo resiliente de la subrasante se define de acuerdo con el CBR de diseño explicado en el informe de suelos/geotecnia y de acuerdo a que no es necesario realizar mejoramientos de la subrasante de acuerdo a lo explicado en el capítulo 6 de este informe. Se resume en la Tabla 6.

Tabla 6. Módulos resilientes del suelo de subrasante

TRAMO	SECTOR	CBR DE DISEÑO	MÓDULO RESILIENTE (kg/cm ²)	MÓDULO RESILIENTE (Mpa)	MÓDULO RESILIENTE (PSI)
1	Long. 1355,01 m	18,75	1054,06	103,37	14991,9
2	Long. 356 m	5,25	424,75	41,65	6041,2
3	Long. 83,4 m	11,00	720,27	70,64	10244,4
4	1 (Apiques 1 al 4)	16,00	941,21	92,30	13386,8
	2 (Apiques 5 al 9)	20,90	1139,01	111,70	16200,1

7.1.6.1 Módulo resiliente de materiales granulares

Los materiales granulares no ligados (base y subbase granular) deben cumplir con las Especificaciones generales de construcción de carreteras (INVIAS, 2022) en los artículos 320 y 330.

Las capas granulares en los pavimentos deben ser construidas con suelos resultados de procesos de trituración de rocas sanas y de mezclas de suelos granulares de calidad confirmada.

El desempeño de una capa granular va a depender de las características de la fase sólida (la granulometría, la limpieza y las propiedades de las partículas como la resistencia, la angularidad y la forma), del grado de compactación alcanzado y de los esfuerzos de confinamiento a los que esté sometida. Además, el comportamiento de los granulares depende de los cambios en la humedad de la capa, ocasionados por variaciones climáticas en la zona del proyecto, sobre todo en aquellos materiales con tendencia arenosa y con finos cercanos al límite superior de la especificación, donde los valores de la succión sean significativos y alcancen a modificar el estado de esfuerzos o confinamiento de la capa.

La calidad de una capa granular se controla con los estándares establecidos por las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, en las que se establecen franjas granulométricas, estándares relacionados con la limpieza del material como valores máximos de índice de plasticidad y límite líquido, y todos los controles asociados a la resistencia, angularidad y forma de sus partículas. El parámetro **módulo resiliente**, puede obtenerse: 1.) utilizando ensayos de laboratorio, 2.) utilizando expresiones de correlación con el ensayo de CBR y 3.) por estimación en función de las características mecánicas de la subrasante y el espesor de la capa granular.

Para este caso, se utilizará la opción 2. Para los suelos con valores de CBR entre 12 y 80%, se recomienda la siguiente expresión del Laboratorio de Transporte e Investigación de Carreteras del Reino Unido (TRRL).

$$Mr = 22.1 * CBR^{0.55} \text{ (Mr en MPa)} \quad (4)$$

De acuerdo con las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del 2022, el tránsito de diseño (ver estudio de tránsito) corresponde al nivel NT2, según la Tabla 7.

Tabla 7. Niveles de tránsito INVIAS-2022

Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño (N_{80kN}) (millones)
NT1	$N_{80kN} \leq 0,5$
NT2	$0,5 < N_{80kN} \leq 5,0$
NT3	$N_{80kN} > 5,0$

Teniendo en cuenta, que los materiales granulares seguirán las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del 2022, los módulos resilientes se calculan en función del CBR mínimo, es decir, 30% para material de subbase y 80% para material de base granular.

$$Mr (\text{subbase}) = 22.1 * CBR^{0.55} \text{ (MPa)}$$

$$Mr (\text{subbase}) = 22.1 * 30^{0.55} = 143.49 \text{ (MPa)}$$

$$Mr (\text{base}) = 22.1 * CBR^{0.55} \text{ (MPa)}$$

$$Mr (\text{base}) = 22.1 * 80^{0.55} = 246.09 \text{ (MPa)}$$

7.1.6.2 Módulo dinámico de la mezcla asfáltica

El módulo dinámico de la mezcla asfáltica se estima utilizando el modelo de Witczak a partir de las Propiedades Volumétricas de la Mezcla y la reología del ligante asfáltico, lo anterior obtenido del diseño de mezcla asfáltica por el Método Marshall proporcionado por la empresa INFERCAL SAS, esta información se encuentra en el anexo 1 del presente documento.

La metodología propuesta por el profesor Witczak sirve para determinar el valor del módulo dinámico cuando la categoría del tránsito lo califique como NT2 o NT3. Conocida la granulometría del material a utilizar en la mezcla asfáltica y la fórmula de trabajo del diseño de la mezcla, es decir, el porcentaje de vacíos llenos de aire, el contenido efectivo de asfalto y los valores de A y VTS del asfalto, se puede predecir el valor del módulo dinámico, utilizando la ecuación 5 (ARA, 2004)

$$\log E^* = 3,750063 + 0,02932 \rho_{200} - 0,001767 (\rho_{200})^2 - 0,002841 \rho_4 - 0,058097 V_a - 0,802208 \left(\frac{V_{beff}}{V_{beff} + V_a} \right) + \frac{3,871977 - 0,0021 \rho_4 + 0,003958 \rho_{38} - 0,000017 (\rho_{38})^2 + 0,005470 \rho_{34}}{1 + e^{(-0,603313 - 0,31335 \log(f) - 0,393532 \log(\eta))}}$$

(5)

Donde:

E^* = módulo dinámico, psi.

η = viscosidad del bitumen, 106 Poise, a la temperatura de referencia o interes, en la que se desea determinar el valor de E^* .

f = frecuencia de carga, Hz.

V_a = contenido de vacíos llenos de aire, %.

V_{beff} = contenido efectivo de bitumen, % en volumen.

ρ_{34} = porcentaje retenido acumulado en la malla $\frac{3}{4}$ ".

ρ_{38} = porcentaje retenido acumulado en la malla de $\frac{3}{8}$ ".

ρ_4 = porcentaje retenido acumulado en la malla N° 4.

ρ_{200} = porcentaje que pasa la malla N° 200.

6.1.6.2.1 Determinación de la viscosidad del ligante asfáltico

En la actualidad se usa comúnmente y de manera generalizada, una representación lineal de la variación de la viscosidad con la temperatura en los cementos asfálticos, a través de la fórmula de Walter, utilizada en la norma ASTM D-2493, en la que se representa en

ordenadas el logaritmo del logaritmo de la viscosidad y en abscisas el logaritmo de la temperatura absoluta, tal como se indica en la Figura 2.

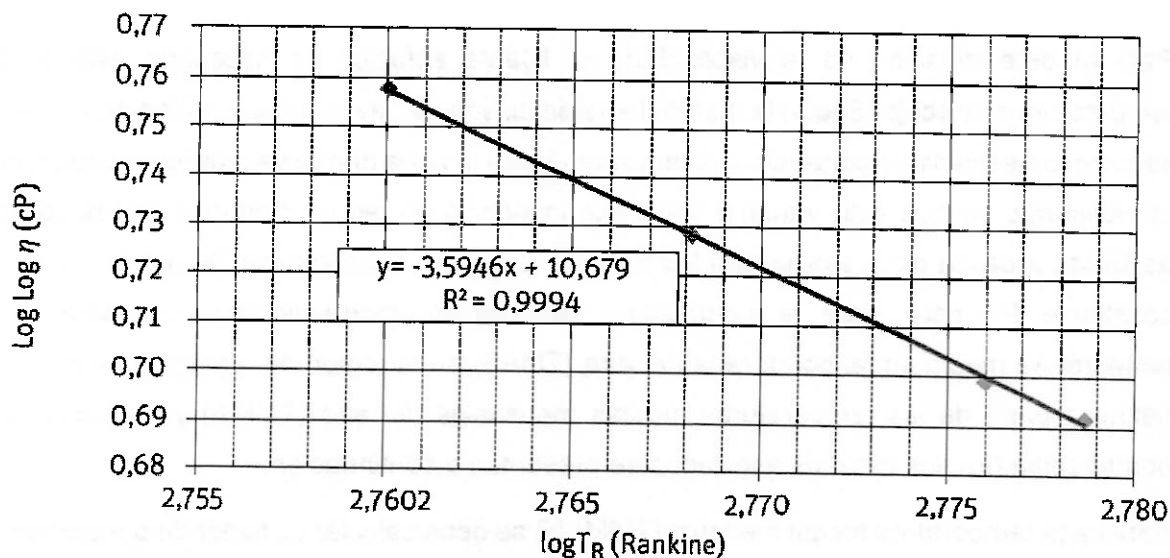


Figura 3. Curva de susceptibilidad térmica - (American Society for Testing and Materials. "ASTM D2493)

El parámetro reológico del cemento asfáltico relacionado con la susceptibilidad térmica y que es utilizado por varios modelos de predicción del módulo dinámico de una mezcla asfáltica es el VTS (Susceptibility Viscosity Temperature), definida por la pendiente de la recta obtenida en la regresión lineal entre la viscosidad y la temperatura, que, en términos matemáticos simples, se define por la ecuación siguiente (American American Society for Testing and Materials. "ASTM D2493):

$$\log \log \eta = A + VTS * \log TR \quad (6)$$

Donde:

η: Viscosidad, centiPoise (Cp)

TR: Temperatura de trabajo, °Rankine

A: Intercepto de la regresión resultante al relacionar viscosidad y temperatura, en las escalas correspondientes.

VTS (Susceptibilidad Viscosidad-Temperatura): Pendiente de la curva de regresión.

Esta relación lineal permite la caracterización de la viscosidad del ligante en un amplio rango de temperaturas y se recomienda utilizar solo para ligantes sin modificar. Mediante esta regresión lineal es posible determinar la viscosidad del ligante a la temperatura de trabajo

que se requiera en el diseño con el fin de determinar el módulo dinámico de la mezcla asfáltica.

Para la determinación de la viscosidad del ligante asfáltico es necesario estimar la temperatura de trabajo. Según la metodología de diseño de pavimentos flexibles de la Shell, se concede especial importancia a la temperatura de la zona donde va a quedar construido el pavimento ya que esta variable tiene alta influencia en las propiedades de las capas asfálticas a causa de la susceptibilidad térmica y/o termo dependencia del asfalto que las constituye. Por esta razón, la metodología presenta un procedimiento para estimar una temperatura media anual ponderada del aire (TMAP) en la región del proyecto, la cual se define a partir de las temperaturas medias mensuales del aire (TMM) y del factor de ponderación (fp), los cálculos asociados se presentan a continuación.

Para cada temperatura media mensual (TMM) °C se debe calcular su factor de ponderación (Método Shell), a partir de la siguiente ecuación:

$$TMM^{\circ}C = 20.348 + 17.5683 \log (fp) \quad (7)$$

A partir de esta se despeja el factor de ponderación:

$$fp = 10^{\left[\frac{TMM^{\circ}C - 20.348}{17.5683} \right]} \quad (8)$$

Usando la información de la temperatura media mensual del aire del municipio de Iquira y Yaguara (Huila) (TMM °C), se presenta a continuación el cálculo del factor ponderado, que permitirá el cálculo de la TMAP °C (temperatura media anual ponderada) y posteriormente la temperatura de trabajo (Tmix).

Tabla 8. Cálculo factores de ponderación.

Mes	TMM°C	fp
Enero	26	2,10
Febrero	26	2,10
Marzo	26	2,10
Abril	26	2,10
Mayo	26	2,10
Junio	26	2,10
Julio	26	2,10
Agosto	27	2,39
Septiembre	27	2,39
Octubre	26	2,10
Noviembre	25	1,84

Diciembre	25	1,84
Factor de ponderación total		25,24
Factor de ponderación promedio		2,10

Con el promedio de los factores de ponderación (2.10) se entra en la ordenada de la Figura 3 y de allí se obtiene la temperatura media anual ponderada (TMAP °C).

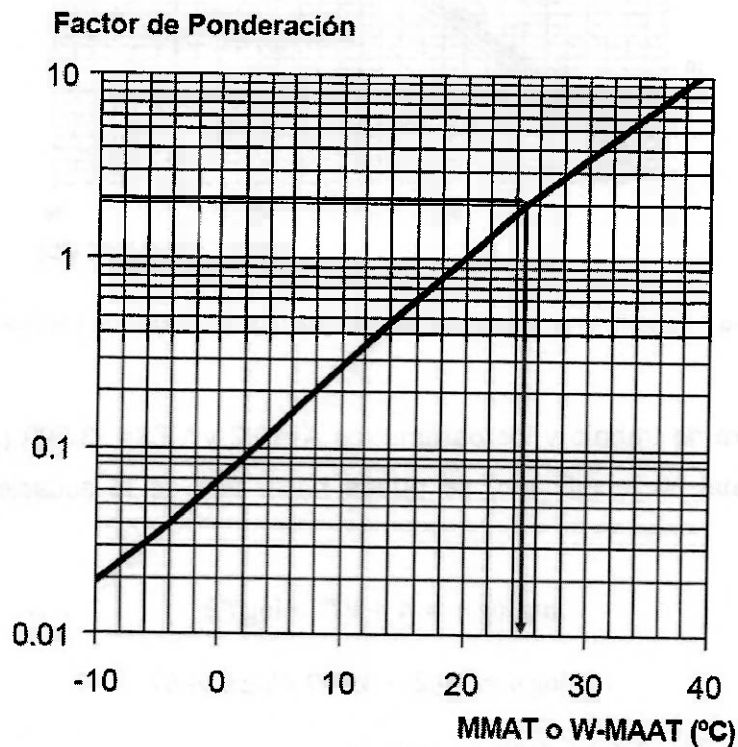


Figura 4. Curva de ponderación de temperatura.

Con la temperatura media anual ponderada (TMAP= 24.1°C) se ingresa en la Figura 4 y se obtiene la temperatura de trabajo, Tmix= 35.0°C (554.67°R).

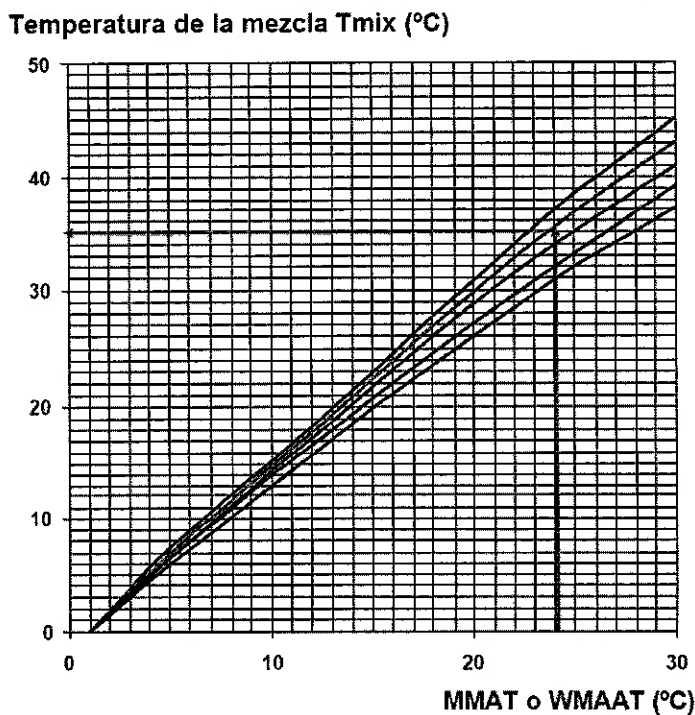


Figura 5. Relación entre la temperatura efectiva de las capas asfálticas y la TMAP.

Con la temperatura de trabajo y los parámetros $A=10.2$ y $VTS=-3.399$ (obtenidos de un asfalto convencional no modificado) se puede hacer uso de la ecuación 6 presentada anteriormente:

$$\log \log \eta = A + VTS * \log TR$$

$$\log \log \eta = 10.2 - 3.399 * \log 554.67$$

Despejando la viscosidad del asfalto se obtiene:

$$\eta = 2.917 * 10^7 Cp = 291700 p$$

6.1.6.2.2 Determinación de la frecuencia de aplicación de carga (Hz)

La frecuencia de diseño es función de la velocidad de los vehículos comerciales y del espesor del pavimento. La frecuencia se determina mediante la siguiente fórmula de frecuencia angular:

$$f = \frac{1}{2\pi t}$$

Donde:

F= frecuencia de diseño en Hz.

t= tiempo total de aplicación de la carga en segundos.

Para la determinación del tiempo total de aplicación de la carga se utiliza la siguiente expresión recomendada por S.F Brown y Barksdale:

$$\text{Log } t = 0.00h - 0.2 - 0.94 \log(V)$$

Donde:

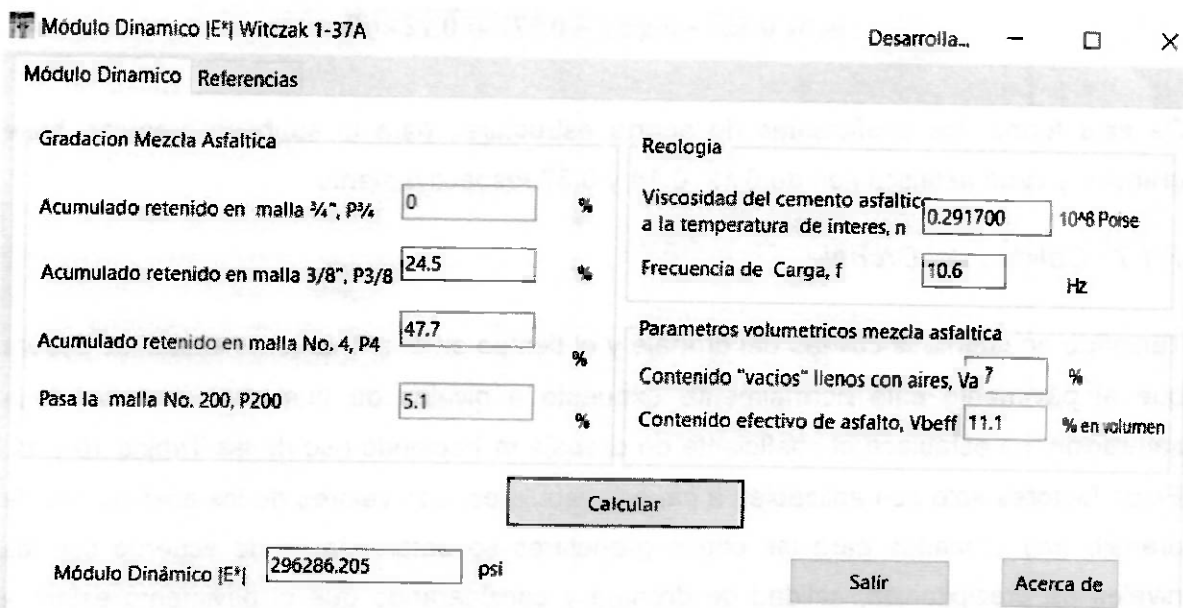
h= espesor probable de las capas asfálticas en cm

V= velocidad característica de los vehículos comerciales en Kph

t= tiempo total de aplicación de la carga en segundos.

Con esto en mente, para una velocidad promedio de circulación de los vehículos de 60 km/h, se tiene una frecuencia de **10.6 Hz**.

Finalmente, con los valores de viscosidad del asfalto, la frecuencia de diseño, los valores volumétricos y granulométricos de la mezcla asfáltica (anexo 1) se puede aplicar el modelo de Witczak. Para el desarrollo de la ecuación de Witczak se hace uso del software desarrollado por el Ingeniero José J. Lara R. de la empresa Diseño, Vías y Pavimentos SAS. Con esto se obtiene un valor de módulo dinámico de **296286.205 psi** equivalente a **2042.82 Mpa**.



Módulo Dinámico [E*] Witczak 1-37A

Desarrolla... - □ ×

Módulo Dinámico Referencias

Gradacion Mezcla Asfáltica		Reologia	
Acumulado retenido en malla 3/4", P3/4	0 %	Viscosidad del cemento asfáltico a la temperatura de interés, η	0.291700 10^6 Poise
Acumulado retenido en malla 3/8", P3/8	24.5 %	Frecuencia de Carga, f	10.6 Hz
Acumulado retenido en malla No. 4, P4	47.7 %	Parametros volumetricos mezcla asfáltica	
Pasa la malla No. 200, P200	5.1 %	Contenido "vacíos" llenos con aires, V_a ?	%
		Contenido efectivo de asfalto, V_{beff}	11.1 % en volumen

Calcular

Módulo Dinámico [E*] 296286.205 psi

Salir Acerca de

Figura 6. Ejecución del modelo de Witczak

Los valores de módulos a utilizar en el presente proyecto se presentan en la Tabla 9

Tabla 9. Módulos resilientes de los materiales del pavimento (MPa).

Capa	Módulo (MPa)
Subrasante (Tramo 1)	103,37
Subrasante (Tramo 2)	41,65
Subrasante (Tramo 3)	70,64
Subrasante (Tramo 4) Sector 1	92,30
Subrasante (Tramo 4) Sector 2	111,70
Sub-Base granular	143.49
Base granular	246.09
Capa asfáltica	2042.82

Por otro lado, el método AASHTO asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (a_i), el cual es requerido para el diseño normal de la estructura de pavimento flexible. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales del pavimento a números estructurales (SN), donde cada coeficiente es una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento. Estos coeficientes fueron calculados a partir de las relaciones proporcionadas por la AASHTO-93. (Módulos en kgf/cm^2)

$$a_1 = 0.00291 * E_1^{0.486} = 0.37 \quad (5)$$

$$a_2 = 0.249 * \log E_2 - 0.689 = 0.14 \quad (6)$$

$$a_3 = 0.227 * \log E_3 - 0.577 = 0.12 \quad (7)$$

De esta forma, los coeficientes de aporte estructural, para la subbase granular, base granular y capa asfáltica son de 0.12, 0.14 y 0.37 respectivamente.

7.1.7 Calidad del Drenaje

Teniendo en cuenta la calidad del drenaje y el tiempo en el año durante el cual se espera que el pavimento esté normalmente expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación, se establece el coeficiente de drenaje m_i haciendo uso de las Tablas 10 y 11. Estos factores sólo son aplicables a capas granulares. Los valores de los coeficientes de drenaje (m_i) utilizados para las capas granulares se determinaron de acuerdo con los niveles de precipitación, calidad de drenaje y considerando que el pavimento estará a niveles de humedad próximos a la saturación por mayores al 25% del tiempo de exposición.

Para efectos del diseño, de acuerdo con las condiciones observadas en campo en cuanto

a precipitación y humedad, se adoptó un coeficiente $m_1 = 1.0$ para las capas de concreto asfáltico, $m_2 = 0.90$ para la base granular y $m_2 = 0.90$ para subbase granular.

Tabla 10. Calidad del drenaje – Método AASHTO 1993.

Calidad del Drenaje	Tiempo de remoción del agua
Excelente	2-4 horas
Bueno	12-24 horas
Normal	3-6 días
Malo	18-36 días
Muy malo	Más de 36 días

Tabla 11. Coeficientes del drenaje – Método AASHTO 1993.

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más de 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Normal	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Malo	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

7.1.8 Aplicación de la ecuación proporcionada por la AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles.

El número estructural requerido (SN_{req}) será calculado con la ecuación 8 proporcionada por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (AASHTO, por sus siglas en inglés, de 1993). Este valor será comparado con el número estructural efectivo (SN_{ef}) suministrado por cada capa de la estructura de pavimento (ecuación 2):

$$Log W_{18} = ZrS_0 + 9.36 Log(SN + 1) - 0.2 + \frac{Log \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 Log M_R - 8.07$$

Reemplazando:

$$Log(1'006.123) = -1.036 * 0.45 + 9.36 * Log(SN + 1) - 0.20 * \left(\frac{Log \left(\frac{2.2}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \right) + 2.32 * Log(MR) - 8.07 \quad (8)$$

Despejando SN_{req} de la ecuación anterior (AASHTO-93) se obtiene un número estructural requerido (SN_{req}) para cada sector:

- SN_{req} (Tramo 1): 2.41
- SN_{req} (Tramo 2): 3.45
- SN_{req} (Tramo 3): 2.72
- SN_{req} (Tramo 4 Sector 1): 2.50
- SN_{req} (Tramo 4 Sector 2): 2.35

Nota: Los valores introducidos en la ecuación 8 son los descritos en los numerales 6.1.1 a 6.1.7.

Seguidamente, con la ecuación 2 presentada al comienzo del capítulo 6.1 se calcula el número estructural efectivo (SN_{ef}):

$$SN_{ef}(\text{Tramo 1}) = 0.37 * 2.8 \text{ in} * 1 + 0.14 * 5.9 \text{ in} * 0.9 + 0.12 * 7.9 \text{ in} * 0.9 = \mathbf{2.60}$$

$$SN_{ef}(\text{Tramo 2}) = 0.37 * 3.9 \text{ in} * 1 + 0.14 * 7.9 \text{ in} * 0.9 + 0.12 * 9.8 \text{ in} * 0.9 = \mathbf{3.49}$$

$$SN_{ef}(\text{Tramo 3}) = 0.37 * 3.1 \text{ in} * 1 + 0.14 * 5.9 \text{ in} * 0.9 + 0.12 * 7.9 \text{ in} * 0.9 = \mathbf{2.74}$$

$$SN_{ef}(\text{Tramo 4 Sector 1}) = 0.37 * 2.8 \text{ in} * 1 + 0.14 * 5.9 \text{ in} * 0.9 + 0.12 * 7.9 \text{ in} * 0.9 = \mathbf{2.60}$$

$$SN_{ef}(\text{Tramo 4 Sector 2}) = 0.37 * 2.8 \text{ in} * 1 + 0.14 * 5.9 \text{ in} * 0.9 + 0.12 * 5.9 \text{ in} * 0.9 = \mathbf{2.39}$$

Nota: Los valores introducidos en la ecuación 9 son los descritos en los numerales 6.1.6 (coeficientes de aporte) y 6.1.7 (Coeficientes de drenaje). Los espesores son propuestos por el diseñador.

Finalmente, la relación entre el número estructural efectivo (SN_{ef}) y el número estructural requerido (SN_{req}) se conoce como índice estructural (I_e). Este valor debe ser mayor o igual a la unidad (1) para cumplir con los requerimientos de diseño de la metodología AASHTO-93:

$$I_e = \frac{SN_{ef}}{SN_{req}} \quad (10)$$

$$I_e(\text{Tramo 1}) = \frac{2.60}{2.41} = 1.080 \geq 1.00 \text{ (CUMPLE)}$$

$$I_e(\text{Tramo 2}) = \frac{3.49}{3.45} = 1.012 \geq 1.00 \text{ (CUMPLE)}$$

$$I_e(\text{Tramo 3}) = \frac{2.74}{2.72} = 1.007 \geq 1.00 \text{ (CUMPLE)}$$

$$I_e(\text{Tramo 4 Sector 1}) = \frac{2.60}{2.50} = 1.041 \geq 1.00 \text{ (CUMPLE)}$$

$$I_e(\text{Tramo 4 Sector 2}) = \frac{2.39}{2.35} = 1.017 \geq 1.00 \text{ (CUMPLE)}$$

A continuación, las Tablas 12 a 14 muestran de forma resumida el resultado obtenido del diseño de la estructura de pavimento para cada sector correspondiente a la vía de estudio mediante el método AASHTO.

Tabla 12. Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Tramo 1).

Capa		Espesor Diseño		Módulos			Coefficiente estructural	Coefficiente drenaje	SN Efectivo	SN Requerido	Espesor Final
Tipo	Material	cm	pul	MPa	kg/cm ²	PSI	a _i	m _i			cm
Capa Asfáltica	MDC-19	7	2.8	2043	20800	296372	0.37	1	1.01	1.81	7
Base granular	BG	15	5.9	246	2500	35703	0.14	0.9	1.75	2.22	15
Subbase granular	SBG	20	7.9	143	1406	20818	0.12	0.9	2.60	2.41	20
Espesor total (cm)											42
Índice estructural											1.080

Tabla 13. Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Tramo 2).

Capa		Espesor Diseño		Módulos			Coefficiente estructural	Coefficiente drenaje	SN Efectivo	SN Requerido	Espesor Final
Tipo	Material	cm	pul	MPa	kg/cm ²	PSI	a _i	m _i			cm
Capa Asfáltica	MDC-19	10	3.9	2043	20800	296372	0.37	1	1.44	1.81	10
Base granular	BG	20	7.9	246	2500	35703	0.14	0.9	2.43	2.22	20
Subbase granular	SBG	25	9.8	143	1406	20818	0.12	0.9	3.49	3.45	25
Espesor total (cm)											55
Índice estructural											1.012

Tabla 14. Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Tramo 3).

Capa		Espesor Diseño		Módulos			Coefficiente estructural	Coefficiente drenaje	SN Efectivo	SN Requerido	Espesor Final
Tipo	Material	cm	pul	MPa	kg/cm ²	PSI	a _i	m _i			cm



Capa Asfáltica	MDC-19	8	3.1	2043	20800	296372	0.37	1	1.15	1.81	8
Base granular	BG	15	5.9	246	2500	35703	0.14	0.9	1.89	2.22	15
Subbase granular	SBG	20	7.9	143	1406	20818	0.12	0.9	2.74	2.72	20
Espesor total (cm)											43
Índice estructural											1.007

Tabla 15 Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Tramo 4 Sector 1).

Capa		Espesor Diseño		Módulos			Coefficiente estructural	Coefficiente drenaje	SN Efectivo	SN Requerido	Espesor Final
Tipo	Material	cm	pul	MPa	kg/cm ²	PSI	a _i	m _i			cm
Capa Asfáltica	MDC-19	7	2.8	2043	20800	296372	0.37	1	1.01	1.81	7
Base granular	BG	15	5.9	246	2500	35703	0.14	0.9	1.75	2.22	15
Subbase granular	SBG	20	7.9	143	1406	20818	0.12	0.9	2.60	2.50	20
Espesor total (cm)											42
Índice estructural											1.041

Tabla 16 Resultados diseño de pavimento AASHTO-93 (Tramo 4 Sector 2).

Capa		Espesor Diseño		Módulos			Coefficiente estructural	Coefficiente drenaje	SN Efectivo	SN Requerido	Espesor Final
Tipo	Material	cm	pul	MPa	kg/cm ²	PSI	a _i	m _i			cm
Capa Asfáltica	MDC-19	7	2.8	2043	20800	296372	0.37	1	1.01	1.81	7
Base granular	BG	15	5.9	246	2500	35703	0.14	0.9	1.75	2.22	15
Subbase granular	SBG	15	5.9	143	1406	20818	0.12	0.9	2.39	2.35	15
Espesor total (cm)											37
Índice estructural											1.017

7.7 Método mecanicista

El análisis de las estructuras definitivas se realiza con el método racional o mecanicista. Esta metodología emplea propiedades físicas fundamentales de los materiales y se basa en un modelo teórico para el cálculo de esfuerzos, deformaciones y deflexiones elásticas, con el objetivo de predecir la respuesta del pavimento causada por una carga de un eje estándar de 8.2 toneladas. En el método racional o mecanicista se aplica la teoría del sistema de capas elásticas para analizar la respuesta a las cargas impuestas y establecer los materiales y espesores necesarios para soportarlas adecuadamente, este sistema se



resuelve con la ayuda de métodos numéricos implementados en diferentes tipos de software, los cuales hacen uso de unas leyes de fatiga que han sido propuestas por distintas entidades. Para este proyecto se hará uso de las leyes de fatiga propuestas por el método SHELL modificado (modificaciones del método australiano), dado que son las de mayor uso en el diseño de pavimentos. Para la aplicación de este método se hará uso del programa WinDepav (2018) (Figura 6), el cual calcula los esfuerzos y las deformaciones máximas que una rueda doble colocada en la superficie produce en los niveles de interface de un sistema elástico multicapa. A continuación, se presentan los datos de entrada requeridos por el programa WinDepav (2018) para el diseño por el método Racional.

WinDepav 2.6 (con DOSBox 0.74) por Luis Ricardo Vásquez Varela, M.Sc.

Archivo DEPAV Acerca de

Descripción del proyecto (no use comas)

REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE CRUCE IQUIRA - CRUCE YAGUARA TRAMO 1

Número de capas
☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6

Archivo: C:\Users\Ing Paulo Arrieta\Documents\Proyecto Iquirá Yaguara\proyecto Iquirá Yaguara 2024\Estud

Estructura y criterios de evaluación de comportamiento por fatiga y ahuecamiento

Capa	E (kgf/cm ²)	v	h (cm)	Liga	Daño por tensión		N esperado	Daño por compresión		N esperado
					$C \cdot k_1 \cdot (1/E)^{k_3}$	k2		k4	k5	
1	20800	0.95	¿E?	7						
2	2500	0.4	¿E?	15						
3	1406	0.4	¿E?	20						
4	1054.06	0.45	¿E?							

Carga en la superficie del pavimento

Seleccionar modelo de carga

Radio del área de contacto (cm) 10,80

Distancia entre ruedas (cm) 32,40

Presión de contacto (kgf/cm²) 5,594

IMPORTANTE: Para el correcto funcionamiento de WinDEPAV es necesario que el sistema operativo reconozca el punto (.) como símbolo decimal y la coma (,) como separador de listas.

Este programa requiere el software DOSBox para funcionar en sistemas operativos de 64 bits.

Escriba al correo electrónico: ingepav@gmail.com, si requiere algún tipo de asistencia en el uso de WinDEPAV.

Luis Ricardo Vásquez Varela, 2018.

Figura 7. Software del diseño de pavimentos método Mecanicista

7.7.1 Puntos de análisis

Para realizar una adecuada predicción de la respuesta del pavimento, es importante identificar en la estructura la localización de los puntos que generarán mayor nivel de sollicitación (esfuerzos, deformaciones). Con el fin de determinar los puntos que producen el efecto más crítico en cada capa de la estructura, se evaluaron a diferentes profundidades, las posiciones que se muestran en la Figura 7. Es importante mencionar que el software

Windepav, hace este análisis y muestra los resultados críticos, es decir, los mayores esfuerzos y deformaciones.

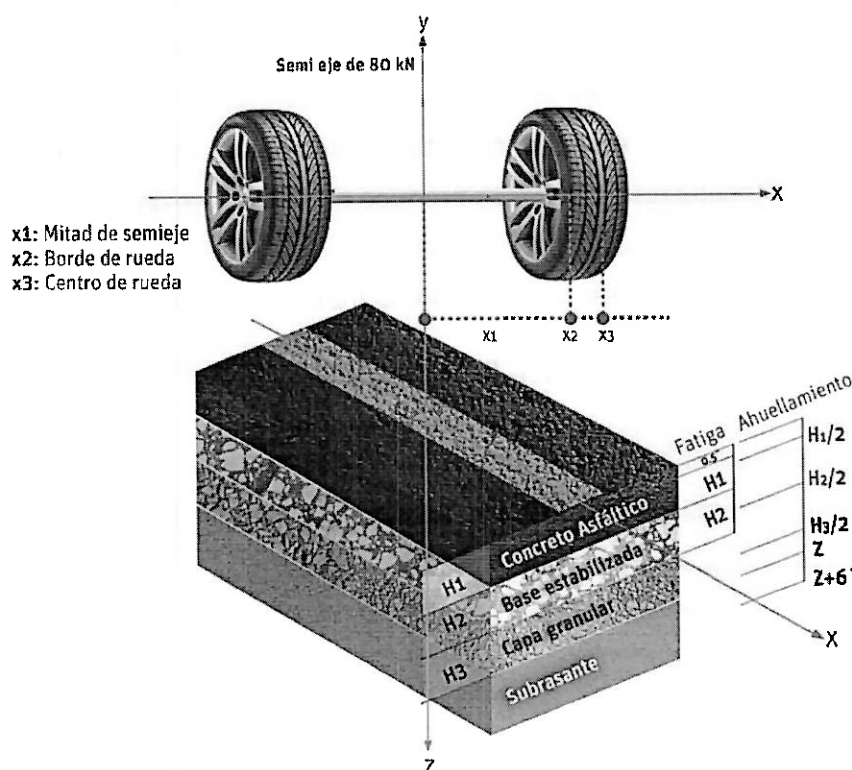


Figura 8. Puntos de análisis para evaluar esfuerzos y deformaciones.

7.7.2 Propiedades de los materiales

En la Tabla 15 se presentan las principales propiedades de los materiales de las capas de los pavimentos, tales como el módulo resiliente (E), el coeficiente de poisson y los espesores. Los espesores fueron obtenidos a partir del método de diseño de la AASHTO 1993, calculados para cada sector de diseño en el capítulo 7.1.

Tabla 17. Propiedades de la estructura de pavimento.

Tramos	Sector	Materiales										
		Subrasante		Subbase			Base			Capa asfáltica		
		E (MPa)	Poisson	E (MPa)	Poisson	Espesor (cm)	E (MPa)	Poisson	Espesor (cm)	E (MPa)	Poisson	Espesor (cm)
1	1	103.4	0.45	143	0.4	20.00	246	0.4	15.00	2043	0.35	7.00
2	1	41.7				25.00			20.00			10.00
3	1	70.6				20.00			15.00			8.00

4	1	92.3			20		15		7.00
	2	111.7			15		15		7.00

7.7.3 Modelo de carga

El modelo de carga refiere a la geometría y presión de contacto del eje de diseño de 8,2 toneladas, el cual consiste en un eje sencillo de llanta doble. En la Tabla 16 se presentan las principales características del modelo de carga.

Tabla 18. Parámetros del modelo de carga – ESRD 8.2 Toneladas.

Parámetro	Unidad	Valor
Eje Simple Rueda Doble ESRD	Toneladas	8.2
Carga por rueda P	Toneladas	2.05
Carga por rueda P	N	20110.5
Presión de inflado q	psi	79.56
Presión de inflado q	Pa	548584
Radio de las ruedas de carga	cm	10.8
Distancia entre los centros de las ruedas de carga	cm	32.4

A partir de los modelos estructurales de los pavimentos y del modelo de carga, se determinaron las deformaciones a tracción y compresión producidas por en la fibra inferior de la capa asfáltica y en la fibra superior de la subrasante, respectivamente. Lo anterior, con el objetivo predecir el comportamiento de los pavimentos ante los fenómenos de fatiga y ahuellamiento. En la Tabla 17 se presentan los resultados de las deformaciones a tracción y compresión producidas en la capa asfáltica y subrasante, respectivamente según del predimensionamiento de ASSHTO. El Agrietamiento por fatiga de las capas asfálticas, el cual se manifiesta en el daño conocido como piel de cocodrilo, se controla en términos de la deformación unitaria por tensión (ϵ_t) en la fibra inferior de la capa más profunda que esté ligada con asfalto. Por otro lado, el ahuellamiento de la superficie del pavimento debido a la deformación permanente de la subrasante se controla en términos de la deformación unitaria por compresión (ϵ_z).

Tabla 19. Resultados obtenidos del análisis estructural de los pavimentos.

Tramos	Sector de diseño	Deformación a tracción	Deformación a compresión	Esfuerzo a compresión (kg/cm ²)	Deflexión (mm)
1	1	3.46E-04	4.74E-04	3.84E+06	9.33E+05
2	1	2.90E-04	5.03E-04	3.03E+06	2.26E+06



3	1	3.33E-04	5.65E-04	1.90E+06	1.13E+06
4	1	3.46E-04	5.09E-04	2.89E+06	9.33E+05
	2	3.48E-04	5.17E-04	2.72E+06	9.07E+05

A partir de los resultados obtenidos y con el fin de verificar los espesores propuestos para cada sector de diseño por la metodología AASHTO, se utilizaron los modelos de fatiga y ahuellamiento propuestos en la metodología de la Shell modificada (AUSTROADS, 2004), para predecir el comportamiento del pavimento durante su vida útil. A continuación, se describen cada una de las leyes de comportamiento utilizadas en la verificación de los diseños de las estructuras de pavimento flexible:

7.7.4 Ley de Comportamiento a la Fatiga de la Mezcla Asfáltica – Criterio SHELL modificado

$$N_f = RF * \left(\frac{0.856 * V_b + 1.08}{E_{CA}^{0.36} * \epsilon_t} \right)^5 \quad (14)$$

Donde:

ϵ_t = Deformación unitaria por tracción en la fibra inferior de la capa asfáltica del modelo en análisis.

N_f = Número de repeticiones para causar el agrietamiento por fatiga.

E_{CA} : Módulo dinámico de la mezcla asfáltica, en pascales.

V_b : volumen de asfalto en la mezcla asfáltica (%). En este proyecto se adoptó **$V_b=11.1\%$** .

RF : (Reliability Factor) Factor de confiabilidad recomendado por la guía de diseño Australiana (Technical Basis Of Austroads Pavement Design Guide, 2012) para evaluar la fatiga de la mezcla asfáltica según el nivel de confianza, para este proyecto se adoptó $RF=2$ debido a una confiabilidad del 85%.

Según el método AUSTROADS, 2012: “el factor de confiabilidad “Reliability Factor” es una función de transferencia que relaciona la vida media de fatiga en laboratorio (Shell 1978) con la vida de fatiga en servicio predicha, usando en esta parte la confiabilidad deseada del proyecto”.

En la Tabla 18 se presentan los resultados del análisis de fatiga para las estructuras de pavimento de cada sector de diseño. A partir de las deformaciones a tracción actuantes (calculadas mediante el software WinDepav) (2018) se calculó el numero admisible de ejes equivalentes para causar agrietamiento por fatiga en la fibra inferior de la mezcla asfáltica y posteriormente se comparó con los ejes equivalentes de servicio (calculados en

INFORME DE TRÁNSITO) para finalmente obtener el porcentaje de daño por fatiga. Según los resultados, es posible evidenciar que ninguna estructura propuesta con el predimensionamiento ASSHTO, **NO CUMPLEN** con los umbrales de daño por fatiga según la metodología de la Shell, al ser superiores al 100%, el tramo 2 presenta un daño por fatiga del 44.6% que nos obliga a optimizar la estructura y el tramo 3 si cumple con el chequeo de la metodología Shell.

Tabla 20. Análisis de fatiga – Metodología de la Shell.

Tramos	Sector de Diseño	Deformación a tracción Actuante	N _r (admisible)	N (esperadas)	Daño por Fatiga (%)
1	1	3.46E-04	9.33E+05	1.01E+06	107.8%
2	1	2.90E-04	2.26E+06		44.6%
3	1	3.33E-04	1.13E+06		89%
4	1	3.46E-04	9.33E+05		107.8%
	2	3.48E-04	9.07E+05		111%

7.7.5 Ley de Comportamiento de la Deformación Vertical Admisible de Compresión Sobre la Subrasante – Criterio SHELL modificado

Para el control de ahuellamiento en la subrasante la SHELL establece como criterio básico la deformación unitaria por compresión en la fibra superior de la subrasante ϵ_z . Para un nivel de confiabilidad del 85%, se tiene que el número de repeticiones de carga por eje admisibles para el control de ahuellamiento se calcula por medio de la Ecuación 15.

$$N_z = 1.94 * 10^{-7} * (\epsilon_z)^{-4} \quad (15)$$

En donde:

ϵ_z = Deformación vertical por compresión de la subrasante del modelo en análisis.

N_z = Número de repeticiones de carga por eje admisibles para el control del ahuellamiento.

En la Tabla 19 se presentan los resultados del análisis por ahuellamiento para las estructuras de pavimento predimensionadas con ASSHTO, mostrando su análisis con el método mecanicista.

Tabla 21. Análisis por ahuellamiento – Metodología de la Shell

Tramos	Sectores de Diseño	N Esperadas	Deformación por compresión Actuante	N _z (admisible)	Daño por Ahuellamiento (%)
1	1	1.01E+06	4.74E-04	3.84E+06	26.2%
2	1		5.03E-04	3.03E+06	33.2%
3	1		5.65E-04	1.90E+06	52.8%
4	1		5.09E-04	2.89E+06	34.8%
	2		5.17E-04	2.72E+06	37.1%

A partir de las deformaciones a compresión actuantes (calculadas mediante el software WinDepav) (2018) y el número de repeticiones de carga admisibles se estableció el porcentaje de daño por ahuellamiento. Según los resultados, es posible evidenciar que todas las estructuras propuestas para los tramos de diseño 1 a 4 **CUMPLEN** con los umbrales de daño por ahuellamiento según la metodología de la Shell, al ser inferiores al 100%.

A pesar de que las estructuras predimensionadas (tramos de diseño 1, 2, 3 y 4) cumplen por medio de la metodología AASHTO-93 únicamente con el análisis por ahuellamiento, con la verificación mecanicista no se logra cumplir el análisis de la fatiga para los sectores 1, 2, 3 y 4. Por este motivo, se realiza una nueva iteración en los diseños de dichos sectores con el objetivo de minimizar las deformaciones por tracción en la fibra inferior de la capa asfáltica propuesta, para esto se aumenta el espesor de diseño de la mezcla asfáltica en algunos casos. Adicionalmente, para el sector 3 se verifico que este sector de diseño cumple con el predimensionamiento propuesto en asshto el cual fue corroborado con el método mecanicista Shell.

Los análisis de fatiga y ahuellamiento (esfuerzos y deformaciones) de estas nuevas estructuras se presentan en las Tablas 22 y 23.

Tabla 22. Análisis de fatiga – Metodología de la Shell

Tramos	Sectores de Diseño	Deformación a tracción Actuante	N _r (admisible)	N (esperadas)	Daño por Fatiga (%)
1	1	3.32E-04	1.15E+06	1.01E+06	87.7%
2	1	3.08E-04	1.67E+06		60.3%
3	1	3.33E-04	1.13E+06		89%
4	1	3.33E-04	1.13E+06		89%
	2	3.32E-04	1.15E+06		87.7%

Tabla 23. Análisis por ahuellamiento – Metodología de la Shell

Tramos	Sectores de Diseño	N Esperadas	Deformación por compresión Actuante	N _z (admisible)	Daño por Ahuellamiento (%)
1	1	1.01E+06	4.48E-04	4.82E+06	20.9%
2	1		6.01E-04	1.49E+06	67.7%
3	1		5.65E-04	1.90E+06	52.8%
4	1		4.81E-04	3.62E+06	27.8%
	2		4.26E-04	5.89E+06	17.1%

Las Figuras 8, 9, 10 muestran los resultados obtenidos con el software de diseño.

Resultados del análisis

Archivo: C:\Users\Ing Paulo Arrieta\Documents\Proyecto Iquira Yaguara\proyecto Iquira Yaguara 2024\Estudio de transito\Tramo 1 cumple.r

Descripción del proyecto: REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE CRUCE IQUIRA - CRUCE YAGUARA TRAMO 1

Sistema de carga

Radio de las ruedas (cm): 10.80

Distancia entre los centros de las ruedas (cm): 32.40

Presión de contacto de las ruedas (kg/cm²): 5.594

Posición del valor máximo para una carga

A Bajo una rueda simple

B Bajo una de las ruedas de la carga

C Al centro de la carga

Gráficos de respuesta

Exportar resultados a Excel (csv)

Respuestas estructurales en las interfases y evaluación del comportamiento por fatiga y ahuellamiento.

Número de capas: 4

No.	E (kgf/cm²)	v	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm²)		Sigma Z (kgf/cm²)		Tracción (fatiga)		Compresión		
								Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)	N admisible
1	2.083E+04	0.35	0.00	1.397E+01	B	5.598E+00	A	371.0	B	-174.0	B	
	Continua		8.00	-8.484E+00	B	2.621E+00	B	-332.0	B	399.0	A	
2	2.509E+03	0.40	8.00	4.630E-01	B	2.621E+00	B	-332.0	B	872.0	A	
	Continua		23.00	-5.445E-01	C	9.840E-01	C	-342.0	C	523.0	B	
3	1.463E+03	0.40	23.00	-4.385E-02	C	9.840E-01	C	-342.0	C	653.0	B	
	Continua		43.00	-1.754E-01	C	5.007E-01	C	-225.0	C	422.0	C	
4	1.054E+03	0.45	43.00	1.213E-02	C	5.007E-01	C	-225.0	C	448.0	C	

Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm): 47.97

Radio de curvatura (m): 107.76

Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100): 5168.6

Salir y descartar los resultados

Figura 9. Resultados del análisis Tramo 1.



Resultados del análisis

Archivo: C:\Users\Ing Paulo Arrieta\Documents\Proyecto Iquira Yaguara\proyecto Iquira Yaguara 2024\Estudio de tránsito\Tramo 2 asstto.p
Descripción del proyecto: REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE CRUCE IQUIRA - CRUCE YAGUARA TRAMO 2

Sistema de carga	Posición del valor máximo para una carga	Gráficos de respuesta
Radio de las ruedas (cm)	A Bajo una rueda simple	Exportar resultados a Excel (csv)
Distancia entre los centros de las ruedas (cm)	B Bajo una de las ruedas de la carga	
Presión de contacto de las ruedas (kg/cm²)	C Al centro de la carga	

Respuestas estructurales en las interfaces y evaluación del comportamiento por fatiga y ahuellamiento.											
Número de capas:	4	Tracción (fatiga)				Compresión					
No.	E (kgf/cm²)	v	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm²)	Sigma Z (kgf/cm²)	Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)	N admisible	Factor de daño
1	2.083E+04	0.35	0.00	1.966E+01	5.598E+00	362.0	B		-182.0	C	
	Continua		9.00	-7.872E+00	2.315E+00	-308.0	B		362.0	A	
2	2.509E+03	0.40	9.00	3.661E-01	2.315E+00	-308.0	B		782.0	B	
	Continua		29.00	-6.587E-01	6.455E-01	-292.0	C		436.0	C	
3	1.463E+03	0.40	29.00	-2.050E-01	6.455E-01	-292.0	C		521.0	C	
	Continua		49.00	-5.058E-01	2.621E-01	-294.0	C		441.0	C	
4	4.257E+02	0.45	49.00	-7.566E-04	2.621E-01	-294.0	C		604.0	C	
Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm)											
Radio de curvatura (m)											
Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100)											

Figura 10. Resultados del análisis Tramo 2.

Resultados del análisis

Archivo: C:\Users\Ing Paulo Arrieta\Documents\Proyecto Iquira Yaguara\proyecto Iquira Yaguara 2024\Estudio de tránsito\Tramo 3 asstto.p
Descripción del proyecto: REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE CRUCE IQUIRA - CRUCE YAGUARA TRAMO 3

Sistema de carga	Posición del valor máximo para una carga	Gráficos de respuesta
Radio de las ruedas (cm)	A Bajo una rueda simple	Exportar resultados a Excel (csv)
Distancia entre los centros de las ruedas (cm)	B Bajo una de las ruedas de la carga	
Presión de contacto de las ruedas (kg/cm²)	C Al centro de la carga	

Respuestas estructurales en las interfaces y evaluación del comportamiento por fatiga y ahuellamiento.											
Número de capas:	4	Tracción (fatiga)				Compresión					
No.	E (kgf/cm²)	v	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm²)	Sigma Z (kgf/cm²)	Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)	N admisible	Factor de daño
1	2.083E+04	0.35	0.00	1.448E+01	5.598E+00	387.0	B		-189.0	B	
	Continua		8.00	-8.515E+00	2.600E+00	-333.0	B		399.0	A	
2	2.509E+03	0.40	8.00	4.487E-01	2.600E+00	-333.0	B		870.0	A	
	Continua		23.00	-6.312E-01	9.228E-01	-353.0	C		527.0	B	
3	1.463E+03	0.40	23.00	-1.122E-01	9.228E-01	-353.0	C		650.0	B	
	Continua		43.00	-3.600E-01	4.262E-01	-283.0	C		469.0	C	
4	7.199E+02	0.45	43.00	5.252E-03	4.262E-01	-283.0	C		565.0	C	
Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm)											
Radio de curvatura (m)											
Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100)											

Figura 11. Resultados del análisis tramo 3.



Resultados del análisis

Archivo

C:\Users\ing Paulo Arrieta\Documents\Proyecto Iquira Yaguara\proyecto Iquira Yaguara 2024\Estudio de tránsito\Tramo 4 Sector 1

Descripción del proyecto

REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE CRUCE IQUIRA - CRUCE YAGUARA TRAMO 4 sector 1

Sistema de carga				Posición del valor máximo para una carga				Gráficos de respuesta			
Radio de las ruedas (cm)		10.80		A Bajo una rueda simple				Exportar resultados a Excel (csv)			
Distancia entre los centros de las ruedas (cm)		32.40		B Bajo una de las ruedas de la carga							
Presión de contacto de las ruedas (kg/cm²)		5.594		C Al centro de la carga							

Respuestas estructurales en las interfaces y evaluación del comportamiento por fatiga y ahueamiento.											
Número de capas: 4											
No.	E (kgf/cm²)	v	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm²)		Sigma Z (kgf/cm²)		Tracción (fatiga)		Compresión	
								Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)
1	2.085E+04	0.35	0.00	1.407E+01	B	5.598E+00	A	376.0	B	-178.0	B
	Continua		8.00	-8.494E+00	B	2.610E+00	B	-333.0	B	399.0	A
2	2.509E+03	0.40	8.00	4.589E-01	B	2.610E+00	B	-333.0	B	871.0	A
	Continua		23.00	-5.690E-01	C	9.657E-01	C	-345.0	C	524.0	B
3	1.463E+03	0.40	23.00	-6.343E-02	C	9.657E-01	C	-345.0	C	652.0	B
	Continua		43.00	-2.294E-01	C	4.782E-01	C	-242.0	C	435.0	C
4	9.412E+02	0.45	43.00	9.351E-03	C	4.782E-01	C	-242.0	C	481.0	C

Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm)		50.76		Salir y descartar los resultados	
Radio de curvatura (m)		106.99			
Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100)		5430.3			

Figura 12. Resultados del análisis tramo 4 sector 1

Resultados del análisis											
Archivo		C:\Users\ing Paulo Arrieta\Documents\Proyecto Iquira Yaguara\proyecto Iquira Yaguara 2024\Estudio de tránsito\Tramo 4 Sector 2									
Descripción del proyecto		REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE CRUCE IQUIRA - CRUCE YAGUARA TRAMO 4 sector 2									

Sistema de carga				Posición del valor máximo para una carga				Gráficos de respuesta			
Radio de las ruedas (cm)		10.80		A Bajo una rueda simple				Exportar resultados a Excel (csv)			
Distancia entre los centros de las ruedas (cm)		32.40		B Bajo una de las ruedas de la carga							
Presión de contacto de las ruedas (kg/cm²)		5.594		C Al centro de la carga							

Respuestas estructurales en las interfaces y evaluación del comportamiento por fatiga y ahueamiento.											
Número de capas: 4											
No.	E (kgf/cm²)	v	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm²)		Sigma Z (kgf/cm²)		Tracción (fatiga)		Compresión	
								Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)
1	2.083E+04	0.35	0.00	1.937E+01	B	5.598E+00	A	368.0	B	-171.0	B
	Continua		8.00	-8.484E+00	B	2.621E+00	B	-332.0	B	399.0	A
2	2.509E+03	0.40	8.00	4.660E-01	B	2.621E+00	B	-332.0	B	872.0	A
	Continua		23.00	-5.282E-01	C	9.973E-01	C	-340.0	C	529.0	B
3	1.463E+03	0.40	23.00	-9.080E-02	C	9.973E-01	C	-340.0	C	654.0	B
	Continua		43.00	-1.397E-01	C	5.160E-01	C	-214.0	C	414.0	C
4	1.139E+03	0.45	43.00	1.428E-02	C	5.160E-01	C	-214.0	C	426.0	C

Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm)		46.18		Salir y descartar los resultados	
Radio de curvatura (m)		106.28			
Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100)		5000.5			

Figura 13. Resultados del análisis tramo 4 sector 2

A partir de las deformaciones a tensión y compresión actuantes (calculadas mediante el software WinDepav) (2018) y el número de repeticiones de carga admisibles se estableció el porcentaje de daño por fatiga y ahuellamiento para cada sector de diseño. Según los resultados, es posible evidenciar que las nuevas estructuras propuestas, **SI CUMPLEN** con los umbrales de daño por fatiga y ahuellamiento según la metodología de la Shell, al ser inferiores al 100%.

8 CONCLUSIONES

El presente informe presenta el diseño real y definitivo ajustado a las condiciones de clima, geotecnia y tránsito a las cuales será sometida la estructura de pavimento durante su período de servicio, para cuatro (4) tramos del proyecto Rehabilitación De Pavimento Flexible De La Vía Código 43h107 Denominada Cruce Iquira – Cruce Yaguará Red Vial De Tercer Orden Del Departamento Del Huila.

Para dicho fin se utilizó la información de tránsito recopilada mediante aforos vehiculares y de acuerdo a su proyección, se estableció un tránsito de 1.01×10^6 ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril y período de diseño.

En el estudio de suelos realizado, se definieron 5 Sectores de diseño, los cuales presentan buenas condiciones de CBR por lo tanto No requirieron ninguna clase de mejoramiento.

Se debe instalar un geotextil que separe la sub rasante de la estructura de la vía en este caso de la primer capa sub base granular. Se recomienda implementar un geotextil de tipo NT 2500 ó similar. Artículo 231 – 22 "Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil" (INVIAS, 2022).

Los diseños presentados fueron realizados aplicando la metodología establecida por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (AASHTO, por sus siglas en inglés) de 1993.

Adicionalmente, este diseño se verificó con las ecuaciones de transferencia empleadas para cuantificar y predecir el deterioro de la estructura de pavimento recomendadas por la

SHELL (método mecanicista). Allí se comprobó que la estructura propuesta cumple con los criterios de consumo por fatiga en la carpeta asfáltica y ahuellamiento en la subrasante.

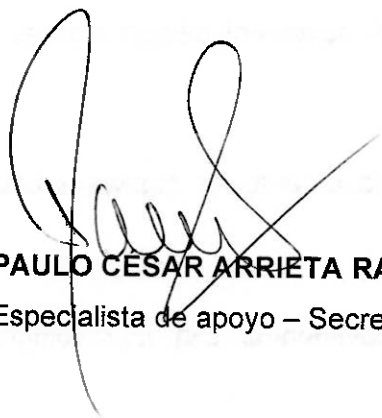
La caracterización de cada uno de los materiales que componen la estructura de pavimento es descrita en el capítulo 7.1.6.

La Tabla 24 resume los diseños calculados para las estructuras de pavimento de los cuatro (4) tramos de diseño establecidos en este informe:

Tabla 24. Resumen de diseño de las estructuras de pavimento.

Capa		Espesor de diseño (cm)				
		Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	
Tipo	Material				Sector 1	Sector 2
Capa Asfáltica	MDC-19	8	9	8	8	8
Base granular	BG-A	15	20	15	15	15
Subbase granular	SBG-A	20	20	20	20	20
Geotextil. Artículo 231 – 22	NT 2500 ó similar. Artículo	Aplica para todas las estructuras				
Material de mejoramiento	INV 230-22	-	-	-	-	-
Espesor total (cm)		43	49	43	43	43

Elaboró:



PAULO CÉSAR ARRIETA RAMÍREZ

Especialista de apoyo – Secretaría de Vías e Infraestructura.

8 BIBLIOGRAFIA.

AASHTO, "AASHTO guide for the design of pavement structures", Washington, 1993.

ARA. (2004). Guide for mechanistic - empirical design of new and rehabilitated pavement structures, NCHRP report 1-37^a.

American Society for Testing and Materials. "ASTM D2493. (s.f.). Viscosity-Temperature Chart for Asphalts". 1998 Annual Book of Standards, Vol. 0403, pp 230-234.

AUSTROADS, "Technical basis of Austroads pavement design guide, Publication No. AP-T33/04, Austroads, Sydney, Australia, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, "Especificaciones generales de construcción de carreteras", 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, "Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito", Popayán, 1998.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, "Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras", Bogotá, 2008.

SHELL INTERNATIONAL PETROLEUM COMPANY, "Shell pavement design manual", London, 1978.

THE ASPHALT INSTITUTE, "Thickness design. Asphalt pavements for highways and streets, MS1", Lexington, KY.

WinDEPAV 2.6, "Software para análisis y diseño de pavimentos con metodología mecanicista-empírica", Manizales, 2018.



**REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA –
CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN Y
VIA CODIGO 43HL04 DENOMINADA RAMAL A
YAGUARA RED VIAL DE SEGUNDO ORDEN DEL
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

CONTIENE:

DISEÑO GEOMÉTRICO

**NOVIEMBRE DE 2024
DEPARTAMENTO DEL HUILA**



SGN-C054-F04

Edificio Gobernación, Calle 8, Cra 4 esquina.
Neiva - Huila - Colombia.
PBX: (57+8) 867 1300 / www.huila.gov.co

SC4353-1

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	9
3. METODOLOGÍA	10
4. LOCALIZACIÓN	11
5. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	14
5.1 GEOREFERENCIACIÓN	14
5.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	15
2.2.1 Equipo GNSS de doble frecuencia	16
2.2.2 Estación total TOPCON GPT 3005LW	18
2.2.3 Software FOIFSolution	19
6. DISEÑO EN PLANTA	21
6.1 CRITERIOS DEL DISEÑO	21
6.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO	22
6.2.1 Velocidad de diseño	22
6.2.2 Ancho de zona o derecho de vía	22
6.2.3 Ancho de calzada	22
6.2.4 Ancho de bermas	23
6.2.5 Sobre anchos	23
6.2.6 Vehículo de diseño	23
6.2.7 Definición de las secciones transversales	24
6.2.8 Distancia de visibilidad	25
6.2.9 Velocidades específicas de los elementos que integran el trazado en planta y en perfil	26
6.2.10 Radio de curvatura mínimo (RC _{mín})	27
6.2.11 Transición del peralte	28
7. DISEÑO EN PERFIL	30
7.1 PARÁMETROS DE DISEÑO EN PERFIL	30
7.1.1 Pendiente mínima	30
7.1.2 Pendiente máxima	30
7.1.3 Longitud mínima	30
7.1.4 Curvas convexas	31
7.1.5 Curvas cóncavas	32



8.	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN	35
8.1	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	35
8.2	DEMARCACIÓN VIAL	39
8.2.1	Demarcaciones planas	40
8.2.2	Líneas longitudinales	41
8.2.3	Flechas	43
8.2.4	Demarcaciones elevadas – tachas	46
8.3	RECOMENDACIONES DE LA SEÑALIZACIÓN	48
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
10.	BIBLIOGRAFIA	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tramos a rehabilitar.....	8
Tabla 2. Ancho de Zona	22
Tabla 3. Velocidad específica de una curva horizontal incluida en un tramo homogéneo con velocidad de diseño VTR (INVIAS 2008).	26
Tabla 4. Radios mínimos para peralte máximo $e_{\max} = 8\%$ y fricción máxima – INVIAS 2008.....	27
Tabla 5. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes – INVIAS 2008.....	28
Tabla 6. Longitud mínima de la tangente vertical.	31
Tabla 7. Valores de K min para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según el criterio de	34
Tabla 8. Cálculo de tachas reflectivas por tramo	48
Tabla 9. Movimiento de tierras.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tramo a rehabilitar - vía Iquira - Yaguará	12
Figura 2. Geografía del municipios de Iquira y Yaguará.	12
Figura 3. Trabajo topográfico en campo	14
Figura 4. ANTENA NEVA - ANTENA AEP1.....	15
Figura 5. Descripción grafica del método RTK.....	16
Figura 6. Equipo GNSS FOIF A90 (Base y Rover)	17
Figura 7. Estación total TOPCON GPT 3005LW.....	19
Figura 8. Vehículo Bus Grande.....	24
Figura 9. Sección transversal típica de pavimento (calzada y cunetas).....	25
Figura 10. Desarrollo del peralte – INVIAS 2008	28
Figura 11. Esquema para la obtención de la longitud mínima según el criterio de seguridad – INVIAS 2008.	33
Figura 12. Señales reglamentarias – Fuente: Manual de Señalización 2015	37
Figura 13. Señales preventivas.	38
Figura 14. Señales Informativas.....	39
Figura 15. Dimensiones para Demarcación con Flechas	44
Figura 16. Flecha de Incorporación a Carriles de Tránsito Exclusivo.....	45
Figura 17. Dimensiones de Tachas.	47

1. INTRODUCCIÓN

Según el Plan de Desarrollo Departamental 2024-2027 “Por un Huila Grande”, en su pilar 3: “Alianza para el desarrollo económico y la regionalización”, la red de carreteras permite satisfacer las necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación, salud, entre otros, siendo el sector transporte el único que logra satisfacer no solo la obligación de desplazamiento, sino también las necesidades básicas de la población. La adecuada dotación de la red vial es una condición básica para la consolidación de la competitividad de un territorio; la inversión en este tipo de infraestructura en el Mejoramiento, Rehabilitación y Mantenimiento de las vías realiza un importante aporte al crecimiento económico, turístico y al cierre de brechas socioeconómicas en el Departamento.

Los objetivos y estrategias de este pilar 3 para el sector transporte en su componente “interconexión y movilidad para un Huila con más oportunidades” son:

Objetivos:

- Mejorar la infraestructura de transporte y promover la intermodalidad en el Departamento, cumpliendo con altos estándares de calidad en el mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura vial del Departamento del Huila, propiciando la conectividad entre las subregiones, y de éstas con el resto del país y del mundo, minimizando los costos y tiempos de transporte de personas y de carga, siendo éste un aporte directo al componente social en términos de movilidad sostenible.
- Fortalecer las vocaciones económicas en el Huila, con miras a potenciar su desarrollo económico, tomando como punta de lanza las industrias tradicionales establecidas en la región, como Movilizadoras naturales del empleo, la formalización, la productividad, la competitividad, la Equidad y la movilidad social.
- Huila con transporte seguro (seguridad vial, regulación, orden público), para lo cual el Gobierno Departamental, a través del Instituto de Tránsito y Transporte del Huila, apoyará las acciones encaminadas a brindar mayor seguridad en el transporte terrestres.

Estrategias:

- Apoyar al sector productivo Mediante, el mantenimiento y mejoramiento de la red vial terciaria de los 37 Municipios del Departamento fomentando el cierre de brechas y la inclusión rural.

- Disminuir las tasas de mortalidad y discapacidad, generadas por la accidentalidad en las carreteras del Departamento, de manera transversal en la unión de esfuerzos para un Huila más seguro.
- Optimizar los recursos disponibles en el desarrollo de proyectos estratégicos de transporte multimodal para Mejorar la infraestructura vial disponible en nuestro territorio.
- Capacitaciones y sensibilizaciones en temas de seguridad vial.
- Acompañar al Gobierno Nacional en el desarrollo del programa de intervención de infraestructura aeroportuaria y de servicios aéreos esenciales.

Con el ánimo de cumplir estas metas, el gobierno departamental por medio de la Secretaría de Vías e Infraestructura ejecuta la estructuración del proyecto denominado “REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA”.

Este documento presenta el informe de diseño geométrico para Cuatro (4) tramos viales (Tabla 1) pertenecientes a la vía con código 43HL07 denominada “CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA” del Departamento del Huila. Tramos éstos que actualmente se encuentran con una estructura de pavimento altamente deteriorada y, por lo tanto, requieren actividades de rehabilitación. El diseño geométrico es realizado bajo los lineamientos del Manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS 2008 y el Manual de señalización vial del Ministerio de transporte 2015.

Luego de realizar el diagnóstico y el estudio topográfico, se procedió a obtener la nube de puntos con el objetivo de conseguir la representación del modelo digital del terreno para cada uno de los tramos de intervención. Posteriormente, se realizó el replanteo de los elementos viales existentes, con el fin de definir el ancho de la calzada y realizar el diseño geométrico. Este se elaboró considerando los elementos en planta, perfil, transición de peraltado y secciones transversales. Es importante resaltar que no en todos los tramos se realizó el diseño de curvas, dado que en algunos de estos corresponden a tangentes.

De esta forma, este documento presenta los parámetros adoptados para el diseño geométrico. En principio se exponen los lineamientos del estudio topográfico. En los siguientes capítulos se



presentan los lineamientos de los elementos en planta y perfil. Asimismo, se exponen las consideraciones de las transiciones y diseño de la señalización. Finalmente, se presentan las principales conclusiones y sugerencias del diseño geométrico. Todo esto hace parte del criterio profesional del estructurador del proyecto y basado en el Manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS 2008.

Tabla 1. Tramos a rehabilitar

Tramo	Longitud (m)	Coordenadas	
		Inicial	Final
Tramo 1	1353,01	X=4708636.219 Y=1852085.199	X=4709718.895 Y=1852340.427
Tramo 2	353,76	X=4712526.754 Y=1850454.372	X=4712641.979 Y=1850754.041
Tramo 3	83,11	X=4712664.842 Y=1850936.472	X=4712656.705 Y=1851018.506
Tramo 4	2188,70	X=4716651.477 Y=1850730.343	X=4718226.135 Y=1851099.079
TOTAL	3978,58 m		

2. OBJETIVOS

- Recopilar y analizar información necesaria para el diseño geométrico del proyecto “REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA”.
- Sintetizar de manera coherente los criterios para el diseño geométrico de carreteras, estableciendo parámetros para garantizar la consistencia y conjugación armoniosa de todos sus elementos unificando los procedimientos y documentación requeridos para la elaboración del proyecto.
- Producto de los entregables de este proyecto se espera la pronta rehabilitación de los tramos viales mencionados para que los usuarios de esta se sirvan de una estructura cómoda, segura y durable.



3. METODOLOGÍA

Para la elaboración del diseño geométrico de los tramos viales mencionados en la Tabla 1, se siguieron los lineamientos del Manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS 2008 y el Manual de señalización vial del Ministerio de transporte 2015.

Luego de realizar el diagnóstico y el estudio topográfico, se procedió a obtener la nube de puntos con el objetivo de conseguir la representación del modelo digital del terreno para cada uno de los tramos de intervención. Posteriormente, se realizó el replanteo de los elementos viales existentes, con el fin de definir el ancho de la calzada y realizar el diseño geométrico. Este se elaboró considerando los elementos en planta, perfil, transición de peraltado y secciones transversales. Es importante resaltar que no en todos los tramos se realizó el diseño de curvas, dado que en algunos de estos corresponden a tangentes.

4. LOCALIZACIÓN

El departamento del Huila, ubicado en el suroeste de Colombia, es una región de una gran belleza natural y diversidad cultural. Su capital es Neiva, una ciudad vibrante y dinámica. Huila se caracteriza por su paisaje montañoso, valles fértiles, ríos caudalosos y una rica biodiversidad.

En el departamento del Huila, se encuentra una variedad de ecosistemas que van desde las cálidas tierras bajas hasta las frescas y elevadas montañas de la Cordillera Central de los Andes. En el Parque Nacional Natural de los Nevados y en el Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos, se puede apreciar la majestuosidad de la naturaleza con sus picos nevados, bosques nubosos y cuevas impresionantes.

La economía del Huila se sustenta en la agricultura, siendo uno de los principales productores de café del país. Además del café, se cultivan productos como el banano, el cacao, el maíz y la caña de azúcar. La ganadería también es una actividad importante en la región.

En cuanto a su cultura, el Huila tiene una rica tradición folclórica, con festivales de música, danza y gastronomía que reflejan la diversidad de sus habitantes. La música folclórica del Huila, como el bambuco y el sanjuanero, se acompaña con instrumentos como el tiple, la guitarra y el requinto.

La gastronomía huilense es reconocida y variada, destacando platos como el tamal, el cuy asado, el mute (una sopa típica) y los envueltos de mazorca. En cuanto a dulces, se destacan las bolas de tamarindo, el manjar blanco y las brevas con arequipe.

El proyecto se encuentra localizado sobre los municipios de Iquira y Yaguará (Figura 1), más exactamente sobre el corredor vial de tercer orden código 43HL07 a cargo de la Gobernación del Huila, denominado CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA (según resolución 04611 del 25 de septiembre de 2019 Por la cual se expide la categorización de las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras o Red Vial Nacional correspondientes al Departamento del Huila.

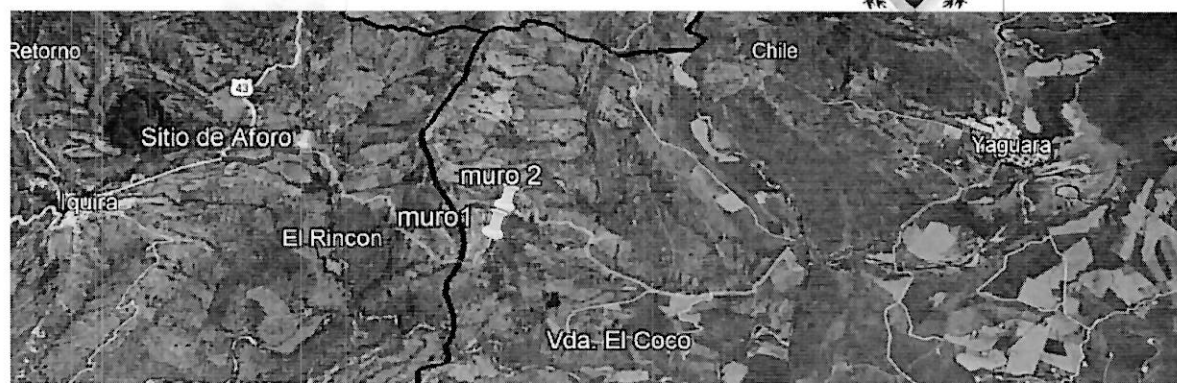


Figura 1. Tramo a rehabilitar - vía Iquira - Yaguará

La Figura 2 corresponde a la localización del departamento del Huila en el contexto nacional y la localización de los municipios de Iquira y Yaguará dentro del departamento del Huila, en estos municipios se encuentran localizados los tramos a intervenir en el presente proyecto.

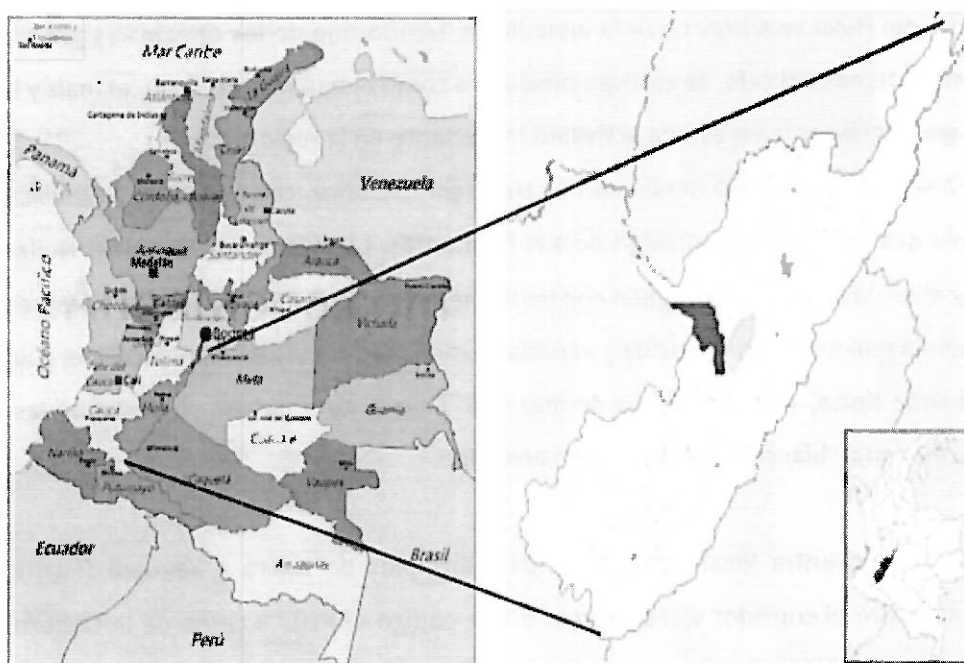


Figura 2. Geografía del municipios de Iquira y Yaguará.

El corredor de vía a intervenir tiene una longitud de 18,0 km que es la distancia que separa a los municipios de Iquira y Yaguará, de los cuales la gran mayoría se encuentra en mal estado.

La rehabilitación de la vía inicia con el Tramo 1 (coord. Inicio: X=4708636.219 Y=1852085.199 Cord. Fin: X=4709718.895 Y=1852340.427) localizado geográficamente en el municipio de Iquira, el tramo 2 (coord. Inicio: 4712526.754 Y=1850454.372 Cord. Fin: 4712641.979 Y=1850754.041) localizado geográficamente en el municipio de Yaguará, el tramo 3 (coord. Inicio: X:4712664.842



Y=1850936.472 Cord. Fin: X:4712656.705 Y=1851018.506) y finaliza en el tramo 4 (coord. Inicio: X=4716651.477 Y=1850730.343 Cord. Fin: X=4718226.135 Y=1851099.079) localizado geográficamente en el municipio de Yaguará. Esta intervención contará con un total de 3978,58 metros lineales. Esta información se encuentra detallada en la Tabla 1.

5. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Este capítulo contiene el soporte técnico, asociado al levantamiento topográfico para los estudios y diseños para la “REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA”. En cada uno de los tramos de rehabilitación, se realizó el reconocimiento de estos para realizar el levantamiento topográfico con los detalles y elementos que los caracterizan (Figura 3). En terreno se localizaron en sitios estratégicos cada uno de los deltas en andenes, bordillos o postes en buen estado. Finalmente se realizó el levantamiento topográfico con la estación total y el apoyo de un equipo doble frecuencia.

El levantamiento topográfico se basó en la definición de puntos finos en cada uno de los tramos a realizar la rehabilitación. Los amarres se realizaron con el equipo doble frecuencia GNSS FOIF A90 y el tipo de coordenadas obtenidas son Magna Sirgas origen Bogotá.



Figura 3. Trabajo topográfico en campo

El estudio topográfico se realiza en 2 etapas de la siguiente manera:

5.1 GEOREFERENCIACIÓN

Inicialmente se realiza la georreferenciación trasladando con el método RTK 2 puntos GPS 01 y GPS 02 con equipos GNSS de doble frecuencia el cual consiste en la metodología de observación con GPS en tiempo real amarrado a las COORDENADAS MAGNA SIRGAS SIRGAS CTM12 utilizando como vértice de control ANTENA NEVA localizada en el Municipio de Neiva (Huila); y la ANTENA AEP1

localizada en el Municipio de Planadas (Tolima), de la RED ACTIVA con operación 24 horas
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC).

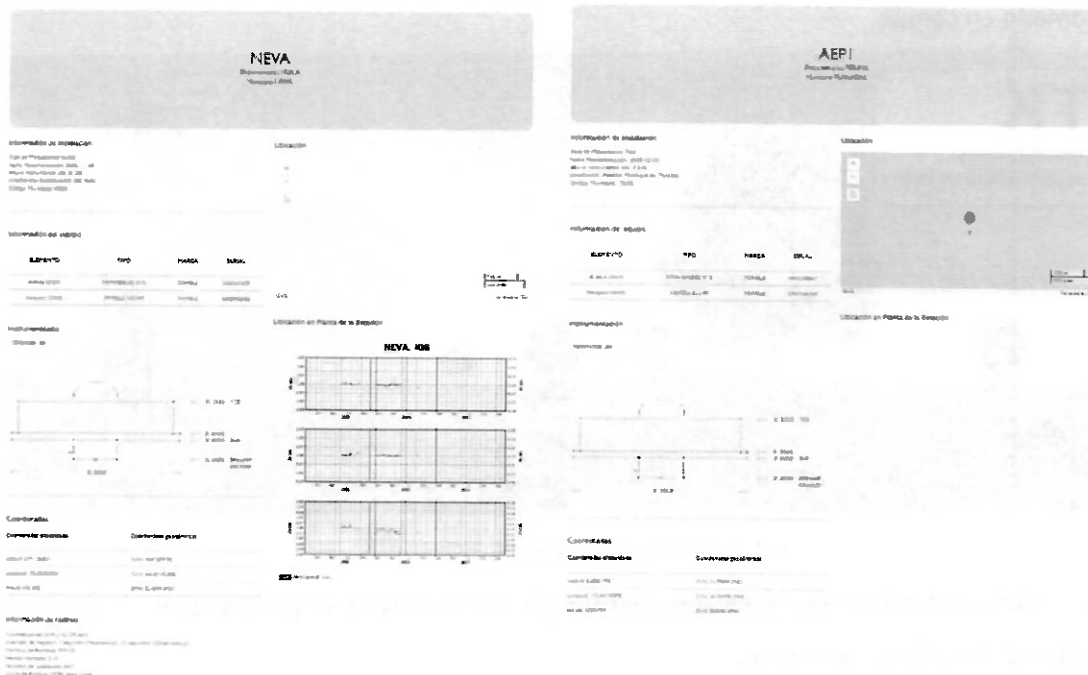


Figura 4. ANTENA NEVA - ANTENA AEP1

5.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Continuando con el estudio se realizó el respectivo levantamiento topográfico a partir de los 2 puntos GPS georreferenciados en terreno y se da inicio a la toma de detalles: Eje de la vía en secciones transversales cada 10 metros, borde de vía berma y terreno, así mismo las obras de arte que se encontraban dentro de los tramos. El estudio se realizó con equipos GNSS doble frecuencia por el método RTK que es representada mediante Vectores tridimensionales que contienen distancia, dirección y un diferencial de altura entre los puntos de la medición. No necesita línea directa de vista entre los puntos de estudio, pero si necesita tener una línea directa de vista a un número suficiente de satélites para que el software pueda generar el vector como la diferencia entre las coordenadas X, Y, Z de un sistema dado.

Técnicamente, el método RTK (Figura 5) comprende lecturas satelitales directas en tiempo real que, a través de una corrección milimétrica de la información a partir de un equipo compuesto por una Antena Base, uno o más Antenas Rover y un receptor móvil donde se anota el número de punto y

su correspondiente descripción, quedando así definido cualquier tipo de elemento a representar y de esta manera se genera como resultado una cartera de coordenadas NORTE, ESTE y COTA de cada punto tomado en campo.

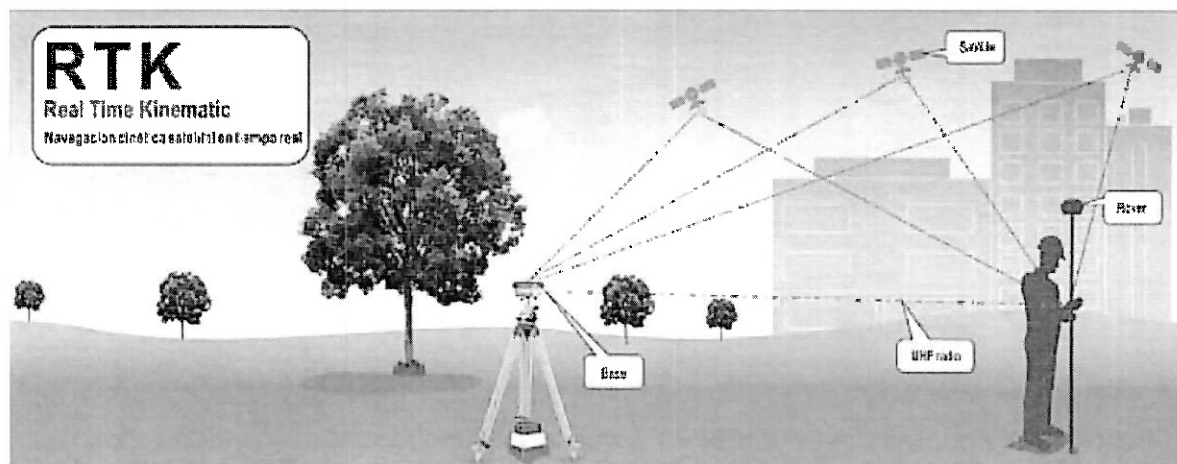


Figura 5. Descripción gráfica del método RTK.

Las coordenadas obtenidas con los levantamientos por dicho método se generan con una precisión milimétrica de máximo 5 milímetros.

Finalmente, con esta información recolectada en campo se procede a realizar los cálculos y procesar la información para generar el dibujo en planta y los detalles de cada uno de los predios existentes en terreno.

Para el trabajo en campo, se dispuso de recurso humano capacitado para realizar el trabajo organizado en campo y en oficina. Adicionalmente, se hizo uso de recursos tecnológicos como:

2.2.1 Equipo GNSS de doble frecuencia

El equipo GNSS FOIF A90 (Figura 6) es un receptor GNSS de alta precisión fabricado por la empresa FOIF. Diseñado para aplicaciones topográficas y geodésicas, el A90 utiliza tecnología de posicionamiento por satélite para proporcionar mediciones de ubicación extremadamente precisas.

El receptor GNSS FOIF A90 es compatible con varios sistemas de navegación por satélite, como GPS (Sistema de Posicionamiento Global), GLONASS (Sistema Global de Navegación por Satélite), Galileo y BeiDou. Esta compatibilidad con múltiples sistemas permite una mayor disponibilidad de señales y mejora la precisión de las mediciones en diversas condiciones y ubicaciones.

El A90 está equipado con una antena GNSS de alto rendimiento que recibe señales de satélite y utiliza algoritmos avanzados para calcular con precisión las coordenadas de posición en tiempo real. Puede lograr una precisión de posicionamiento submétrica, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para aplicaciones que requieren mediciones precisas de ubicación.

Este receptor GNSS también cuenta con una amplia gama de funciones y características que mejoran su rendimiento y usabilidad. Tiene capacidades de rastreo de señal robustas, lo que permite una recepción confiable incluso en entornos difíciles, como áreas urbanas densamente pobladas o bajo cobertura forestal. Además, el A90 es resistente al agua y al polvo, lo que lo hace adecuado para su uso en condiciones ambientales adversas.

El equipo GNSS FOIF A90 se controla mediante una interfaz intuitiva y fácil de usar, que permite a los usuarios configurar diferentes modos de medición y acceder a los datos recopilados de manera eficiente. También ofrece opciones de conectividad, como Bluetooth y puertos USB, para la transferencia de datos y la integración con otros dispositivos o sistemas.

En resumen, el equipo GNSS FOIF A90 es un receptor GNSS de alta precisión que combina tecnología de vanguardia con un diseño resistente y características avanzadas. Su capacidad para proporcionar mediciones de ubicación altamente precisas lo convierte en una herramienta valiosa para aplicaciones topográficas, geodésicas y otras que requieren una localización precisa.



Figura 6. Equipo GNSS FOIF A90 (Base y Rover)

2.2.2 Estación total TOPCON GPT 3005LW

La estación total marca Topcon GPT 3005LW (Figura 7) es un instrumento de medición utilizado en topografía y levantamiento de terrenos. Esta estación total combina un teodolito electrónico con un distanciómetro láser, lo que le permite realizar mediciones de ángulos y distancias de manera precisa y eficiente.

El GPT 3005LW está fabricado por Topcon, una reconocida empresa especializada en equipos de posicionamiento y medición. Este modelo en particular ofrece características avanzadas y un rendimiento confiable para satisfacer las necesidades de los profesionales en el campo de la topografía.

Una de las principales características de la estación total GPT 3005LW es su capacidad para medir distancias utilizando tecnología láser. El distanciómetro láser integrado en el instrumento utiliza pulsos de luz láser para determinar la distancia entre la estación total y un punto objetivo con una alta precisión. Esto agiliza el proceso de medición y reduce la necesidad de utilizar cintas o métodos manuales.

Además de la medición de distancias, el GPT 3005LW permite medir ángulos horizontales y verticales con su teodolito electrónico. Este teodolito incorpora un sistema de lectura digital que proporciona lecturas precisas y claras de los ángulos medidos. También cuenta con una pantalla integrada que muestra los datos de medición de manera clara y legible.

El instrumento cuenta con una precisión angular de alta calidad, lo que garantiza mediciones precisas incluso en condiciones adversas. Además, la estación total GPT 3005LW está equipada con un sistema de compensación automática que compensa automáticamente los errores de nivelación y garantiza mediciones precisas en terrenos irregulares.

El GPT 3005LW es fácil de usar gracias a su interfaz intuitiva y sus controles ergonómicos. También ofrece opciones de conectividad, como puertos USB y Bluetooth, que permiten la transferencia de datos y la integración con otros dispositivos o sistemas de software.

En resumen, la estación total marca Topcon GPT 3005LW es un instrumento de medición de alta calidad utilizado en topografía y levantamiento de terrenos. Su combinación de un teodolito electrónico y un distanciómetro láser permite mediciones precisas y eficientes de ángulos y distancias. Con su rendimiento confiable y su facilidad de uso, el GPT 3005LW es una herramienta

valiosa para profesionales que requieren mediciones precisas y confiables en el campo de la topografía.

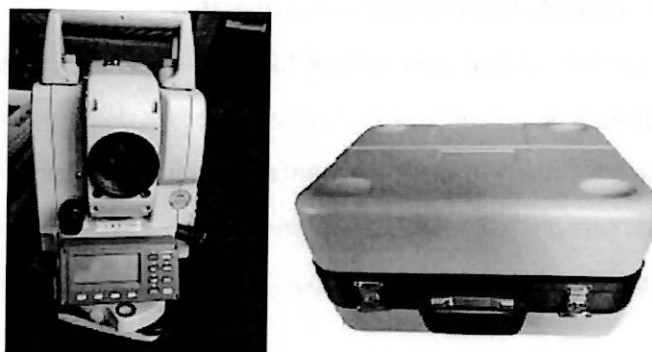


Figura 7. Estación total TOPCON GPT 3005LW

2.2.3 Software FOIFSolution

El software FOIFSolution es una plataforma de procesamiento y análisis de datos geodésicos y topográficos desarrollada por FOIF, una empresa especializada en soluciones de posicionamiento y medición. Este software se utiliza en combinación con los equipos y receptores GNSS de FOIF para gestionar, procesar y visualizar los datos recopilados durante el levantamiento de terrenos y trabajos topográficos.

FOIFSolution ofrece una amplia gama de herramientas y funcionalidades que permiten a los usuarios trabajar de manera eficiente con los datos geodésicos. Algunas de las características principales del software incluyen:

- **Procesamiento de datos GNSS:** El software permite importar y procesar los datos de los receptores GNSS de FOIF, lo que incluye la corrección y el ajuste de las mediciones realizadas. Esto garantiza una mayor precisión y calidad de los resultados obtenidos.
- **Cálculos geodésicos:** FOIFSolution ofrece una variedad de cálculos geodésicos, como la determinación de coordenadas, distancias, ángulos, áreas y volúmenes. Estas funciones permiten realizar análisis detallados y obtener información precisa sobre el terreno o la estructura en estudio.
- **Visualización y representación gráfica:** El software proporciona herramientas de visualización y representación gráfica para mostrar los datos geodésicos en forma de mapas, perfiles, secciones transversales y otros formatos. Esto facilita la interpretación de los datos y la comunicación efectiva de los resultados.



- Integración con otros sistemas: FOIFSolution permite la importación y exportación de datos en diferentes formatos, lo que facilita la integración con otros sistemas de software utilizados en el campo de la topografía y la cartografía.
- Gestión de proyectos: El software ofrece funcionalidades para organizar y administrar proyectos geodésicos, lo que incluye la creación de bases de datos, la gestión de archivos y la generación de informes. Esto ayuda a mantener un flujo de trabajo ordenado y eficiente.
- Además de estas características, FOIFSolution se destaca por su interfaz intuitiva y fácil de usar, lo que facilita su adopción y uso por parte de los profesionales en topografía y geodesia.

En resumen, el software FOIFSolution es una potente herramienta para el procesamiento, análisis y visualización de datos geodésicos y topográficos. Con sus diversas funcionalidades y su capacidad de integración, es una opción confiable para gestionar y obtener información precisa a partir de los datos recopilados con los equipos FOIF.

6. DISEÑO EN PLANTA

Los elementos geométricos de una carretera deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una operación segura, a una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía. Lo anterior se logra haciendo que el proyecto sea gobernado por un adecuado valor de velocidad de diseño; y, sobre todo, estableciendo relaciones cómodas entre este valor, la curvatura y el peralte. Se puede considerar entonces que el diseño geométrico propiamente dicho se inicia cuando se define, dentro de criterios técnico – económicos, la velocidad de diseño para cada Tramo homogéneo en estudio.

Con base en los planos topográficos del corredor y el modelo digital de terreno, se procedió con la ejecución del diseño planimétrico considerando las premisas del proyecto que se sintetizan en lograr el diseño con la menor afectación a los predios adyacentes y teniendo en cuenta las pendientes mínimas de drenaje, atendiendo además los requerimientos técnicos mínimos que garanticen un nivel de servicio apropiado y las recomendaciones de las demás áreas técnicas del estudio. El eje se definió en función del existente. Con base en el diseño planimétrico se adelantó el diseño vertical detallado, el cálculo de cantidades de obra y la producción de planos que permiten el diseño detallado de obras complementarias de drenaje y demás detalles constructivos.

El resultado, el diseño geométrico del corredor estudiado, se plasmó en los respectivos planos de planta y/o perfil, con el complemento de los detalles resultantes del diseño (Sección típica, estructura de pavimento, etc). Igualmente, se presentan planos de secciones transversales.

6.1 CRITERIOS DEL DISEÑO

Para el diseño geométrico de los tramos viales, se plantearon los siguientes aspectos técnicos:

- Aprovechamiento al máximo de la infraestructura y del corredor existente.
- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras.
- Ancho de la calzada de acuerdo con la disponibilidad existente de los tramos.

6.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

En esta sección se presentan los parámetros relacionados con los elementos de la sección transversal (ancho de zona o derecho de vía, ancho de calzada, bermas y sobre anchos) y el diseño en perfil tales como la velocidad de diseño, vehículo de diseño, distancia de visibilidad, entre otros. Lo anterior, según los lineamientos del manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS 2008.

6.2.1 Velocidad de diseño

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

Para la velocidad de diseño de los tramos de mejoramiento del corredor vial, se siguieron algunas recomendaciones del INVIAS 2008, los tramos viales del proyecto corresponden a una vía rural, las cuales presentan un terreno que puede ser clasificado como plano y/o ondulado. Por lo anterior, la velocidad de diseño en todos los tramos (Vtr) corresponde a 30 km/h.

6.2.2 Ancho de zona o derecho de vía

Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones, si la demanda de tránsito así lo exige, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico. A esta zona no se le puede dar uso privado.

En vías interurbanas, el ancho de zona o derecho de vía se define a partir de la categoría de la carretera. El ancho de zona debe estar en el rango presentado en la Tabla 2.

Tabla 2. Ancho de Zona

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	ANCHO DE ZONA (m)
Primaria de dos calzadas	> 30
Primaria de una calzada	24 – 30
Secundaria	20 – 24
Terciaria	12

6.2.3 Ancho de calzada

En carreteras de una sola calzada el ancho mínimo de ésta debe ser de seis metros (6 m) con el propósito de permitir el cruce de dos vehículos de diseño que viajen en sentido contrario. El ancho de la calzada se define en función de la categoría de la carretera, tipo de terreno y velocidad de

diseño del tramo homogéneo para las vías interurbanas. En este sentido, para las vías rurales, en los tramos de intervención se recomienda adoptar un ancho de calzada igual al existente.

6.2.4 Ancho de bermas

Dado que el ancho de la calzada se limitó al ancho de la vía existente, no se contempló la realización de bermas en los tramos de intervención.

6.2.5 Sobre anchos

La calzada puede requerir sobreancho en curvas con Radios reducidos, específicamente curvas de Radio menor a ciento sesenta metros (160 m). Asimismo, todo el sobreancho requerido por los carriles que integran la calzada se debe construir en la parte interior de la curva. Por otro lado, la línea central divisoria de carriles, demarcada sobre el pavimento, se debe fijar en la mitad de los bordes de la calzada ya ensanchada. En el caso específico del proyecto y siguiendo los lineamientos del INVIAS 2008, la determinación del sobre ancho (S) para la circulación de vehículos rígidos se realiza con la siguiente expresión:

$$S = n \left(R_c - \sqrt{R_c^2 - L^2} \right)$$

Donde: n corresponde al número de carriles, R_c al radio de la curva circular en metros y L a la distancia entre el parachoques delantero y el eje trasero del vehículo. Para el caso de los vehículos articulados, se siguieron los lineamientos descritos El Manual AASHTO versión 2004.

6.2.6 Vehículo de diseño

El diseño geométrico de una vía está orientado a definir un trazado que facilite la circulación de los vehículos tanto en el sentido longitudinal como en su ubicación en el sentido transversal de la calzada. El vehículo representativo de todos los vehículos que puedan circular por dicha vía se denomina vehículo de diseño. La selección del vehículo de diseño debe ser tal que corresponda con la composición del tránsito definida en el estudio de ingeniería de tránsito para el proyecto en estudio. Es necesario tener en cuenta que esta selección incide directamente en la definición de las dimensiones de los anchos de carril, calzada, bermas y sobreanchos de la sección transversal, el radio mínimo de giro en el diseño de las intersecciones y el gálibo bajo las estructuras (pasos elevados).

En el estudio de tránsito se contempló el diseño de pavimentos para vehículos comerciales, es decir, camiones C2, C3, C4, C5 y C6. Sin embargo, dado que los tramos de intervención corresponden a

una vía rural, se adoptó desde el punto de vista geométrico, un vehículo de mayor longitud, para la determinación de radios de giro requerido en enlaces y sobreebanco de curvas en radios reducidos (Ver Figura 8).

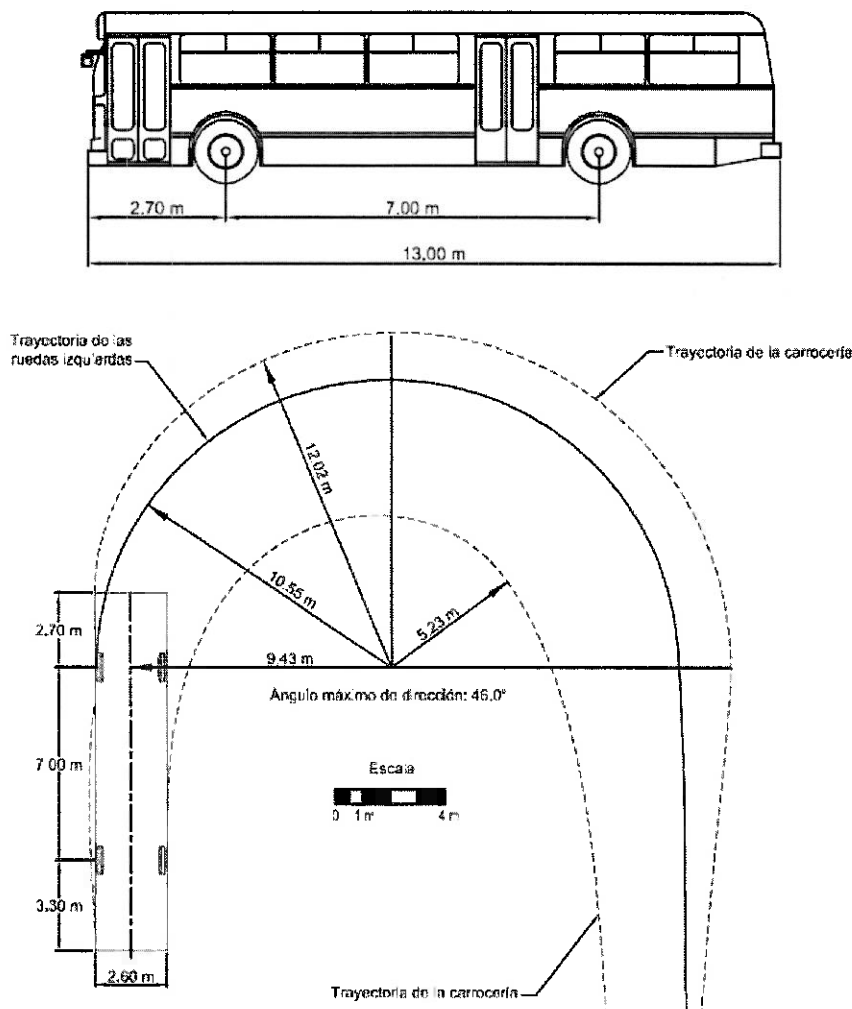


Figura 8. Vehículo Bus Grande.

6.2.7 Definición de las secciones transversales

A partir de lo establecido en el Artículo 13 de la Ley del 105 DE 1993, publicada en el Diario Oficial No. 41.158, de 30 de diciembre de 1993, en su Artículo 13 se establece:

“ARTÍCULO 13. ESPECIFICACIONES DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS. La red nacional de carreteras que se construya a partir de la vigencia de la presente Ley tendrá como mínimo las siguientes especificaciones de diseño:

a.- Ancho de carril: 3.65 metros.

b.- Ancho de berma: 1.80 metros.

c.- Máximo porcentaje de zonas restringidas para adelantar: 40 por ciento.

d.- Rugosidad máxima del pavimento 2.5 IRI (Índice de Rugosidad Internacional)

La Nación no podrá realizar inversiones en rehabilitación y construcción de carreteras nacionales, con especificaciones promedio inferiores a las descritas, salvo que por razones técnicas y de costos no sea posible alcanzar dichas especificaciones”.

En este sentido, dadas las condiciones actuales del corredor existente y la ubicación de predios existentes en su contorno, se recomienda seguir con el ancho de calzada existente de los tramos pavimentados. Lo anterior, a fin de no generar incrementos en los costos económicos asociados a la compra de áreas prediales por parte de la Gobernación del Huila. La Figura 9 contiene el esquema de la sección típica de la estructura de pavimento flexible.



Figura 9. Sección transversal típica de pavimento (calzada y cunetas).

6.2.8 Distancia de visibilidad

De acuerdo con el INVIAS 2008, una de las características más importantes que debe ofrecer el trazado de una carretera al conductor de un vehículo es la posibilidad de ver hacia adelante, tal que le permita realizar una circulación segura y eficiente. Según lo anterior, la distancia de visibilidad se define como la longitud continua de carretera que es visible hacia adelante por el conductor de un vehículo que circula por ella. De acuerdo con estos criterios se deberán tener en cuenta en el diseño de la carretera tres tipos de distancias de visibilidad, conforme se describe a continuación:

- Distancia de visibilidad de parada (DP)
- Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da)
- Distancia de visibilidad de cruce (DC)

6.2.9 Velocidades específicas de los elementos que integran el trazado en planta y en perfil

A continuación, se describe la forma de obtención de las velocidades para las curvas y entretangencias, tanto en planta como en perfil. Para ello, es necesario analizar el diseño en planta y en perfil:

6.2.9.1 Diseño en planta

- Velocidad Específica a cada una de las curvas horizontales (VCH)

Las velocidades de las curvas horizontales dependen entre otras variables, de la longitud del segmento recto anterior a la curva, velocidad de diseño del tramo (VTR) y velocidad de específica de la curva horizontal anterior, conforme se presenta en los lineamientos del INVIAS 2008 (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Velocidad específica de una curva horizontal incluida en un tramo homogéneo con velocidad de diseño VTR (INVIAS 2008).

Velocidad Específica de la Curva horizontal anterior V_{CH} (km/h)	Velocidad de Diseño del Tramo (V_{TR}) ≤ 50 km/h					Velocidad de Diseño del Tramo (V_{TR}) > 50 km/h				
	Longitud del Segmento recto anterior (m)					Longitud del Segmento recto anterior (m)				
	$L \leq 70$	$70 < L \leq 250$		$250 < L \leq 400$	$L > 400$	$L \leq 150$	$150 < L \leq 400$		$400 < L \leq 600$	$L > 600$
		$\Delta < 45^\circ$	$\Delta \geq 45^\circ$				$\Delta < 45^\circ$	$\Delta \geq 45^\circ$		
V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
CASO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

- Velocidad específica a las entretangencias horizontales (VETH)

La Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH) debe ser igual a la mayor de las dos Velocidades Específicas de las curvas horizontales extremas.

6.2.9.2 Diseño en perfil

- Velocidad Específica a las curvas verticales (VCV)

Según el INVIAS 2008, la Velocidad Específica de la curva vertical (VCV) sea cóncava o convexa, es la máxima velocidad a la que puede ser recorrida en condiciones de seguridad. Con ella se debe elegir su longitud y verificar la Distancia de visibilidad de parada (VP). En este sentido, se pueden presentar los siguientes dos casos:

1. Si la curva vertical coincide con una curva horizontal que tiene una Velocidad Específica dada (VCH), la Velocidad Específica de la curva vertical (VCV) debe ser igual a la Velocidad Específica de la curva horizontal.

2. Si la curva vertical está localizada dentro de una entretangencia horizontal con una Velocidad Específica dada (VETH), la Velocidad Específica de la curva vertical (VCV) debe ser igual a la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal.

- Velocidad Específica a las tangentes verticales (VTV)

La Velocidad Específica de la tangente vertical (VTV) es igual a la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH).

6.2.10 Radio de curvatura mínimo ($RC_{\min}$)

El radio mínimo ($RC_{\min}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (VCH) de acuerdo con el peralte máximo ($e_{\max}$) y el coeficiente de fricción transversal máxima ($f_{T\max}$). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo con el criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio.

$$Rc_{\min} = \frac{V_{CH}^2}{127(e_{\max} + f_{T\max})}$$

En la Tabla 4 se indican los valores de Radio mínimo para diferentes Velocidades Específicas (VCH) según el peralte máximo ($e_{\max}$) y la fricción máxima ($f_{T\max}$) para las carreteras de segundo orden.

Tabla 4. Radios mínimos para peralte máximo $e_{\max} = 8\%$ y fricción máxima – INVIAS 2008.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{T\max}$	TOTAL $e_{\max} + f_{T\max}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

6.2.11 Transición del peralte

De acuerdo con la metodología propuesta en el manual de diseño geométrico de carreteras se determinó el valor del peralte para los radios superiores al mínimo. La transición de los diagramas de peralte se realizó con base a lo descrito en la Figura 10.

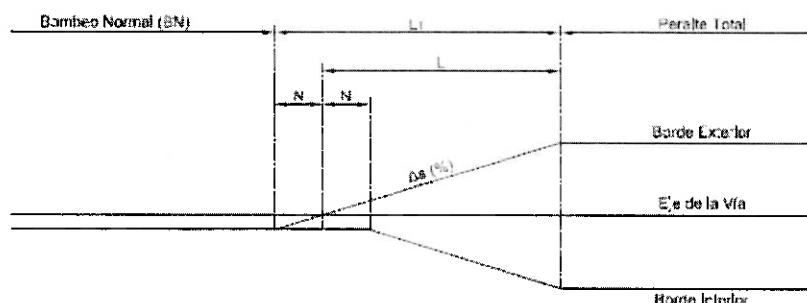


Figura 10. Desarrollo del peralte – INVIAS 2008

Mediante la longitud de transición se realizará el paso gradual del bombeo normal a peralte máximo, de acuerdo con lo descrito en la anterior Figura. Por lo tanto, se encuentra en función del ancho de carril, peraltes y pendiente de la rampa de peralte. Con base en lo anterior la longitud de transición se determinó mediante la siguiente expresión, recomendada igualmente en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS 2008. Donde, L es la longitud del peralte en metros, a_c es el ancho del carril en metros, e peralte máximo y Δs es la pendiente de la rampa de peraltes (Ver Tabla 5).

$$L = \frac{a_c \cdot e}{\Delta s}$$

Tabla 5. Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes – INVIAS 2008.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	



Para vías de tipo primarias y secundarias se establece como peralte máximo ocho por ciento (8%), el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores, especialmente a los vehículos con centro de gravedad muy alto y a los vehículos articulados (tracto – camión con remolque) los cuales pueden tener un potencial de volcamiento de su carga al circular por curvas con peraltes muy altos.

7. DISEÑO EN PERFIL

Para el diseño en perfil, se consideraron los siguientes criterios:

- Mantener un nivel de rasante adecuado de acuerdo con el corredor vial existente y las pendientes mínimas para el drenaje.
- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de Diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras.

Para lo anterior, fueron establecidos los siguientes parámetros de diseño.

7.1 PARÁMETROS DE DISEÑO EN PERFIL

Entre-tangentes verticales

7.1.1 Pendiente mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser 0.5% como pendiente mínima deseable y 0.3% para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable. En la selección de uno de los dos valores anteriores se debe tener en cuenta el criterio de frecuencia, intensidad de las lluvias y el espaciamiento de las obras de drenaje tales como alcantarillas y aliviaderos.

7.1.2 Pendiente máxima

La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos. En la literatura, las recomendaciones para la determinación de las pendientes máximas están definidas en función de la Velocidad de Diseño del Tramo homogéneo (VTR) y de la Velocidad Específica de la tangente vertical (VTV), respectivamente. Sin embargo, en los tramos de intervención, las pendientes de los tramos se definieron según el nivel de rasante existente, a fin de no generar desnivel entre la rasante y los predios existentes.

7.1.3 Longitud mínima

Según el INVIAS 2008, la longitud mínima de las tangentes verticales con Velocidad Específica menor o igual a cuarenta kilómetros por hora ($VTV \leq 40$ km/h) será equivalente a la distancia recorrida en siete segundos (7 s) a dicha velocidad, medida como proyección horizontal, de PIV a PIV.

Las tangentes verticales con Velocidad Específica mayor a cuarenta kilómetros por hora ($VTV > 40$ km/h) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a dicha

velocidad, longitud que debe ser medida como proyección horizontal entre PIV y PIV. En la Tabla 6 se presentan los valores para diferentes Velocidades Específicas de la tangente vertical (VTV).

Tabla 6. Longitud mínima de la tangente vertical.

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Curvas verticales

7.1.4 Curvas convexas

Para determinar las longitudes de las curvas verticales convexas, se analizaron las longitudes mínimas establecidas a partir de los criterios de seguridad, operación y criterio de drenaje.

Longitud mínima (L_{min}) de la curva vertical convexa según el criterio de seguridad

De acuerdo con el criterio de seguridad, la longitud mínima se obtiene mediante la aplicación de la Distancia de Visibilidad de Parada (DP). Se presentan dos relaciones entre la distancia de visibilidad (DP) y la Longitud de la curva (L). La ecuación que se indica a continuación presenta la longitud de la curva para cada relación, teniendo en cuenta la altura del ojo de conductor sobre la calzada (h_1), que es igual a un metro con ocho centímetros (1.08 m), y la altura del obstáculo (h_2), que es igual a sesenta centímetros (0.60 m).

$$L_{min} = \frac{A \cdot Dp^2}{658}$$

El control de la distancia de visibilidad de parada (DP) también se puede hacer mediante el parámetro K, el cual es igual a la relación L/A (distancia horizontal, en metros necesaria para tener un cambio de pendiente de uno por ciento (1%) a lo largo de la curva). Lo anterior se traduce en:

$$K_{min} = \frac{L}{A}$$

Los valores de K_{min} para curvas convexas se presentan en la Tabla 7 para diferentes Velocidades Específicas de las curvas verticales (VCV) de acuerdo con la expresión anterior. Por lo tanto, para obtener la longitud mínima de la curva se emplea la expresión. Donde A es la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

$$L = K_{min} \cdot A$$

Longitud mínima (L_{min}) de la curva vertical convexa según el criterio de operación

La aplicación de este criterio evita el cambio súbito de pendiente y permite que el perfil de la vía en la curva vertical tenga una adecuada estética y apariencia. La longitud mínima de la curva vertical para cumplir con este criterio está en función de la Velocidad Específica (VCV) y es dada por la siguiente expresión. Donde Vcv corresponde a la velocidad específica de la curva vertical en Km/h.

$$L_{min} = 0.6 \cdot V_{cv}$$

Longitud máxima de la curva vertical convexa según el criterio de drenaje

En el punto más alto de la cresta de una curva vertical convexa con pendiente S1 y S2 de diferente signo se tiene un corto tramo a nivel (pendiente = 0%), que dificulta el drenaje longitudinal, para lo cual la AASHTO – 2004 considera que un valor de A igual a cero punto seis por ciento (0.6%) en un tramo de la curva igual a treinta metros (30 m), provee el adecuado drenaje en el sector más plano de la curva. Para garantizar el drenaje adecuado en la cresta de la curva vertical convexa se debe diseñar la curva con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

$$K_{max} = \frac{30}{0.6} = 50$$

7.1.5 Curvas cóncavas

Para determinar las longitudes de las curvas verticales cóncavas, se analizaron las longitudes mínimas establecidas a partir de los criterios de seguridad, operación y criterio de drenaje.

Longitud mínima Según el Criterio de Seguridad

En las curvas cóncavas, el análisis de visibilidad considera las restricciones que se presentan en la noche y estima la longitud del sector de carretera iluminado hacia adelante, como la distancia de visibilidad. Dicha distancia depende de la altura de las luces delanteras del vehículo (H), para la cual se asume un valor de sesenta centímetros (0.60 m) y un ángulo de divergencia del rayo de luz hacia arriba respecto al eje longitudinal del vehículo de un grado (1°). En la Figura 11 se presenta esquemáticamente el caso para la obtención de la longitud mínima según el criterio de seguridad.

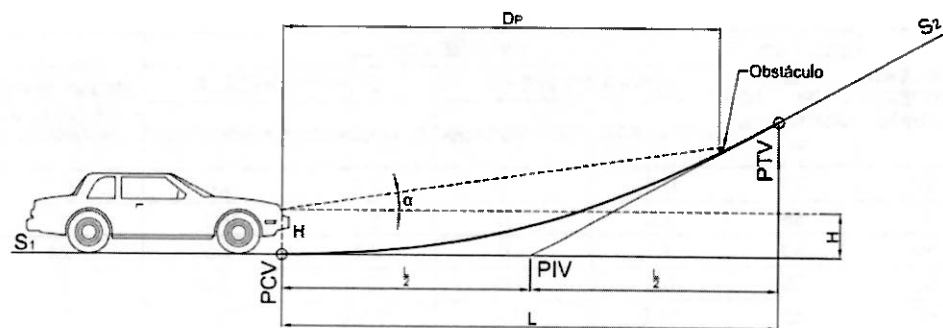


Figura 11. Esquema para la obtención de la longitud mínima según el criterio de seguridad – INVIAS 2008.

La siguiente expresión permite determinar la longitud mínima de la curva cóncava por el criterio de seguridad (L_{min}). Dónde el parámetro K depende de D_p , la cual corresponde a la distancia de visibilidad de parada en metros (Ver Tabla 7) y A es la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

$$L = K_{min} \cdot A$$

$$K_{min} = \frac{D_p^2}{120 + 3.5 D_p}$$

Longitud mínima de la curva vertical cóncava según el criterio de operación

Se aplica el mismo criterio de las curvas convexas y por lo tanto la longitud mínima de la curva cóncava se expresa por:

$$L_{min} = 0.6 \cdot V_{cv}$$

Longitud máxima de la curva vertical cóncava según el criterio de drenaje

Es necesario controlar la longitud máxima de la curva vertical cóncava para evitar el empozamiento de las aguas superficiales en la batea o punto más bajo de la curva. De acuerdo con este criterio, se debe diseñar la curva vertical cóncava con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

Tabla 7. Valores de K_{min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según el criterio de

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{cv} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 ⁽¹⁾
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 ⁽¹⁾
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

⁽¹⁾ La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

8. DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN

El diseño de la señalización vertical y demarcación horizontal se realizó según los lineamientos del Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transportes de Colombia del año 2015, con el objetivo de garantizar la seguridad y confort de los usuarios en el corredor vial. En el presente capítulo se presentan los principales aspectos relacionados con la señalización reglamentaria, preventiva, informativa, de servicios generales, turísticas, dinámicas, entre otras. Así como también lo referente a las señales horizontales o demarcación vial.

El diseño de la señalización expuesto satisface los requisitos mínimos para el cumplimiento integral de su objetivo. En este sentido, la señalización expuesta en el presente proyecto debe ser necesaria, debe generar visibilidad y llamar la atención a los usuarios. Adicionalmente, la señalización debe ser legible, fácil de entender, debe generar tiempo suficiente al actor del tránsito para responder adecuadamente. Finalmente, la señalización debe difundir respeto y credibilidad.

8.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

En el presente proyecto se tuvieron en cuenta señales reglamentarias, preventivas, informativas y transitorias. Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios las prioridades en el uso de estas, así como prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Las señales preventivas advierten a los usuarios los riesgos o situaciones imprevistas en la vía o en la zona adyacente, de forma permanente o temporal. Las señales informativas tienen como propósito presentar la información necesaria para que los usuarios de la vía puedan llegar a sus destinos de forma segura, simple y directa. Finalmente, las señales transitorias modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía, por medio de señales estáticas o dinámicas, que proporcionan mensajes reglamentarios, preventivos o informativos.

En referencia a la forma y color de las señales, las señales reglamentarias son de forma circular y solo se acepta inscribir la señal misma en un rectángulo cuando lleva una leyenda adicional. Sus colores son blanco, rojo y negro. Las señales preventivas tienen forma de un rombo y su símbolo y leyenda son de color negro. Finalmente, las señales informativas son rectangulares o cuadradas de color de fondo azul o verde y de color marrón cuando se trata de señales turísticas.

Con respecto al tamaño de las señales y con el objetivo de garantizar su adecuada visibilidad, las señales se deben diseñar para una velocidad de operación menor a 30 km/hora para los tramos de intervención. Adicionalmente se debe generar una visibilidad y retroflexión en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática. Para tal fin, se deben construir con materiales apropiados.

Para la ubicación de cada señal, se consideraron los siguientes aspectos:

- Distancia entre la señal y la situación a la cual ella se refiere o ubicación longitudinal.
- Distancia entre la señal y la calzada o ubicación lateral.
- Altura de la señal.
- Orientación del tablero.

En referencia a la ubicación longitudinal, cada señal debe garantizar al conductor la velocidad máxima permitida en la vía, a fin de leer y comprender su mensaje con el tiempo suficiente para generar la reacción y ejecutar la maniobra adecuada. En referencia a la ubicación lateral, a fin de generar que las señales puedan ser percibidas por los conductores, las señales deben ser ubicadas en un cono de atención dentro de 10° respecto al eje visual. Para el caso del corredor vial, se recomienda una altura mínima desde el nivel de rasante hasta la mitad de la señal de 1.8 m a una distancia horizontal entre 1.8 a 2.2 metros. El sistema de soporte de la señal y el tipo de materiales para los tableros deben seguir los lineamientos de los ítems 2.1.5 y 2.1.6 del manual de señalización vial.

De acuerdo con el manual de señalización vial del Ministerio de Transportes, en las siguientes Figuras se presentan esquemáticamente las señales reglamentarias, preventivas e informativas. Por otro lado, los detalles referentes a tamaño de letra, dimensiones internas y externas, deben ser las estipuladas en el Manual de señalización vial vigente.



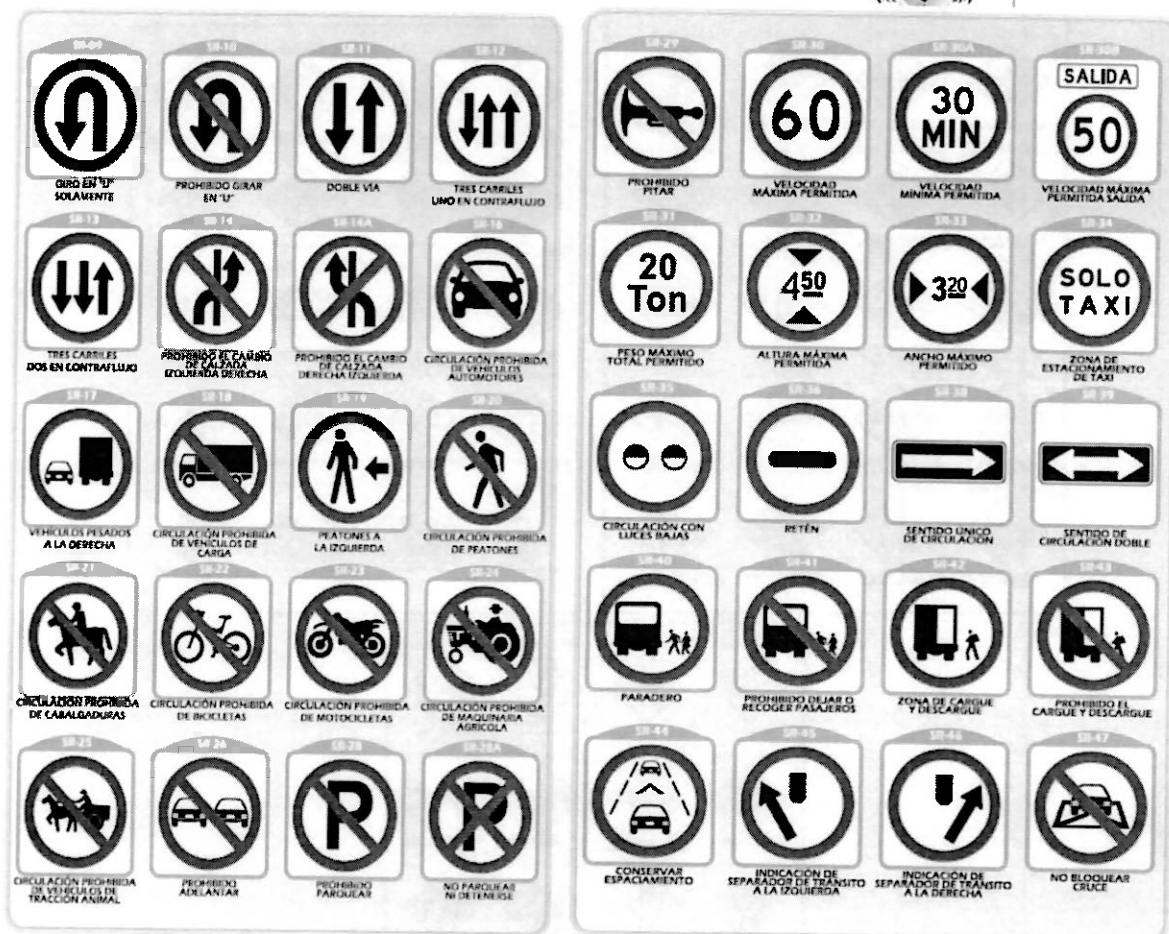
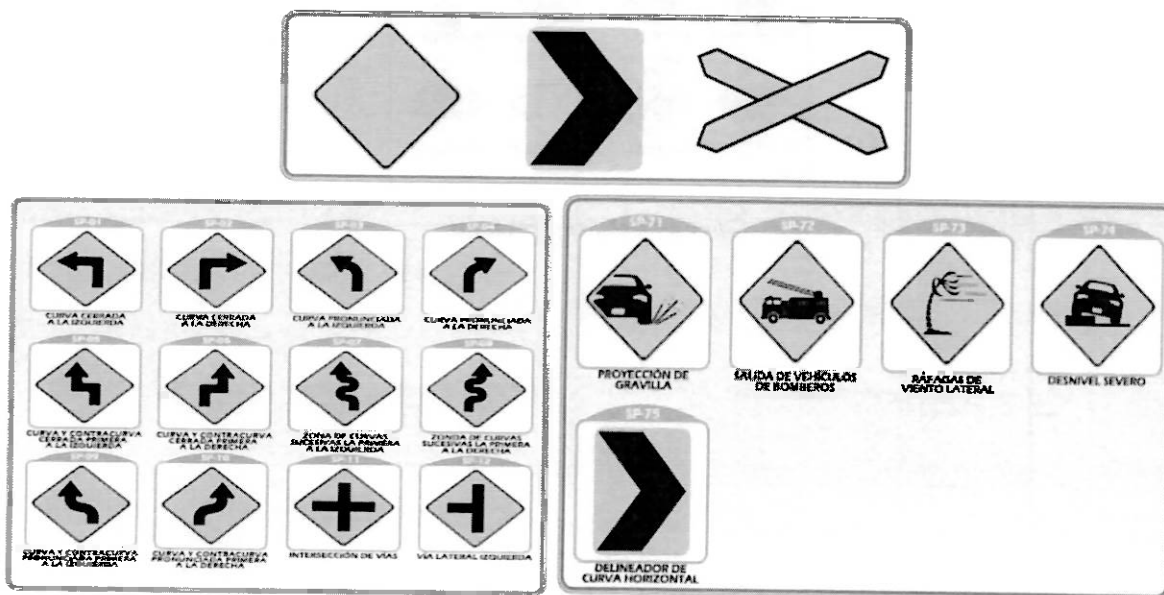


Figura 12. Señales reglamentarias – Fuente: Manual de Señalización 2015



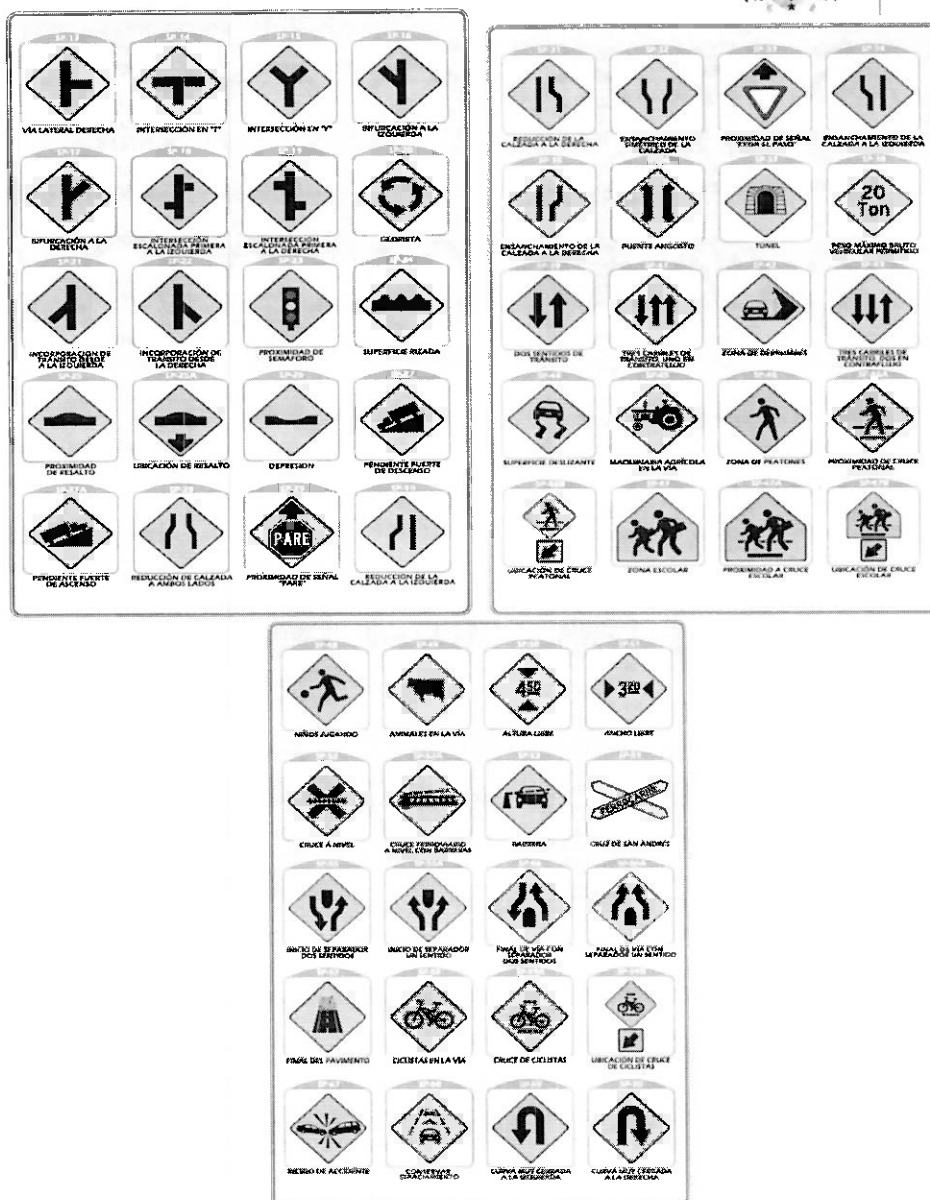


Figura 13. Señales preventivas.



Figura 14. Señales Informativas.

8.2 DEMARCACIÓN VIAL

Según el manual de señalización del Ministerio de Transporte, la señalización horizontal corresponde a la colocación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre la superficie del pavimento u otros elementos (bordillos, sardineles, entre otros), con el objetivo de regular y canalizar el tránsito de los usuarios. Lo anterior, también es conocido como demarcaciones viales. Es importante resaltar que el presente documento se presentan los lineamientos para la adecuada operación de los tramos viales. Sin embargo, lo anterior depende del adecuado mantenimiento de la demarcación vial.

La clasificación de la demarcación vial se produce en función de su forma y altura. En este sentido, en el manual de Señalización Vial se definen:

Líneas longitudinales: Se emplean para delimitar carriles y calzadas a fin de indicar las zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril. Así como también las zonas con prohibición de estacionar y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos. En este sentido, se consideran las líneas centrales que separan flujos opuestos, líneas que separan carriles y líneas de borde de pavimento.

Líneas transversales: Se emplean para delimitar intersecciones para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.

Demarcaciones para cruce: Se emplean en las intersecciones de vías o cruces que requieren de una señalización vertical y/o semaforización que establezca la prioridad entre ellos.

Demarcaciones de líneas de estacionamiento.

Demarcación de paraderos.

Símbolos y leyendas: se emplean tanto para guiar y advertir al usuario de las vías como para regular la circulación de vehículos y peatones. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, símbolos, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE y DESPACIO, SOLO BUS, entre otras.

Otras demarcaciones: existen otras demarcaciones que no es posible clasificar dentro de las anteriores, ya que ninguno de sus componentes (longitudinales, transversales o simbólicos) predomina por sobre los otros.

Según su altura, las señales horizontales pueden ser planas, cuando la altura es inferior a 6 mm de altura y elevadas cuando su altura oscila entre 6 a 21 mm para las tachas y 150 mm para los otros delineadores de piso. En referencia a los materiales, dimensiones, apariencia, color, retrorreflexión, contraste y resistencia al deslizamiento de las señales planas, se debe seguir los lineamientos del Manual de Señalización. Por otro lado, en referencia a los elementos de demarcación elevada tales como tachas, delineadores de piso y resaltadas, en cuanto a materiales, formas, tamaños y color, se debe regir lo especificado en el Manual de Señalización.

8.2.1 Demarcaciones planas

Existe una gran variedad de materiales para demarcar, con distintas características, durabilidad y métodos de instalación; corresponde a las entidades responsables de las vías seleccionar y especificar los que mejor satisfagan sus necesidades. En esta decisión debe considerarse las características nocivas que para la salud de las personas y el medio ambiente presentan algunos productos, así como el tipo de pavimento y el flujo vehicular, entre otros factores. Los materiales son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas, entre otros.

Las demarcaciones planas deben ser blancas, amarillas, azules o rojas. Para lograr una visibilidad y nitidez óptima, las demarcaciones nunca deben ser colocadas encima de una junta longitudinal de pavimentos.

8.2.2 Líneas longitudinales

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril; zonas con prohibición de estacionar; y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, carriles exclusivos de bicicletas, motocicletas o buses.

Atendiendo al elemento de la vía que identifican, las líneas longitudinales se clasifican en:

- Líneas “centrales” que separan flujos opuestos
- Líneas que separan carriles
- Líneas de borde de pavimento

El color blanco se usa para indicar a los conductores:

- La separación de flujos que van en la misma dirección
- El costado derecho del pavimento en la dirección de flujo en vías de doble sentido de circulación
- El costado derecho e izquierdo del pavimento en la dirección del flujo en vías en un mismo sentido de circulación

El color amarillo se usa para indicar a los conductores:

- La separación entre flujos que van en sentido opuesto en vías de una sola calzada de dos sentidos. El costado izquierdo en la dirección de flujo de calzadas con un sentido de circulación en vías de dos o más calzadas con separador y rampas de enlaces.

El color azul se usa para:

- Demarcar las líneas de borde de pavimento en las aproximaciones y frente a hospitales, clínicas y centros de atención médica.

El color rojo se usa para indicar a los conductores:

- El acceso a una rampa de emergencia.
- Carriles a los cuales no debe ingresarse desde la dirección en la cual son visibles.
- En sardineles para indicar una prohibición de estacionamiento.

8.2.2.1 Significado de la forma y ancho de las líneas longitudinales:

- Una línea doble indica el máximo nivel de restricción o restricciones especiales

- Una línea continua significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella, y cuando la marca separe los dos sentidos de circulación, significa que no se debe circular por la izquierda de ella.
- Una línea segmentada indica que está permitido su traspaso.
- Una línea punteada advierte de una transición entre diferentes clases de líneas.
- Línea normal: 12 a 15 cm de ancho y en ciclovías de 10 cm.
- Línea ancha: tendrá un ancho por lo menos del doble de una línea normal.
- Línea doble: son dos líneas paralelas claramente separadas.
- Línea segmentada: es una línea normal separada por brechas.
- Línea punteada: son segmentos claramente más cortos que los de una línea segmentada, separados por brechas también más cortas que las de la línea segmentada.

8.2.2.2 Líneas centrales que separan flujos opuestos

Estas líneas se conocen como líneas centrales porque se encuentran entre dos flujos; sin embargo, no necesariamente están en el eje central de una calzada, por ejemplo, en el caso en el que el número de carriles no sea igual por sentido.

Son de color amarillo cuando separan dos sentidos de tránsito y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos.

El ancho de estas demarcaciones varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía, como se detalla más adelante para cada tipo de línea.

Dada la importancia de estas líneas en la seguridad del tránsito, ellas deben encontrarse siempre presentes en toda vía bidireccional con ancho de calzada de 5,5 m o más. En calzadas con anchos inferiores a 7,3 m se debe marcar el eje central con una sola línea continua amarilla para vías rurales y ancho inferior a 6,5 m para vías urbanas. Las líneas de eje central pueden ser: segmentadas, continuas dobles o mixtas.

8.2.2.3 Líneas de borde de pavimento

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, dónde se encuentra el borde exterior del pavimento, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste y así tener menor probabilidad de invadir un carril en contraflujo. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas demarcaciones son a veces la única orientación con que aquél cuenta, por lo que son imprescindibles en vías rurales.

Estas líneas separan la berma de los carriles de circulación, indicando el borde exterior del pavimento. Normalmente son colocadas en el pavimento aproximadamente a 5 cm de la berma o el sardinel.

En todas las vías urbanas que no cuenten con sardineles y en las vías arteriales o de jerarquía superior, se deben delimitar los bordes exteriores del pavimento. En vías locales, la marcación de la línea de borde del pavimento se limita a las que no disponen de bordes de sardinel. En los túneles y puentes se deben marcar siempre las líneas de borde de pavimento. También se debe utilizar esta demarcación en áreas urbanas cuando las características geométricas de la vía generan condiciones de riesgo, como curvas cerradas, variaciones de ancho de calzada o cuando no existe iluminación apropiada.

En vías rurales con ancho de calzada menor a 5.5 m, donde resulta difícil conducir un vehículo sin invadir continuamente el carril de sentido de circulación contrario, se deben demarcar solamente los bordes exteriores del pavimento.

También, excepcionalmente, pueden demarcarse líneas de borde de pavimento de color azul en las aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica. Éstas se pintan en las vías que conducen a tales sitios, desde una distancia aproximada de 500 m. En los casos en que se prefiera mantener estas líneas con color blanco, se deben instalar tachas retrorreflectivas bidireccionales de color azul, separadas entre sí 3 m.

Cuando las líneas continuas de borde de pavimento se refuerzan con demarcaciones elevadas, éstas deben colocarse al exterior de la línea de demarcación plana. El espacio entre estas demarcaciones elevadas debe ser la mitad del largo del patrón de la demarcación segmentada y así no confundir estas con una línea segmentada. Es decir, si el patrón de la línea segmentada es de 12 metros, se debe colocar una demarcación elevada cada 6 metros.

8.2.3 Flechas

Las flechas son marcas en el pavimento con forma de saeta que indican el sentido o los sentidos de circulación del tránsito permitidos en el carril o calzada donde estén ubicadas; se utilizan como señal de reglamentación para el conductor. Se deben emplear siempre que las maniobras permitidas no sean claras. Las configuraciones y dimensiones de las flechas para aplicación en vías se muestran en la Figura 15.

En intersecciones urbanas locales con al menos una vía arterial, rural o de jerarquía superior, se deben demarcar todas las flechas de giros permitidos sobre cada uno de los carriles de acceso. El

uso de flechas confirmativas de sentido en las salidas de la intersección queda limitado a sitios donde se demuestre su utilidad, como es el caso de salidas de glorietas, intersecciones con más de cuatro accesos y/o salidas. Las flechas se ubican normalmente a dos (2) metros de la línea de detención.

En intersecciones urbanas locales se deben demarcar las flechas de giros permitidos en el caso de intersecciones semaforizadas o intersecciones en "T" de más de un carril de llegada por la vía que termina en el cruce.

En vías rurales, las flechas en los accesos y salidas de intersecciones a nivel o a desnivel, y en pasos urbanos, en accesos y salidas de importancia, se deben ubicar a veinte (20) metros del punto de intersección del eje de la vía y la proyección del eje de la salida que se pretende informar.

VÍAS CON VELOCIDADES DE OPERACION MENOR O IGUAL A 60 Km / h

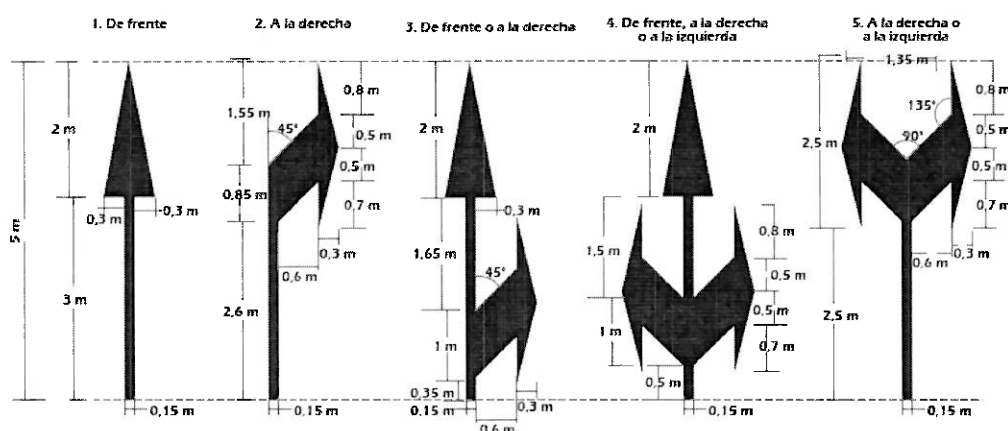


Figura 15. Dimensiones para Demarcación con Flechas

Según las maniobras asociadas a ellas, las flechas se clasifican en:

- Flecha de frente
- Flecha de giro
- Flecha de frente y de giro
- Flecha de frente y de salida
- Flecha de incorporación
- Flecha de incorporación a carriles de tránsito exclusivo

8.2.3.1 Flecha de frente

Esta flecha indica que el carril donde se ubica está destinado al tránsito que continúa en línea recta.

En general se utiliza en aproximaciones a intersecciones, empalmes o enlaces.

8.2.3.2 Flecha de giro

Esta flecha indica que el carril donde se ubica está destinado al tránsito que gira en la dirección y sentido señalado por la flecha. En general se utiliza en las proximidades de intersecciones y empalmes para señalar a los conductores los carriles donde solo es posible girar. Puede ser reforzada con la leyenda “SOLO” como se muestra en la Figura 16.

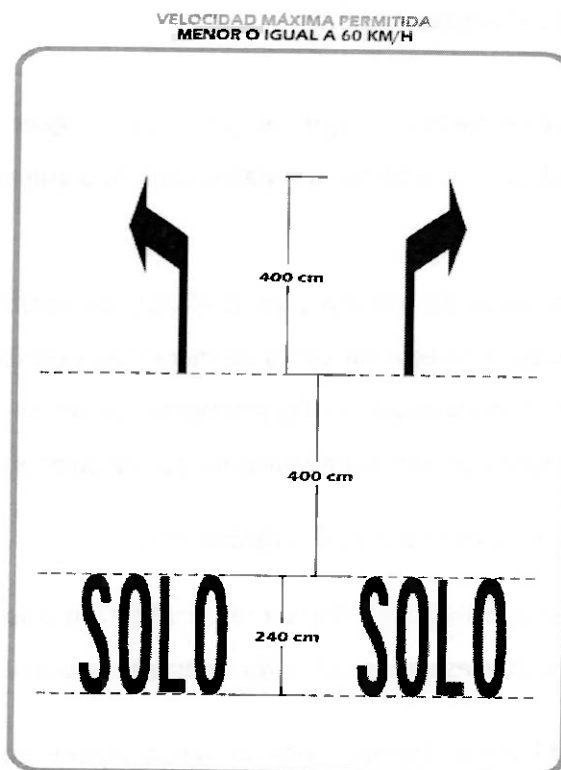


Figura 16. Flecha de Incorporación a Carriles de Tránsito Exclusivo

8.2.3.3 Flecha de frente y de giro

Esta señal indica que el carril donde se ubica está destinado tanto al tránsito que continúa en línea recta como al que vira en la dirección y sentido indicado por la flecha de giro. Se utiliza en las proximidades de intersecciones, empalmes y enlaces para advertir a los conductores las maniobras permitidas en los carriles laterales.

8.2.3.4 Flecha de frente y de salida

Esta flecha se utiliza en autopistas, carreteras y vías rurales para indicar dónde se puede iniciar la maniobra de salida utilizando un carril de salida o desaceleración. Se ubica en el centro del carril contiguo a los mencionados. Esta flecha advierte que los vehículos deben abandonar el carril por el que circulan e incorporarse al que apunta la flecha. Se debe utilizar en carriles de aceleración y otros

que similarmente desaparecen. Dado el peligro que advierten, al aplicarla se debe reiterar a lo menos dos veces.

8.2.3.5 Flecha de Incorporación a Carriles de Tránsito Exclusivo

Esta flecha indica a conductores de vehículos excluidos de circular por carriles de uso exclusivo, los lugares donde pueden incorporarse a éstos para realizar una maniobra como girar a la derecha.

8.2.4 Demarcaciones elevadas – tachas

Conocidos normalmente como tachas u “ojos de gato”, por lo general estos dispositivos son plásticos, cerámicos o metálicos, entre otros materiales. Cada cara que enfrenta el tráfico debe ser retrorreflectante.

Las tachas pueden ser fabricadas de plástico duro o blando, de cerámica, de metal o de otros materiales similares y se pueden categorizar como permanentes y temporales. Las tachas pueden ser retrorreflectivas en uno o dos sentidos y adicionalmente pueden ser iluminadas internamente con luz continua. Algunas tachas son retrorreflectivas desde cualquier dirección. De ser iluminadas internamente, deben ser con luz continua, nunca destellante.

Cuando se usen en vías unidireccionales pueden ser retrorreflectivas o iluminadas solo en el sentido del tránsito y en vías bidireccionales deben ser retrorreflectivas o iluminadas en ambos sentidos.

Las tachas pueden tener diferentes formas, pero no deben superar una altura de 20,3 mm y el ángulo entre la base y las caras enfrentadas al tránsito, no debe ser mayor de 45°. En todo caso, sus elementos retrorreflectivos deben ser de 100 ± 7 mm de ancho. En el caso de las demarcaciones elevadas, se produce además un efecto vibratorio y sonoro cuando son pisadas por un vehículo, alertando al conductor que está atravesando una línea demarcada, lo que contribuye a una mayor seguridad.

8.2.4.1 Dimensiones de las tachas

La dimensión de su base perpendicular al eje de tránsito, debe ser menor o igual a 130 mm (Figura 17). Tratándose de demarcaciones elevadas y muy elevadas, la superficie retrorreflectante debe tener un área mínima de 600 mm², cumpliendo con los coeficientes de intensidad luminosa establecidos en la NTC 4745 de 2002 o su actualización adoptada por el Ministerio de Transporte.

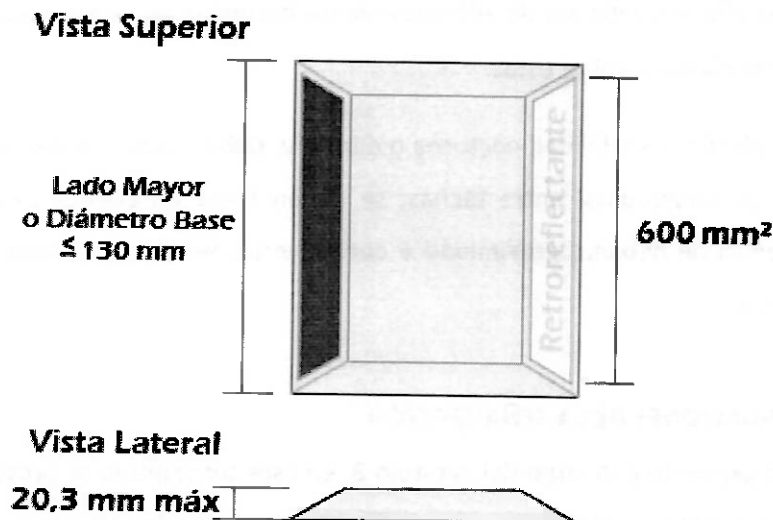


Figura 17. Dimensiones de Tachas.

8.2.4.2 Color de las tachas

El color del fondo de la tacha debe ser similar a la demarcación plana que están complementando con la excepción de las tachas azules, que son usadas para las aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica, en donde son ubicadas sobre las líneas de borde de pavimento.

Los elementos retrorreflectivos de las tachas deben ser blancas para complementar una demarcación plana blanca, amarillas para complementar una demarcación amarilla, azules para aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica y rojas para indicar al conductor que va en contra del sentido del tránsito o el acceso a una rampa de emergencia.

8.2.4.3 Ubicación de las tachas

Las tachas se deben instalar al lado derecho a 0,05 m de las demarcaciones planas de borde que complementan y en línea a mitad de brecha en el caso de demarcaciones planas segmentadas que complementan. En situaciones urbanas que no tengan berma pavimentada, se pueden instalar al lado izquierdo de la línea de borde. El espaciamiento entre las tachas de cualquier vía es función del patrón utilizado para la línea central segmentada en la vía, y según la vía este patrón puede variar entre 8 m y 12 m. En vías rurales es normalmente 12 m y en vías urbanas es de 8 m. En los lugares donde existan

dos demarcaciones planas continuas de adelantamiento prohibido se deben ubicar en dos líneas, adentro de las líneas planas o sobre estas.

Cuando una tacha pierda su visibilidad nocturna o diurna se debe instalar un elemento nuevo. Para definir la separación longitudinal entre tachas, se deben tener en cuenta condiciones de alta pluviosidad, presencia de neblina, proximidad a curvas verticales y horizontales con velocidades máximas de 60 km/h.

8.3 RECOMENDACIONES DE LA SEÑALIZACIÓN

De acuerdo con lo expuesto a lo largo del capítulo 8, en este subcapítulo se presenta un resumen de lo planteado en cuanto a señalización (vertical y horizontal) de los 19 tramos de intervención analizados en este informe (Tabla 1):

- Instalación de 19 señales verticales preventivas, reglamentarias o informativas (SP, SR o SI), una por tramo.
- Instalación de tachas reflectivas espaciadas cada 8 metros y ubicadas en los bordes y en el eje de la vía. La Tabla 8 resume la cantidad de estos elementos por tramo:

Tabla 8. Cálculo de tachas reflectivas por tramo

ELEMENTO	LONGITUD TRAMO (m)	# PUNTOS	N° ELEMENTOS/ TRAMOS	TOTAL
TRAMO 1	1353,01	3,00	171,00	513,00
TRAMO 2	353,76	3,00	46,00	138,00
TRAMO 3	83,11	3,00	12,00	36,00
TRAMO 4	2188,7	3,00	275,00	825,00

- Instalación de líneas longitudinales en los bordes en el eje de cada tramo. Lo anterior de acuerdo con lo expuesto en el capítulo 8.2.2 del presente documento.
- Todos los trabajos de señalización deben ser siguiendo los lineamientos vigentes de las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente documento se desarrolló el diseño geométrico y el plan de señalización de los cuatro (4) tramos en estructura flexible pertenecientes al proyecto REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA”, donde se concluye:

- El presente diseño geométrico fue elaborado a partir de las consideraciones técnicas del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS 2008, toda vez que las entidades del orden territorial de los municipios de Iquira y Yaguará, no disponen de un manual particular para el diseño de vías rurales.
- Los planos topográficos, diseño geométrico, localización, secciones transversales, detalles, entre otros, se encuentran adjuntos en este proyecto.
- Para la velocidad de diseño de los tramos de rehabilitación del corredor vial, se siguieron algunas recomendaciones del INVIAS 2008, los tramos viales del proyecto corresponden a vía de tercer orden, las cuales presentan un terreno que puede ser clasificado como plano y/o ondulado. Dado que los cuatro (4) tramos pertenecen a la misma vía rural, se adoptó una velocidad de diseño en todos los tramos (V_{tr}) correspondiente a 30 km/h.
- Para la definición del ancho de sección de diseño, se tuvo en cuenta tanto la disponibilidad del ancho de vía existente en cada tramo como los mínimos establecidos en el citado Manual de diseño geométrico. Como se observa en los planos de diseño en planta, se generó el menor número de afectaciones posibles a las viviendas, el espacio público existente y se dio continuidad con el ancho de diseño de los tramos existentes.
- Con el fin de mantener las condiciones actuales del nivel de rasante, se mantuvo el diseño en planta y perfil de la vía existente. Lo anterior implicó el no cumplimiento de algunos parámetros del diseño geométrico, tales como las entre tangencias verticales, transiciones de peraltes, entre otras. Así mismo, fueron utilizadas curvas circulares en el diseño en planta, con el fin de mantener las mismas características del corredor vial existente.
- Se definieron señales verticales y horizontales para cada uno de los tramos de diseño, esta información es consignada en el capítulo 8.
- Al presente informe, se anexan las carteras de diseño geométrico de la vía, elaboradas por el software Civil Cad 3D.

- A continuación, se presenta el movimiento de tierras obtenido con el diseño geométrico propuesto, estos datos pueden ser consultados en los respectivos planos de diseño:

Tabla 9. Movimiento de tierras.

Tramo	Volumen de corte (m3)	Volumen de terraplén (m3)
1	3324,40	100,45
2	1273,92	9,92
3	281,25	1,06
4	7309,48	71,44

Elaborado por:

Ing. PAULO CESAR ARRIETA RAMÍREZ
APOYO TÉCNICO SECRETARÍA DE VÍAS E INFRAESTRUCTURA
GOBERNACIÓN DEL HUILA

10. BIBLIOGRAFIA

AASHTO. (2004). *Geometric Design of Highways and Streets*. Washington D.C., USA: AASHTO.

INVIAS. (2008). *Manual de Diseño geométrico de Carreteras*. Bogotá, Colombia: INVIAS.

MINTRANSPORTE. (2015). *Manual de Señalización Vial*. Bogotá, Colombia: MINTRANSPORTE.

**REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA –
CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN Y
VIA CODIGO 43HL04 DENOMINADA RAMAL A
YAGUARA RED VIAL DE SEGUNDO ORDEN DEL
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

CONTIENE:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**SECRETARIA DE VIAS E INFRAESTRUCTURA
GOBERNACION DEL HUILA
2024**

INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan las especificaciones técnicas del proyecto **“REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA CODIGO 43HL07 DENOMINADA CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA RED VIAL DE TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA”**. El proyecto en mención se compone por cuatro (4) tramos de diferentes longitudes ubicados sobre la vía **CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA** con una longitud total a intervenir de **3978,58 m**, iniciando a la salida del municipio de Iquira y en dirección hacia el municipio de Yaguará - Huila.

Características del proyecto:

- Construcción de pavimento flexible, que incluye procesos de excavación y relleno para nivelación de la rasante del proyecto y colocación de la estructura de pavimento.
- Se prevé la construcción de cunetas, filtros y alcantarillas y mantenimiento de las existentes.

OBJETIVO GENERAL

El presente documento tiene por objeto determinar las especificaciones, sistemas de cuantificación y pagos a los que se debe sujetar el constructor, el interventor y en general todas aquellas personas que tengan injerencia directa en la construcción y en el control del proyecto a desarrollar, de tal forma que se unifiquen los criterios de los procesos constructivos y se garantice la óptima calidad de los resultados.

LOCALIZACIÓN

El proyecto se encuentra localizado sobre los municipios de Iquira y Yaguará (Figura 1), más exactamente sobre el corredor vial de tercer orden código 43HL07 a cargo de la Gobernación del Huila, denominado **CRUCE IQUIRA – CRUCE YAGUARA** (según resolución 04611 del 25 de septiembre de 2019 Por la cual se expide la categorización de las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras o Red Vial Nacional correspondientes al Departamento del Huila.



Figura 1. Tramo a rehabilitar - vía Iquira - Yaguará

La Figura 2 corresponde a la localización del departamento del Huila en el contexto nacional y la localización de los municipios de Iquira y Yaguará dentro del departamento del Huila, en estos municipios se encuentran localizados los tramos a intervenir en el presente proyecto.

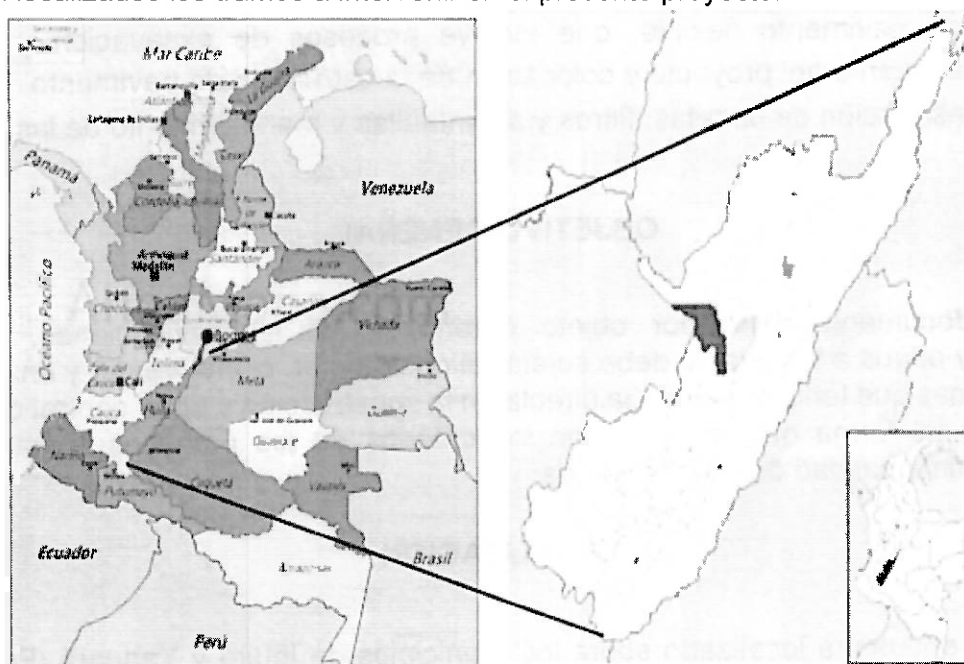


Figura 2. Geografía del municipios de Iquira y Yaguará.

El corredor de vía a intervenir tiene una longitud de 18,0 km que es la distancia que separa a los municipios de Iquira y Yaguará, de los cuales la gran mayoría se encuentra en mal estado.

La rehabilitación de la vía inicia con el Tramo 1 (coord. Inicio: X=4708636.219 Y=1852085.199 Cord. Fin: X=4709718.895 Y=1852340.427) localizado geográficamente en el municipio de Iquira, el tramo 2 (coord. Inicio: 4712526.754 Y=1850454.372 Cord. Fin: 4712641.979 Y=1850754.041) localizado geográficamente en el municipio de Yaguará, el tramo 3 (coord. Inicio: X:4712664.842 Y=1850936.472 Cord. Fin: X:4712656.705 Y=1851018.506) y finaliza en el tramo 4 (coord. Inicio: X=4716651.477 Y=1850730.343 Cord. Fin: X=4718226.135 Y=1851099.079) localizado geográficamente en el municipio de Yaguará. Esta intervención contará con un total de 3978,58 metros lineales. Esta información se encuentra detallada en la Tabla 1.



Tramo	Longitud (m)	Coordenadas	
		Inicial	Final
Tramo 1	1353,01	X=4708636.219 Y=1852085.199	X=4709718.895 Y=1852340.427
Tramo 2	353,76	X=4712526.754 Y=1850454.372	X=4712641.979 Y=1850754.041
Tramo 3	83,11	X=4712664.842 Y=1850936.472	X=4712656.705 Y=1851018.506
Tramo 4	2188,70	X=4716651.477 Y=1850730.343	X=4718226.135 Y=1851099.079
TOTAL	3978,58 m		

Tabla 1. Tramos a rehabilitar

ESPECIFICACIONES GENERALES

PLANOS, ESPECIFICACIONES Y MATERIALES

Los planos, las especificaciones y los anexos que se entregan se complementan entre sí y tienen por objeto explicar las condiciones y características constructivas relacionadas con el empleo de los materiales, en la forma que figura en los planos. Cualquier detalle que se haya omitido en planos, especificaciones, anexos o en todos estos, y que deba formar parte de la construcción, no exime al contratista de su ejecución, ni podrá tomarse como base para reclamaciones posteriores.

Hacen parte integral de este documento los planos que se referencian en el listado de planos del proyecto.

El contratista se ceñirá en un todo de acuerdo con los planos, cualquier detalle que se muestre en estos y que no figure en las especificaciones o que se encuentre en estas, pero no aparezca en los planos tendrá tanta validez como si se presentara en ambos documentos. Prevalecen en todo momento las especificaciones indicadas en los planos y las relacionadas en el presente documento, a menos que los estudios técnicos indiquen condiciones especiales, si existe incongruencias se deberá consultar a la Interventoría.

En el caso de presentarse inconsistencias entre las especificaciones relacionadas en el presente documento y las indicadas en los planos o estudios técnicos e ítems del presupuesto, tendrá prioridad lo indicado en los planos de diseño y en los planos estructurales.

El constructor deberá revisar de manera paralela las especificaciones contenidas en este documento como las contenidas en los planos, las dos son válidas para definir y especificar el proyecto.

Donde se especifique un material o producto por su marca, debe entenderse que se trata de una orientación al contratista para adquirir la referencia de la misma calidad, en ningún



momento se podrá remplazar por un producto o material diferente, sin aprobación de la Interventoría.

Es responsabilidad del contratista familiarizarse con los planos a fin de poder coordinar directamente la ejecución de los trabajos para evitar interferencias entre sí.

Se supone que las cotas y dimensiones en planos coinciden, pero será obligación del contratista verificar los planos antes de iniciar los trabajos y cualquier discrepancia debe ser aclarada pronta y oportunamente en coordinación con el supervisor del proyecto, pues en caso contrario al presentarse la necesidad de hacer correcciones después de ejecutadas las obras, será responsabilidad del contratista. En general, tienen prioridad los planos y detalles de los correspondientes diseños.

PERSONAL DE LA OBRA

El contratista deberá mantener como personal directivo de la obra un Residente permanente y un director responsable de la ejecución de la obra, cuyos currículos se presentarán a Interventoría para su aprobación antes de la iniciación de los trabajos. El mismo contratista no podrá ser el Residente permanente de la obra, pero podrá actuar como director de esta. Por tanto, el residente de tiempo completo no podrá ser el mismo Contratista ni el director, ni el Representante Legal en caso de personas jurídicas, sino una persona distinta a cualquiera de ellos, con la capacidad técnica y profesional para representarlos y tomar decisiones en el desarrollo de los trabajos.

Deberá ser un Ingeniero Civil o de Transporte y Vías debidamente matriculado, que acredite experiencia en construcción o consultoría, de preferencia específica en este tipo de trabajos, aunque no obligatoria.

ENSAYOS DE LABORATORIO

El contratista de la obra asumirá los costos por los ensayos de laboratorio necesarios, con un laboratorio previamente autorizado por la Interventoría. El Contrato que por esta actividad se realice debe incluir la toma de muestras de laboratorio, y los resultados deberán ser entregados directamente al Interventor.

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

Los métodos para la ejecución de las obras quedarán sujetos a la iniciativa del Contratista en concordancia con las especificaciones técnicas indicadas en este pliego para efectos de comparación de propuestas, y a la sana práctica del ejercicio de la Ingeniería en cuanto a construcción se refiere. Sobre el contratista recaerá la responsabilidad final por la aplicación de tales métodos, los cuales estarán encaminados a obtener los mejores resultados en la obra. Sin embargo, el Interventor tendrá en cualquier momento el derecho de ordenar cambios en los métodos utilizados en beneficio de la seguridad y avance de la obra, de su coordinación con las obras de otros Contratistas que tengan relación con la presente, o para obligar al Contratista a ajustarse al Contrato de obra firmado.



TRABAJO DEFECTUOSO O NO AUTORIZADO

El trabajo que no llene los requisitos de las especificaciones o que no cumpla las instrucciones del Interventor, se considerará defectuoso y este ordenará repararlo y reconstruirlo. Se considera rechazado y no se medirá ni pagará el efectuado, antes de darse los alineamientos y niveles necesarios o cualquier trabajo que se haga sin la autorización del Interventor, debiendo ser corregido por el contratista.

El contratista no tendrá derecho a percibir ninguna compensación por la ejecución del trabajo rechazado y por su demolición.

DAÑOS A LA OBRA EJECUTADA Y A TERCEROS

El contratista será responsable de toda la obra hasta su terminación y aceptación final. Es responsable también por cualquier daño que pueda causarse a terceros. Con motivo de la construcción de la obra, si las causas del daño le son imputables. En este caso reparará a su costa los daños, sin que implique modificación al plan de trabajo, ni excepción de tales responsabilidades ni de lugar a la ampliación del plazo convenido.

MATERIALES

El Contratista debe comprometerse a conseguir oportunamente todos los materiales requeridos para la construcción de las obras, y a mantener en forma permanente una cantidad suficiente que garantice el avance normal de los trabajos para evitar la escasez de materiales o de cualquier otro elemento necesario en la ejecución, los cuales deberán ser de primera calidad. El Interventor podrá rechazar los materiales o elementos utilizados que no resulten conformes a lo establecido en las normas. El material rechazado se retirará del lugar reemplazándolo con material aprobado, y la ejecución de la obra defectuosa se corregirá satisfactoriamente sin que haya lugar a pago extra a favor del contratista.

En caso de que se requiera por parte de la Interventoría la verificación de las especificaciones técnicas de los materiales de acuerdo con las normas, el contratista está obligado a realizar a su costa los ensayos necesarios, sin costo adicional para el contrato.

Una vez adjudicado el contrato, si la Interventoría lo considera necesario podrá exigir la presentación previa de la programación del suministro de equipos y materiales por parte del constructor, la cual será de obligatorio cumplimiento.

EQUIPO

El equipo que utilice el contratista, su depreciación y mantenimiento correrán por su cuenta, así como su operación, estacionamiento, seguros, etc. Igualmente deberá mantener en el sitio de la obra un número suficiente de equipo en buen estado aprobado por el interventor, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños. La mala calidad de los equipos,



la deficiencia en el mantenimiento o los daños que puedan sufrir, no serán causal que exima el cumplimiento de las obligaciones contractuales.

El Interventor podrá solicitar el retiro del sitio de obra de cualquier equipo o herramienta que a su juicio esté defectuoso o no sea recomendable para ser utilizado. El contratista deberá reponer con la mayor brevedad el equipo que sea retirado por daños o para mantenimiento, con el fin que no haya retraso en las obras.

TRABAJADORES DE LA OBRA

Todos los trabajadores serán empleados directamente por el Contratista en forma autónoma, y no adquieren vinculación laboral con El Interventor. Por lo tanto, corre a cargo del Contratista el pago de los salarios, indemnizaciones, bonificaciones y prestaciones sociales a que ellos tengan derecho, de acuerdo con los precios cotizados. El Contratista se obliga a mantener el orden y a emplear personal idóneo con el fin que las obras se ejecuten en forma técnica y eficiente, y se termine dentro del plazo acordado.

SITIOS DE DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Durante la ejecución de los trabajos, la Interventoría determinará previamente la colocación de los materiales sobrantes y/o desechos en los sitios previstos como escombreras municipales, conforme a lo dispuesto en la resolución 0541 del 14 de diciembre de 1.994, expedida por el Ministerio del Medio Ambiente.

SEÑALIZACIÓN

Cuando las obras objeto del Contrato alteran las condiciones normales del tránsito vehicular y peatonal, el contratista está en la obligación de tomar todas las medidas necesarias para evitar la ocurrencia de accidentes, para lo cual deberá acatar las normas Generales de Construcción y la Resolución No. 001937 de 1994 del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

El contratista deberá colocar las señales y avisos de prevención de accidentes tanto en horas diurnas como nocturnas en la cantidad, tipo, tamaño, forma, clase, color y a las distancias requeridas de acuerdo con lo dispuesto en las normas anteriores o por instrucciones del interventor.

Será de responsabilidad del contratista cualquier accidente ocasionado por la carencia de dichos avisos, defensas, barreras, guardianes y señales.

El Interventor podrá en cualquier momento ordenar que se suspenda la construcción de una parte de las obras o de las obras en general, si existe un incumplimiento sistemático por parte del contratista para llevar a cabo los requisitos de señalización o las instrucciones impartidas a este respecto.

Cuando los trabajos deban realizarse sin iluminación natural suficiente, el contratista suministrará la iluminación eléctrica adecuada dependiendo del tipo de la obra a ejecutar. Si la iluminación no es suficiente, el interventor podrá ordenar la suspensión de los trabajos sin que el contratista



tenga derecho a reclamos de ninguna clase.

No se permitirán extensiones arrastradas, colgadas en forma peligrosa o cuyos cables estén mal empalmados o mal aislados. A una distancia prudente del sitio de trabajo deberán colocarse avisos de peligro fosforescentes y las luces intermitentes a que hubiere lugar.

Los gastos en que incurra el contratista para la colocación de las señales y avisos y para la adopción de todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes serán por cuenta de éste y deberán reponerse a su costa las que se pierdan o se deterioren. Su valor debe estar incluido en el análisis de costos indirectos solicitado para la correcta comparación de las ofertas.

NORMATIVA TÉCNICA GENERAL

El contratista deberá cumplir con lo establecido en las normas, códigos y/o reglamentos de diseño y construcción locales, nacionales e internacionales aplicables a todos y cada uno de los materiales, actividades y procesos por desarrollar dentro del objeto del contrato de construcción. A continuación, se relacionan las principales normas técnicas a que debe cumplir el Contratista en desarrollo del contrato de construcción.

NORMATIVA TÉCNICA GENERAL ESTRUCTURAS

CODIGO COLOMBIANO DE CONTRUCCIONES SISMO RESISTENTES, NORMA SISMORESISTENTE NSR-10 ULTIMA ACTUALIZACIÓN.

- **NORMATIVA TÉCNICA GENERAL CONCRETOS**

AMERICAN STANDARDS FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – ACI.

PUBLICACIONES TÉCNICAS DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO – ICPC, VERSION ACTUALIZADA

PUBLICACIONES TÉCNICAS DE LA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION – PCA

- **NORMATIVA TÉCNICA GENERAL VÍAS Y ESPACIO PÚBLICO**

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS ADOPTADAS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.

NORMAS TECNICAS COLOMBIANAS – NTC.

MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CARRETERAS, INVÍAS. NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS – INVÍAS.

PUBLICACIONES TÉCNICAS DE LA AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS – AASHTO.



SGN-C054-F04

Edificio Gobernación, Calle 8, Cra 4 esquina.

Neiva - Huila - Colombia.

PBX: (57+8) 867 1300 / www.huila.gov.co



METODOLOGÍA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO DE LOS ESTADOS UNIDOS, PARA LA AUSCULTACIÓN DE PAVIMENTOS – PCI (Pavement Condition Index).

GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS – INVÍAS.

MANUAL SOBRE DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS. INVÍAS.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS



ITEM No.	1.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Preliminares	
UNIDAD DE MEDIDA	km (KILÓMETRO)	
DESCRIPCIÓN		
Demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el interventor y teniendo presente las disposiciones del PMA.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
<p>Antes de iniciar los trabajos de demolición, el constructor debe elaborar un estudio de demolición definiendo: métodos, estabilidad construcciones, armazones y cimbras necesarios, protección de construcciones e instalaciones del entorno, mantenimiento y sustitución de servicios afectados, medios de evacuación y definir zonas de disposición, cronogramas, pautas de control, medidas SST.</p> <p>Los trabajos se deben efectuar de forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas y a los usuarios de la vía, cuando esta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.</p> <p>En coordinación con la interventoría, se determinarán las áreas de pavimento a demoler.</p> <p>En zonas de lindero con pavimentos existentes que no serán objeto de intervención, el constructor deberá tomar las precauciones para evitar fisuramientos y/o fracturamientos.</p> <p>Localizar todos los puntos de referencia, de acuerdo con los planos del diseño geométrico.</p> <p>Localizar todos los elementos estructurales y elementos principales de redes.</p> <p>Se iniciará la demolición dejando una franja de protección de al menos 0.30 m, la cual será demolida manualmente con maceta y cincel de forma controlada para evitar daños al pavimento existente</p> <p>El material sobrante deberá ser retirado a los lugares indicados por el interventor dentro de la obra para luego ser cargados y destinados a otros sitios.</p> <p>La disposición final se hará en alguna de las escombreras autorizadas por la Gobernación del Huila.</p> <p>El constructor coordinará el avance de las demoliciones garantizando que los escombros sean retirados de la obra dentro de las 48 horas siguientes a su producción.</p>		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	El interventor debe considerar terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades y los materiales sobrantes sean dispuestos adecuadamente.	
ENSAYOS A REALIZAR	No aplica	
MATERIALES		
EQUIPOS	Herramienta menor Compresor de 250 CPM Martillo demoledor 60 Lb Retroexcavadora sobre oruga, potencia 158 KW, balde de 1.5 m3	



DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
ESQUEMA			
MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro cuadrado (m2) de pavimento demolido y apilado.		
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En caso de que por el uso de procedimientos inadecuados resulte dañado o removido un elemento no contemplado en el proyecto, el costo de reposición estará a cargo del constructor, a entera satisfacción del interventor, sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		



ITEM No.	2.01	EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMUN DE LA EXPLANACION Y CANALES
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Excavaciones	
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)	
DESCRIPCIÓN		
Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones de cualquier material, sin importar su naturaleza. Las excavaciones deberán ejecutarse con métodos mecánicos de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de la Interventoría.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
Iniciar las actividades una vez la interventoría de la orden de inicio		
Coordinar los niveles de excavación con los expresados en los planos del proyecto		
Cuantificar la cantidad de metros cúbicos de excavación a realizar.		
Garantizar la estabilidad de los cortes del terreno		
Evitar adiciones de tierra para restablecer niveles requeridos producidos por sobre excavaciones.		
Prever posibles alteraciones del terreno como derrumbes, deslizamientos o sobre excavaciones.		
Evitar las alteraciones del subsuelo manteniendo secas y limpias las excavaciones.		
Verificar niveles finales.		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Verificación de niveles de excavación con los indicados en planos de diseño	
ENSAYOS A REALIZAR	No aplica	
MATERIALES	No aplica	
EQUIPOS	Herramienta menor Retroexcavadora sobre oruga, potencia 158 KW, balde de 1.5 m3	

DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
ESQUEMA			
MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.		
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		



ITEM No.	2.02	EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN SECO
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Excavaciones	
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)	
DESCRIPCIÓN		
Esta actividad comprende la excavación, en seco, de materiales diferentes a roca. Las excavaciones deberán ejecutarse con métodos mecánicos de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de la Interventoría.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
Iniciar las actividades una vez la interventoría de la orden de inicio.		
Coordinar los niveles de excavación con los expresados en los planos del proyecto.		
Determinar el tipo de equipos mecánicos a emplear.		
Cuantificar la cantidad de metros cúbicos de excavación a realizar.		
Garantizar la estabilidad de los cortes de terreno.		
Evitar adiciones de tierra para restablecer niveles requeridos producidos por sobre excavaciones		
Prever posibles alteraciones del terreno como derrumbes, deslizamientos o sobre excavaciones.		
Evitar la alteración del subsuelo manteniendo secas y limpias las excavaciones.		
Verificar niveles finales.		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Verificación de niveles de excavación con los indicados en planos de diseño	
ENSAYOS A REALIZAR	No aplica	
MATERIALES	No aplica	
EQUIPOS	Herramienta menor Retroexcavadora sobre oruga, potencia 158 KW, balde de 1.5 m3	

DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
ESQUEMA			
MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.		
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		



ITEM No.	3.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NT 2500																			
ACTIVIDAD PRINCIPAL		Mejoramiento subrasante																			
UNIDAD DE MEDIDA		m2 (METRO CUADRADO)																			
DESCRIPCIÓN																					
Esta actividad comprende el uso de geotextiles para prevenir la mezcla de suelos de subrasante y agregados o materiales seleccionados para conformar subbases, bases o materiales para construir rellenos, los que se colocarán sobre el geotextil de acuerdo con el espesor de diseño y valores de compactación. Se establecen los criterios y procedimientos para garantizar la calidad del geotextil.																					
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN																					
<p>El interventor exigirá al constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación y compactación del material.</p> <p>La colocación del geotextil solo será autorizada por el Interventor cuando el terreno se haya preparado adecuadamente, removiendo bloques de roca, troncos, arbustos y materiales inconvenientes sobre la subrasante, excavando o rellenando hasta las cotas de diseño.</p> <p>El geotextil se deberá extender sin arrugas o dobleces en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada, si es necesario colocar rollos adyacentes de geotextil, estos se deberán traslapar o unir mediante la realización de costura.</p> <p>El traslapo dependerá del CBR de la subrasante y del tráfico que vaya a circular sobre la vía, el traslapo mínimo será de 30 cm.</p> <p>En las curvas, el geotextil puede ser cortado con sus correspondientes traslapos o costuras o doblado, para desarrollar la geometría de la curva propuesta.</p> <p>Para todo final de rollo, el traslapo mínimo será de un metro (1.00 m).</p> <p>En remplazo del traslapo podrá usarse una costura, se efectuará con materiales adecuados y utilizando preferiblemente la máquina adecuada para obtener el tipo de coseduras exigidas, con la cobertura de densidad necesaria para garantizar su durabilidad.</p> <p>El material de cobertura del geotextil se esparcirá, empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geotextil hasta que se conforme la primera capa de material granular.</p> <p>Los trabajos no se podrán adelantar cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sea inferior a 5°C o haya lluvia o fundado temor de que ocurra.</p>																					
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN		Verificación del equipo empleado Verificación de la preparación del terreno Verificación del proceso de colocación del geotextil y cumplimiento de las propiedades																			
ENSAYOS A REALIZAR		Ensayos del geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante, de acuerdo con norma INVIAS INV-E 908 e INV-E 909																			
MATERIALES		<p>Hilo 100% poliéster</p> <p>Geotextil NT 2500 para estabilización y filtro</p> <p>Propiedades mecánicas:</p> <table><thead><tr><th>PROPIEDAD</th><th>NORMA DE ENSAYO</th><th>VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO GEOTEXTIL NO TEJIDO (1)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Elongación</td><td>INV E 901</td><td>>50% (2)</td></tr><tr><td>Resistencia a la tensión</td><td>INV E 901</td><td>700 N</td></tr><tr><td>Resistencia a la costura</td><td>INV E 901</td><td>630 N</td></tr><tr><td>Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro</td><td>INV E 913</td><td>1375 N</td></tr><tr><td>Resistencia al rasgado trapezoidal</td><td>INV E 903</td><td>250 N</td></tr></tbody></table>		PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO GEOTEXTIL NO TEJIDO (1)	Elongación	INV E 901	>50% (2)	Resistencia a la tensión	INV E 901	700 N	Resistencia a la costura	INV E 901	630 N	Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro	INV E 913	1375 N	Resistencia al rasgado trapezoidal	INV E 903	250 N
PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO GEOTEXTIL NO TEJIDO (1)																			
Elongación	INV E 901	>50% (2)																			
Resistencia a la tensión	INV E 901	700 N																			
Resistencia a la costura	INV E 901	630 N																			
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro	INV E 913	1375 N																			
Resistencia al rasgado trapezoidal	INV E 903	250 N																			



- (1) Los valores numéricos de la tabla corresponden al valor mínimo promedio por rollo. El valor mínimo promedio por rollo, es el valor mínimo de los resultados de un muestreo de ensayos de un proceso para dar conformidad a un lote que está bajo comprobación, el promedio de los resultados correspondientes de los ensayos practicados a cualquier rollo del lote que se está analizando, debe ser mayor o igual al valor presentado en la tabla
- (2) La elongación >50% hace referencia a los geotextiles no tejidos, medida según ensayo INV E 901

Propiedades hidráulicas:

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO GEOTEXTIL
Permitividad ⁽³⁾	INV E 905	0.02 S ⁻¹
Tamaño de abertura aparente ⁽⁴⁾	INV E 907	0.60 MM
Estabilidad ultravioleta	INV E 910	50% después de 500h de exposición

- (3) La permitividad del geotextil debe ser mayor que la permitividad del suelo. El Interventor también podrá exigir una permeabilidad del geotextil mayor que la presentada por el suelo.

- (4) El valor del tamaño de abertura aparente representa el valor máximo promedio por rollo

MATERIALES**EQUIPOS**

Herramienta menor

**DESPERDICIOS
(INCLUIDOS)**

NO

**MANO DE OBRA
(INCLUIDA)**

SI

ESQUEMA**MEDIDA Y FORMA
DE PAGO**

La unidad de medida debe ser el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de geotextil colocado debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. El área se debe determinar el área multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje de la vía, por el ancho especificado en los documentos del proyecto. Para efecto de pago, no se debe medir ningún área fuera de los límites ni se deben considerar los traslapes.

NO CONFORMIDAD

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



ITEM No.	3.02	SUMINISTRO, EXTENDIDA Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL PARA AFIRMADO HASTA UN DIÁMETRO DE 2" Y UN ÍNDICE PLÁSTICO MENOR O IGUAL 9% Y COMPACTO AL 95% PROCTOR, INCLUYE TRANSPORTE	
ACTIVIDAD PRINCIPAL		Mejoramiento subrasante	
UNIDAD DE MEDIDA		m3 (METRO CÚBICO)	
DESCRIPCIÓN			
Esta actividad comprende la selección, transporte interno, disposición, conformación y compactación mecánica por capas, de los materiales autorizados por la interventoría para la realización del relleno para el mejoramiento de la subrasante.			
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN			
Los terraplenes y rellenos se construirán de acuerdo con los lineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos del proyecto. El material para relleno será obtenido después de la selección rigurosa de los materiales de cantera (Material tipo Afirmado INVIAS). Su tipo, cantidad, calidad y método para su colocación deberán ser aprobados por el interventor. Su aplicación se hará en capas sucesivas colocadas en el ancho total de la sección. Antes de ser compactado, el material será extendido en capas horizontales cuyo espesor no debe sobrepasar los 10 cm y será regado con agua para alcanzar el grado de humedad correspondiente. Después de aplicado el material se compacta de forma mecánica.			
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN		Compactación máxima y nivelada Granulometría con tamaño hasta 2" Límite de plasticidad menor a 9%	
ENSAYOS A REALIZAR		Densidad en campo para verificación de compactación. Granulometría Límite de plasticidad	
MATERIALES	Agua		
	Material de Afirmado INVIAS		
	Requisitos:		
	CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	REQUISITO
	Dureza (O)		
	Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	INV E 218	50
	-500 revoluciones		
	Durabilidad (O)		
	Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	
	- Sulfato de sodio		12
	-Sulfato de magnesio		18
	Limpieza (F)		
	Límite líquido, máximo (%)	INV E 125	40
	Índice de plasticidad (%)	INV E 125 y INV E 126	4 - 9
	Contenido de terrones de arcilla y partículas	INV E 211	2
Contracción de humedad	INV E 127 o INV E 129	Tabla INV E 311 -3	



Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación	INV E 148	>15

Granulometría:

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)							
	37.5	25.5	19	9.5	4.75	2	0.425	0.075
	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% QUE PASA								
A-38	100	-	80 - 100	60 - 85	40 - 65	30 - 50	13 - 30	9 - 18
A-25	-	100	90 - 100	65 - 90	45 - 70	35 - 55	15 - 35	10 - 20

Para prevenir la segregación y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos, el material que produzca el constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensible paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos.

EQUIPOS

Herramienta menor
Carro tanque de agua (1000 galones)
Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4.27 m, peso 18 ton Vibro compactador, potencia 153 HP, peso 10 ton

**DESPERDICIOS
(INCLUIDOS)**

NO

**MANO DE OBRA
(INCLUIDA)**

SI

ESQUEMA**MEDIDA Y FORMA DE
PAGO**

Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.

NO CONFORMIDAD

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



ITEM No.	4.01	SUBBASE GRANULAR CLASE A (Según norma INVIAS 2022; incluye suministro, transporte, extensión, compactación y demás actividades para su correcta ejecución en obra)																															
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Estructura de Pavimento Flexible																																
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)																																
DESCRIPCIÓN																																	
Esta actividad comprende el suministro, extensión, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación de un material granular aprobado, el cual formará parte de la estructura de pavimento, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas.																																	
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN																																	
Preparación de la superficie existente, con la calidad, densidad y las cotas indicadas en los documentos del proyecto uy aprobadas por el interventor.																																	
El transporte del material se debe realizar en los vehículos autorizados y su depósito no debe producir segregación ni contaminación del material.																																	
El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde se verificará su homogeneidad.																																	
Se húmeda o se airea el material para alcanzar la humedad de compactación, de manera que no se perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.																																	
El material se extenderá en una capa de espesor uniforme (15 cm)																																	
Una vez que el material tenga la humedad de compactación apropiada, se conformará y se compactará con el equipo adecuado, hasta alcanzar la densidad especificada.																																	
Aquellas zonas que por su extensión reducida, su pendiente y su proximidad con obras de arte no permita la utilización del equipo aprobado, se podrá compactar con otros medios.																																	
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Compactación máxima y nivelada Espesor de compactación de 15 cm																																
ENSAYOS A REALIZAR	Densidad en campo para verificación de compactación.																																
MATERIALES	Agua																																
	Subbase granular																																
	Requisitos:																																
	<table><tr><th>CARACTERISTICA</th><th>NORMA ENSAYO INV</th><th>CLASE C</th></tr><tr><td>Dureza (O)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Desgaste en la máquina de los Angeles (Gradación A), máximo (%)</td><td rowspan="2">INV E 218</td><td rowspan="2">50</td></tr><tr><td>-500 revoluciones</td></tr><tr><td>Degradación por abrasión en el equipo Microdeval, máximo (%)</td><td>INV E 238</td><td>-</td></tr><tr><td>Durabilidad (O)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)</td><td rowspan="3">INV E 220</td><td rowspan="3">12</td></tr><tr><td>- Sulfato de sodio</td></tr><tr><td>-Sulfato de magnesio</td></tr><tr><td>Limpieza (F)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Unidad de medida, máximo (%)</td><td>INV E 125</td><td>25</td></tr><tr><td>Índice de plasticidad, máximo (%)</td><td>INV E 125 y INV</td><td>6</td></tr></table>			CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	CLASE C	Dureza (O)			Desgaste en la máquina de los Angeles (Gradación A), máximo (%)	INV E 218	50	-500 revoluciones	Degradación por abrasión en el equipo Microdeval, máximo (%)	INV E 238	-	Durabilidad (O)			Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	12	- Sulfato de sodio	-Sulfato de magnesio	Limpieza (F)			Unidad de medida, máximo (%)	INV E 125	25	Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV	6
	CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	CLASE C																														
	Dureza (O)																																
	Desgaste en la máquina de los Angeles (Gradación A), máximo (%)	INV E 218	50																														
	-500 revoluciones																																
	Degradación por abrasión en el equipo Microdeval, máximo (%)	INV E 238	-																														
	Durabilidad (O)																																
	Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	12																														
	- Sulfato de sodio																																
-Sulfato de magnesio																																	
Limpieza (F)																																	
Unidad de medida, máximo (%)	INV E 125	25																															
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV	6																															
Gobernación del Huila, máxima (100%)																																	
Huila - Colombia																																	
8) 867 1300 / www.huila.gov.co																																	
Gobernación del Huila, máxima (100%)																																	
Huila - Colombia																																	



E 126

Equivalente de arena, mínimo (%)	INV E 133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	2
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación	INV E 148	30

Granulometría:

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)								
	50	37.5	25.5	19	9.5	4.75	2	0.425	0.075
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% QUE PASA									
SBG-50	100	70 - 95	60 - 90	45 - 75	40 - 70	25 - 55	25 - 40	6 - 25	2 - 15
SBG-38	-	100	75 - 95	55 - 85	45 - 75	30 - 60	20 - 45	8 - 30	2 - 15

Para prevenir la segregación y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos, el material que produzca el constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensible paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos.

DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
ESQUEMA			
MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.		
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		



ITEM No.	4.02	BASE GRANULAR CLASE A (Según norma INVIAS 2022; incluye suministro, transporte, extensión, compactación y demás actividades para su correcta ejecución en obra)																																		
ACTIVIDAD PRINCIPAL		Estructura de Pavimento Flexible																																		
UNIDAD DE MEDIDA		m3 (METRO CÚBICO)																																		
DESCRIPCIÓN																																				
Esta actividad comprende el suministro, extensión, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación de un material granular aprobado, el cual formará parte de la estructura de pavimento, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas.																																				
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN																																				
Preparación de la superficie existente, con la calidad, densidad y las cotas indicadas en los documentos del proyecto uy aprobadas por el interventor.																																				
El transporte del material se debe realizar en los vehículos autorizados y su depósito no debe producir segregación ni contaminación del material.																																				
El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde se verificará su homogeneidad.																																				
Se húmeda o se airea el material para alcanzar la humedad de compactación, de manera que no se perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.																																				
El material se extenderá en una capa de espesor uniforme (15 cm)																																				
Una vez que el material tenga la humedad de compactación apropiada, se conformará y se compactará con el equipo adecuado, hasta alcanzar la densidad especificada.																																				
Aquellas zonas que por su extensión reducida, su pendiente y su proximidad con obras de arte no permita la utilización del equipo aprobado, se podrá compactar con otros medios.																																				
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN		Compactación máxima y nivelada Espesor de compactación de 15 cm																																		
ENSAYOS A REALIZAR		Densidad en campo para verificación de compactación.																																		
MATERIALES		Agua																																		
		Base Granular																																		
		Requisitos:																																		
		<table><thead><tr><th>CARACTERISTICA</th><th>NORMA ENSAYO INV</th><th>CLASE C</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="3">Dureza (O)</td></tr><tr><td>Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)</td><td rowspan="2">INV E 218</td><td rowspan="2">50</td></tr><tr><td>-500 revoluciones</td></tr><tr><td>Degradación por abrasión en el equipo Microdeval, máximo (%)</td><td>INV E 238</td><td>-</td></tr><tr><td colspan="3">Durabilidad (O)</td></tr><tr><td>Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)</td><td rowspan="3">INV E 220</td><td></td></tr><tr><td>- Sulfato de sodio</td><td>12</td></tr><tr><td>-Sulfato de magnesio</td><td>18</td></tr><tr><td>Limpieza (F)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Unidad de medida, máximo (%)</td><td>INV E 125</td><td>25</td></tr><tr><td>Índice de plasticidad, máximo (%)</td><td>INV E 125 y INV</td><td>6</td></tr></tbody></table>			CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	CLASE C	Dureza (O)			Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	INV E 218	50	-500 revoluciones	Degradación por abrasión en el equipo Microdeval, máximo (%)	INV E 238	-	Durabilidad (O)			Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220		- Sulfato de sodio	12	-Sulfato de magnesio	18	Limpieza (F)			Unidad de medida, máximo (%)	INV E 125	25	Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV	6
		CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	CLASE C																																
		Dureza (O)																																		
		Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	INV E 218	50																																
		-500 revoluciones																																		
		Degradación por abrasión en el equipo Microdeval, máximo (%)	INV E 238	-																																
		Durabilidad (O)																																		
		Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220																																	
		- Sulfato de sodio		12																																
-Sulfato de magnesio	18																																			
Limpieza (F)																																				
Unidad de medida, máximo (%)	INV E 125	25																																		
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV	6																																		
Gobernación del Huila - Colombia																																				
Huila - Colombia																																				
(8) 867 1300 / www.huila.gov.co																																				
Gobernación del Huila - Colombia																																				
Huila - Colombia																																				
(8) 867 1300 / www.huila.gov.co																																				



E 126

Equivalente de arena, mínimo (%)	INV E 133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	2
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación	INV E 148	30

Granulometría:

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)								
	50	37.5	25.5	19	9.5	4.75	2	0.425	0.075
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% QUE PASA									
SBG-50	100	70 - 95	60 - 90	45 - 75	40 - 70	25 - 55	25 - 40	6 - 25	2 - 15
SBG-38	-	100	75 - 95	55 - 85	45 - 75	30 - 60	20 - 45	8 - 30	2 - 15

Para prevenir la segregación y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos, el material que produzca el constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensible paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos.

EQUIPOS

Herramienta menor
Carrotanque de agua (1000 galones)
Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4.27 m, peso 18 ton Vibro compactador, potencia 153 HP, peso 10 ton

**DESPERDICIOS
(INCLUIDOS)**

NO

**MANO DE OBRA
(INCLUIDA)**

SI

ESQUEMA**MEDIDA Y FORMA
DE PAGO**

Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.

NO CONFORMIDAD

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



ITEM No.	4.03	RIEGO DE IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CRL-0
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Estructura de Pavimento Flexible	
UNIDAD DE MEDIDA	m2 (METRO CUADRADO)	
DESCRIPCIÓN		
Esta actividad comprende el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
<p>A la llegada del carrotanque al sitio de trabajo, el Constructor deberá entregar al Interventor certificación del fabricante que incluya: tipo de emulsión y velocidad de rotura; fechas de elaboración y despacho; resultados de ensayos de calidad conformes de acuerdo con INV 411-22.</p> <p>Comprobar requisitos de conformación, compactación y acabado de la capa granular correspondiente a la superficie sobre la que se realizará la aplicación. Si la superficie presenta fallas o imperfecciones, el constructor las corregirá a satisfacción del interventor.</p> <p>La superficie deberá ser humedecida mediante rociado ligero previamente al riego de imprimación. El humedecimiento no debe ser excesivo; los vacíos entre partículas no deben quedar llenos de agua.</p> <p>La aplicación del ligante se hará de manera suave y uniforme. Se deben evitar los traslapes en las juntas transversales, colocando tiras de papel, de manera que el riego comience o termine sobre estas.</p> <p>La temperatura de aplicación debe ser tal, que la viscosidad de la emulsión esté entre cinco y veinte segundos Saybolt Furol.</p> <p>Antes del inicio de labores, se verificará la uniformidad del riego. En zonas donde se presenten insuficiencias o excesos de material, el constructor corregirá la anomalía adicionando el ligante o agregado de protección, a satisfacción del interventor.</p> <p>Se realizará la extensión eventual de agregado de protección cuando sea necesario permitir la circulación del tránsito automotor sobre la imprimación o cuando parte de ella no ha sido absorbida 24 h después de la aplicación del ligante.</p> <p>El agregado se extenderá con el equipo aprobado y su humedad, en el momento de la aplicación, no podrá exceder de 4%</p> <p>Evitar el contacto de las ruedas del distribuidor del agregado con la imprimación sin cubrir.</p>		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Verificación tipo de emulsión, contenido de agua y penetración del residuo Por cada mes de ejecución comprobar 1 vez todos los ensayos de verificación.	
ENSAYOS A REALIZAR	Viscosidad Saybolt Furol Contenido de agua Estabilidad Sedimentación a os 5 días Destilación Contenido de asfalto, residual Contenido de aceite Tamizado (retenido tamiz No. 20) Demulsibilidad Rotura en ensayo de mezcla con cemento	



Carga de partícula
pH
Cubrimiento de agregado
Penetración
Ductilidad
Solubilidad en tricloroetileno

Emulsión asfáltica

Requisitos:

Ensayos sobre la emulsión	Norma de ensayo	Tipo de rotura (Nota)											
		Rápida				Media		Lenta					
		CRR-80		CRR-85		CRM-85		CRL-40		CRL-57		CRL-57h	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Destilación:													
- Contenido de asfalto residual (%)	INV E-762	60	-	65	-	65	-	40	-	57	-	57	-
- Contenido de aceite (%)		-	3	-	3	-	12	10	20	-	-	-	-
Contenido de agua (%)	INV E-761	-	40	-	35	-	35	-	60	-	43	-	43
Viscosidad													
- Saybolt-Furol a 25 °C (s)	INV E-763	20	100	-	-	-	-	-	50	20	200	20	100
- Saybolt-Furol a 50 °C (s)		-	-	100	400	50	450	-	-	-	-	-	-
Estabilidad durante el almacenamiento													
- Sedimentación a 24 h (%)	INV E-764	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1
- Sedimentación a los 5 días (%)		-	5	-	5	-	5	-	10	-	5	-	5
Tamizado													
Retenido tamiz de 0,850 mm (nro. 20) (%)	INV E-765	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1
Demulsibilidad (%)	INV E-766	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotura en ensayo de mezcla con cemento (%)	INV E-770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
Carga eléctrica de la partícula	INV E-767	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
pH	INV E-768	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5
Índice de rotura	UNE-EN 13075-1	Reportar											
Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento:													
- Con agregado seco	INV E-769	-	-	-	-	Buena		-	-	-	-	-	-
- Con agregado seco y acción del flujo de agua		-	-	-	-	Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
- Con agregado humedo		-	-	-	-	Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
- Con agregado humedo y acción del flujo de agua		-	-	-	-	Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
Ensayos sobre el residuo de destilación													
Penetración (25 °C, 100 g, 5 s) (0,1 mm)	INV E-706	-	-	-	-	100	250	200	300	-	-	60	100
- Asfalto residual duro (ARD)		60	100	60	100	-	-	-	-	60	100	-	-
- Asfalto residual blando (ARB)		100	250	100	250	-	-	-	-	100	250	-	-
Ductilidad (25 °C, 5 cm/min) (cm)	INV E-702	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
Solubilidad en tricloroetileno (%)	INV E-713	97,5	-	97,5	-	97,5	-	97,5	-	97,5	-	97,5	-

Nota: el tipo de rotura se establece de acuerdo con lo indicado en las normas de ensayo ASTM D244 e INV E-767.

EQUIPOS

Herramienta menor
Carrotanque irrigador de asfalto, 1000 galones
Compresor de 250 CPM

DESPERDICIOS
(INCLUIDOS)

NO

MANO DE OBRA
(INCLUIDA)

SI

ESQUEMA



MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro cuadrado (m2) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.



ITEM No.	4.04	 del Hulla MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-19 - MEZCLA IN SITU
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Estructura de Pavimento Flexible	
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)	
DESCRIPCIÓN		
Esta actividad comprende la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de gradación continua, preparada y colocada en caliente (concreto asfáltico), de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		



Obtención de la fórmula de trabajo (INV 450.4.2-22), diseño preliminar y verificación diseño preliminar.

La mezcla no se extenderá hasta que no se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Se debe verificar que haya ocurrido el curado del riego previo.

El transporte de la mezcla asfáltica de la planta a la obra se hará hasta una hora en que la luz solar permita controlar su extensión y compactación. Solo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del interventor, existe una iluminación artificial adecuada y suficiente.

La mezcla deberá colocarse por medio de una máquina pavimentadora vibro extendedora (finisher) para extender y conformar la mezcla de acuerdo con los alineamientos, anchos y espesores señalados en los diseños. En áreas con obstáculos inevitables o con sobre ancho que no permitan el uso de la pavimentadora, se podrá extender la mezcla a mano previa aprobación de la interventoría.

Siempre que resulte posible, después de haber extendido y compactado una franja, la adyacente deberá ser extendida mientras el borde de la anterior aún se encuentre caliente y en condiciones de ser compactado, con el fin de evitar la ejecución de una junta longitudinal.

Si ocurre segregación de la mezcla, 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.

Se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada para el inicio de la compactación; de lo contrario, se descartará y se deberá ejecutar una junta transversal.

Inmediatamente después de extendida la mezcla, se hará el control de espesor y se corregirá cualquier defecto. Luego se efectuará una cuidadosa compactación y el cilindrado se comenzará por los bordes y avanzará hacia el centro de la vía de modo que cada pasada de rodillo traslape por lo menos la mitad del anterior. En las curvas, la compactación se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior de las mismas.

La compactación concluirá con un apisonado final con un equipo liso que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

Se deberá verificar la temperatura de la mezcla al inicio y al final del proceso de compactación.

Las juntas de trabajo presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, se deberán cuidar con el fin de asegurar su perfecta adherencia.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de 5 m en el caso de las transversales y de 150 mm en las longitudinales.

La junta longitudinal se deberá calentar luego de la rotura de la emulsión del riego de liga, previamente a la extensión de la siguiente franja contra ella.

TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN

Requisitos de calidad del cemento asfáltico, agregados pétreos y llenante mineral



ENSAYOS A REALIZAR

Diseño de Mezcla:

Estabilidad y flujo Marshall
Propiedades volumétricas
Adherencia
Resistencia al ahuellamiento
Módulo resiliente
Resistencia a la fatiga

Ensayos verificación mezcla:

Adherencia
Resistencia a la deformación plástica
Módulo resiliente

Ensayos verificación agregados:

Granulometría
Desgaste en la máquina de los Ángeles
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval
Resistencia mecánica por el método de 10% de finos
Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio
Impurezas en agregado grueso
Índice de plasticidad
Equivalente de arena
Valor de azul de metileno
Índices de alargamiento y aplanamiento
Caras fracturadas
Angularidad de la fracción fina, método A
Cubrimiento de los agregados (gruesos) con materiales asfálticos en presencia de agua hirviendo
Adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método de Riedel-Weber)

Ensayos verificación llenante mineral:

Granulometría
Densidad Bulk

Mezcla asfáltica MDC-19:

Tabla 450 — 2. Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

Característica	Norma de ensayo	Nivel de tránsito		
		NT1	NT2	NT3
Dureza, agregado grueso (O)				
Desgaste en la máquina de Los Angeles, máximo (%).				
(Nota 1):				
- Capa de: rodadura/intermedia/base, 500 revoluciones	INV E-218	25/35/-	25/35/35	25/35/35
- Capa de: rodadura/intermedia/base, 100 revoluciones		5/7/-	5/7/7	5/7/7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	INV E-238			
- Capa de: rodadura/intermedia/base			25/35/35	25/35/35



- Capa de: rodadura/intermedia/base			25/30/30	20/25/25
Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, capa de: rodadura/intermedia/base	INV E-224	-	-	110/90/75
- Valor en seco, mínimo (kN)		-	-	75/75/75
- Relación húmedo/seco, mínima (%)				
Coefficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo.	INV E-232	45	45	45
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%).	INV E-220	18	18	18
Análisis petrográfico				
Cuantifica los porcentajes relativos de los diferentes minerales y las tipologías de rocas que componen el agregado (Nota 2).	ASTM D295	-	-	Reportar
Limpieza, agregado grueso (F)				
Impurezas en agregado grueso, máximo (%).	INV E-237	0,5	0,5	0,5
Limpieza, gradación combinada (F)				
Índice de Plasticidad, máximo (%).	INV E-125 e INV E-126	NP	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%).	INV E-133	50	50	50
Valor de azul de metileno, máximo.	INV E-235	10	10	10
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)				
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%).	INV E-240	10	10	10
Caras fracturadas, mínimo (%):				
- Una cara: rodadura/intermedia/base	INV E-227	75/60/-	75/75/60	85/75/60
- Dos caras: rodadura/intermedia/base		-/-/-	60/-/-	70/-/-
Geometría de las partículas, agregado fino (F)				
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%):				
- Capa de: rodadura/intermedia/base	INV E-239	40/35/-	45/40/35	45/40/35
Adhesividad (O)				
Agregado grueso: cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%).	INV E-757		Reportar	
Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber), índice mínimo.	INV E-774		4	

Tabla 450 - 9. Criterios para el diseño preliminar de la mezcla asfáltica en caliente de gradación continua por el método Marshall

Característica		Norma Ensayo INV	Mezclas densas, semidensas y gruesas			Mezcla de alto módulo
			Categoría de tránsito			
			NT1	NT2	NT3	
Compactación (golpes/cara)		E-748 (E-800) (Nota 1)	50	75 (112)	75 (112)	75
Estabilidad mínima (N)			5 000	7 500 (16 875)	9 000 (20 250)	15 000
Flujo (mm). (Nota 2)			2,0 — 4,0	2,0 — 4,0 (3,0 — 6,0)	2,0 — 3,5 (3,0 — 5,3)	2,0 — 3,0
Relación Estabilidad/Flujo (kN/mm)			2,0 — 4,0	3,0 — 5,0 (4,5 — 7,5)	3,0 — 6,0 (4,5 — 9,0)	-
Vacíos con aire (Va) (%). (Nota 3)	Rodadura	E-736 E-799	3,0 — 5,0	3,0 — 5,0	4,0 — 6,0	NA
	Intermedia		4,0 — 8,0	4,0 — 7,0	4,0 — 7,0	4,0 — 6,0
	Base		NA	5,0 — 8,0	5,0 — 8,0	4,0 — 6,0
Vacíos en los agregados minerales (VAM), mínimo (%)	T. Máx. 38 mm	E-799		13,0		-
	T. Máx. 25 mm			14,0		14,0
	T. Máx. 19 mm			15,0		-
	T. Máx. 10 mm			16,0		-
Vacíos llenos de asfalto (VFA) (%)		E-799	65 — 80	65 — 78	65 — 75	63 — 75
Relación Llenante/Ligante efectivo, en peso		E-799	0,8 — 1,2			1,2 — 1,4
Concentración de llenante, valor		E-745	Valor crítico			



máximo	E-741	
Evaluación de propiedades de empaquetamiento por el método Bailey	-	Reportar
Espesor promedio de película de asfalto, mínimo (µm)	E-741	7.5

Nota 1: se debe usar la norma de ensayo INV E-800, en lugar de la INV E-748 cuando los agregados tengan un tamaño máximo superior a veinticinco milímetros (25 mm) (1 pulgada). Los valores entre paréntesis corresponden a ensayos efectuados, de acuerdo con la norma INV E-800.

Nota 2: para mezclas elaboradas con asfaltos modificados con polímeros, se puede aceptar un valor de flujo hasta de cinco milímetros (5,0 mm). En cualquier caso, se debe cumplir el requisito establecido en la respectiva columna de la tabla para la relación Estabilidad/Flujo.

Nota 3: para bacheos en capas de cincuenta a setenta y cinco milímetros (50 mm – 75 mm) de espesor, se deben exigir los requisitos de vacíos con aire de «intermedia» y para los de capas de más de setenta y cinco milímetros (75 mm) se deben exigir los requisitos para «base». Si se llegase a efectuar un bacheo con mezcla asfáltica en caliente en espesor mayor de setenta y cinco milímetros (75 mm) en una vía cuyo tránsito de proyecto es NT1, se debe aplicar el criterio de vacíos con aire para las capas de «base» con tránsito NT2 (5 % – 8 %).

Tabla 450 – 10. Verificación de los parámetros de comportamiento de mezclas asfálticas

Propiedad	Norma de ensayo	Criterio	Condiciones recomendadas del ensayo	Unidades	Valor	Aplicabilidad obligatoria
Sensibilidad al agua						
Susceptibilidad al agua	INV E-725	Resistencia retenida	25 °C, condición seca y húmeda	%	≥ 80	Todos los tipos de mezclas
Ahuellamiento (Nota 1)						
Resistencia a la deformación plástica	INV E-756	Resistencia a la deformación plástica	Velocidad de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, a la temperatura media anual del aire > 24 °C	µm/min	≤ 15	Tránsito NT3: para capas de rodadura e intermedia
						MAM-25
						MAM 19
						Todas las mezclas (Opcional)
			Velocidad de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, a la temperatura media anual del aire ≤ 24 °C	µm/min	≤ 20	Tránsito NT3: para capas de rodadura e intermedia
						MAM-25
						MAM 19
						Todas las mezclas (Opcional)
Módulos de rigidez						
Módulo resiliente	INV E-749	Módulo resiliente	Mezclas compactadas con 75 golpes por cara, a 20 °C a 10 Hz	MPa	≥ 10 000	MAM-25
					≥ 8 000	MAM-19
					Reportar (Nota 2)	Todas las mezclas (Opcional)

Arena:

Tabla 450 – 3. Proporción máxima de arena natural en el agregado para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

Característica	Nivel de tránsito		
	NT1	NT2	NT3
Proporción de arena natural: porcentaje (%) de la masa total del agregado combinado.	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Proporción de arena natural: porcentaje (%) de la masa total del agregado fino.		≤ 50	



Llenante mineral:

Tabla 450 — 4. Proporción y requisitos del llenante mineral

Característica	Norma de ensayo INV	Nivel de tránsito		
		NT1	NT2	NT3
Proporción de llenante mineral de aporte: (porcentaje (%) en masa del llenante total)				
- Capa de rodadura	-	-	≥ 25	≥ 50
- Capa intermedia	-	-	≥ 25	≥ 50
- Capa de base	-	-	-	≥ 25
Granulometría del llenante mineral de aporte:				
- % que pasa tamiz de 1,18 mm (nro. 16)			100	
- % que pasa tamiz de 0,600 mm (nro. 30)	E-215		97 — 100	
- % que pasa tamiz de 0,150 mm (nro. 100)			95 — 100	
- % que pasa tamiz de 0,075 mm (nro. 200)			70 — 100	
Densidad bulk (g/cm³).	E-225		0,5 — 0,8	
Vacios del llenante seco compactado (%).	E-229	-		≤ 36

Granulometría:

Tabla 450 — 5. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

Tipo de mezcla		Tamiz (mm / U.S. Standard)									
		37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,180	0,075
		1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	⅜ Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 60	Nro. 200
		Pasa tamiz (%)									
Densa	MDC-25	-	100	80 — 95	67 — 85	60 — 77	43 — 59	29 — 45	14 — 25	8 — 17	4 — 8
	MDC-19	-	-	100	80 — 85	70 — 88	49 — 65	29 — 45	14 — 25	8 — 17	4 — 8
	MDC-10	-	-	-	-	100	85 — 87	43 — 61	16 — 29	9 — 19	5 — 10
Semidensa	MSC-25	-	100	80 — 95	65 — 80	55 — 70	40 — 55	24 — 38	9 — 20	6 — 12	3 — 7
	MSC-19	-	-	100	80 — 95	65 — 80	40 — 55	24 — 38	9 — 20	6 — 12	3 — 7
Gruesa	MGC-38	100	75 — 95	65 — 85	47 — 67	40 — 60	28 — 46	17 — 32	7 — 17	4 — 11	2 — 6
	MGC-25	-	100	75 — 95	55 — 75	40 — 60	28 — 46	17 — 32	7 — 17	4 — 11	2 — 6
Alto módulo	MAM-25	-	100	80 — 95	65 — 80	55 — 70	40 — 55	24 — 38	10 — 20	8 — 14	6 — 9
	MAM-19	-	-	100	80 — 95	65 — 80	40 — 55	24 — 38	9 — 20	6 — 12	3 — 7
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (%)		-			4 %				3 %		2 %



Tipo de asfalto:

Tabla 450 — 7. Tipo de asfalto por emplear en mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

Tipo de capa	NT1			NT2			NT3		
	Temperatura media anual de la región (°C)								
	> 24	15 – 24	< 15	> 24	15 – 24	< 15	> 24	15 – 24	< 15
Rodadura e Intermedia	60 – 70	60 – 70 u 80 – 100	80 – 100	60 – 70	60 – 70 u 80 – 100	80 – 100	40 – 50 60 – 70 o 40/70 – 58 o 55/70 – 58 o 55/70 – 65	40 – 50 60 – 70 o 40/70 – 58 o 55/70 – 58	60 – 70 80 – 100 o 55/70 – 58
Base	NA			60 – 70 u 80 – 100	60 – 70 u 80 – 100	80 – 100	60 – 70	60 – 70 u 80 – 100	60 – 100
Alto Módulo	NA			NA			15/40 – 65		

EQUIPOS

Herramienta menor

Compactador de rodillo potencia: 99 HP, peso: 8 ton

Terminadora de asfalto (Finisher), potencia en el volante 174 HP, R=20m³/h, velocidad de desplazamiento 114 m/min

Vibro compactador, potencia 153 HP, peso 10 ton

DESPERDICIOS
(INCLUIDOS)

NO

MANO DE OBRA
(INCLUIDA)

SI

ESQUEMA

MEDIDA Y FORMA DE
PAGOSe medirá y pagará por metro cúbico (m³) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.

NO CONFORMIDAD

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



ITEM No.	5.01	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE PRÉSTAMOS
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Obras de drenaje y subdrenaje	
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)	
DESCRIPCIÓN		
Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones de cualquier material, sin importar su naturaleza. Las excavaciones deberán ejecutarse con métodos mecánicos de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de la Interventoría.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
Iniciar las actividades una vez la interventoría de la orden de inicio		
Coordinar los niveles de excavación con los expresados en los planos del proyecto		
Cuantificar la cantidad de metros cúbicos de excavación a realizar.		
Garantizar la estabilidad de los cortes del terreno		
Evitar adiciones de tierra para restablecer niveles requeridos producidos por sobre excavaciones.		
Prever posibles alteraciones del terreno como derrumbes, deslizamientos o sobre excavaciones.		
Evitar la alteración del subsuelo manteniendo secas y limpias las excavaciones.		
Verificar niveles finales.		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Verificación de niveles de excavación con los indicados en planos de diseño	
ENSAYOS A REALIZAR	No aplica	
MATERIALES	No aplica	
EQUIPOS	Herramienta menor Retroexcavadora sobre oruga, potencia 158 KW, balde de 1.5 m3	

DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
ESQUEMA			
MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.		
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		



ITEM No.	5.02	SUMINISTRO, EXTENDIDA Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL PARA AFIRMADO HASTA UN DIÁMETRO DE 2" Y UN ÍNDICE PLÁSTICO MENOR O IGUAL 9% Y COMPACTO AL 95% PROCTOR, INCLUYE TRANSPORTE
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Obras de drenaje y subdrenaje	
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)	
DESCRIPCIÓN		
Esta actividad comprende la selección, transporte interno, disposición, conformación y compactación mecánica por capas, de los materiales autorizados por la interventoría para la realización del relleno de la estructura de las alcantarillas.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
Los terraplenes y rellenos se construirán de acuerdo con los lineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos del proyecto. El material para relleno será obtenido después de la selección rigurosa de los materiales de cantera (Material tipo Afirmado INVIAS). Su tipo, cantidad, calidad y método para su colocación deberán ser aprobados por el interventor. Su aplicación se hará en capas sucesivas colocadas en el ancho total de la sección. Antes de ser compactado, el material será extendido en capas horizontales cuyo espesor no debe sobrepasar los 10 cm y será regado con agua para alcanzar el grado de humedad correspondiente. Después de aplicado el material se compacta de forma mecánica.		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Compactación máxima y nivelada Granulometría con tamaño hasta 2" Límite de plasticidad menor a 9%	
ENSAYOS A REALIZAR	Densidad en campo para verificación de compactación. Granulometría Límite de plasticidad	

**MATERIALES**

Agua

Material de Afirmado INVIAS

Requisitos:

CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	INV E 218	50
-500 revoluciones		
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	
- Sulfato de sodio		12
-Sulfato de magnesio		18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	INV E 125	40
Índice de plasticidad (%)	INV E 125 y INV E 126	4 - 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas	INV E 211	2
Contracción lineal	INV E 127	Tabla INV E
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación	INV E 148	>15

Granulometría:

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)							
	37.5	25.5	19	9.5	4.75	2	0.425	0.075
	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% QUE PASA							
A-38	100	-	80 - 100	60 - 85	40 - 65	30 - 50	13 - 30	9 - 18
A-25	-	100	90 - 100	65 - 90	45 - 70	35 - 55	15 - 35	10 - 20

Para prevenir la segregación y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos, el material que produzca el constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensible paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos.

EQUIPOS

Herramienta menor

Carro tanque de agua (1000 galones)

Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4.27 m, peso 18 ton Vibro compactador, potencia 153 HP, peso 10 ton

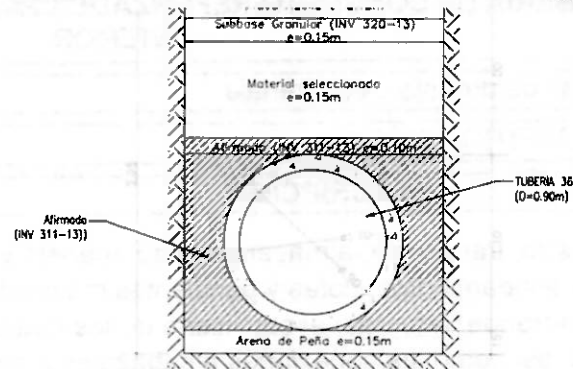
DESPERDICIOS (INCLUIDOS)

NO

MANO DE OBRA (INCLUIDA)

SI

ESQUEMA



MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

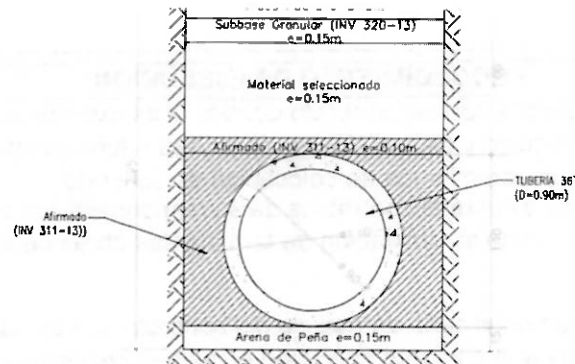


ITEM No.	5.03	TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO CLASE II DE 900 MM DE DIAMETRO INTERIOR
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Obras de drenaje y subdrenaje	
UNIDAD DE MEDIDA	mL (METRO LINEAL)	
DESCRIPCIÓN		
<p>Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tuberías de plástico, del tipo y con los diámetros, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos del proyecto y ordenados por el Interventor, comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de éstas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas.</p>		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
<p>La secuencia de ejecución de la instalación que implemente el constructor debe garantizar que se cumplen las condiciones de diseño.</p> <p>En la zanja se debe respetar la profundidad, el ancho y la inclinación de las caras de la excavación mostradas en planos.</p> <p>El fondo de la zanja deberá ser excavado a una profundidad no menor a 15 cm debajo de las cotas especificadas del fondo de la tubería.</p> <p>Colocación del material de solado para las tuberías, que es granular y debe cumplir con las características que se indiquen en los planos y documentos del proyecto, se colocará antes de la instalación de la tubería.</p> <p>El espesor de las capas para construir el solado será el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grafo de compactación especificado en todo el espesor del mismo.</p> <p>La tubería se colocará en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal de entrada de la obra. Antes de instalar la tubería dentro de la zanja, se deberán inspeccionar y limpiar las uniones.</p> <p>Las juntas se ejecutarán siguiendo la instrucciones del fabricante; se deberán limpiar todas las partes de la junta, incluyendo material de sello flexible.</p> <p>Colocación de rellenos de atraque, laterales y superiores de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones dadas para los materiales.</p>		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Cumplimiento de las normas exigidas para la tubería Correcta aplicación del método de trabajo y procedimientos. Verificación del alineamiento y la pendiente de la tubería.	
ENSAYOS A REALIZAR	No aplica	
MATERIALES	Tubo concreto reforzado 900 mm (Clase II) Mortero 1:3	



EQUIPOS	Herramienta menor Camión grúa capacidad 5 toneladas Diferencial de 2 toneladas
----------------	--

DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
-------------------------------------	----	------------------------------------	----

ESQUEMA

MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por metro lineal (mL) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.



ITEM No.	5.04	CONCRETO RESISTENCIA 21 MPa (IMPERMEABILIZADO)																													
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Obras de drenaje y subdrenaje																														
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)																														
DESCRIPCIÓN																															
Esta actividad comprende el suministro y procesamiento de material s, preparación, formaletas, transporte, colocación, fraguado y acabados del concreto que se va a usar en la instrucción de las estructuras permanentes de la obra.																															
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN																															
El contratista solamente podrá elaborar y colocar concreto cuando el interventor lo haya autorizado previa aprobación del diseño de mezclas, equipo y excavaciones, obra falsa y formaletas, acero de refuerzo correctamente instalado, así como procedimientos de colocación de concreto Ninguna de las aprobaciones previas eximirá al contratista de su responsabilidad por cualquier daño o falla que se presente durante la construcción, ni de su obligación de terminar las obras de acuerdo con los planos y las especificaciones. Diseño de mezcla: la responsabilidad del diseño de mezcla del concreto que se use en obra depende por completo del contratista y se hará para el concreto solicitado en esta especificación y con los materiales que haya aceptado el Interventor. Vaciar concreto progresivamente. Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos. Curar el concreto. Verificar niveles finales para aceptación.																															
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Calidad del concreto en relación con materiales y mezcla así: Calidad del cemento: cada vez que lo considere necesario el Interventor con ensayos Calidad del agua: cuando haya sospecha de su calidad, evaluar pH Calidad de los agregados: verificación mediante ejecución de pruebas del INVIAS.																														
ENSAYOS A REALIZAR	Asentamiento de la mezcla de concreto Resistencia del concreto Ensayos determinados en la normativa INVIAS para agregados																														
MATERIALES	<div>Concreto 21 MPa (3000) impermeabilizado</div> <div>Requisitos agregado Fino:</div> <table><thead><tr><th>CARACTERISTICA</th><th>NORMA ENSAYO INV</th><th>UNICA</th></tr></thead><tbody><tr><td>Durabilidad (O)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)</td><td rowspan="3">INV E 220</td><td></td></tr><tr><td>Sulfato de sodio</td><td>10</td></tr><tr><td>Sulfato de magnesio</td><td>15</td></tr><tr><td>Limpieza (F)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Límite líquido, máximo (%)</td><td>INV E 125</td><td>-</td></tr><tr><td>Índice de plasticidad, máximo (%)</td><td>INV E 125 y INV E 126</td><td>No plástico</td></tr><tr><td>Equivalente de arena, mínimo (%)</td><td>INV E 133</td><td>60</td></tr><tr><td>Valor azul de metileno, MÁXIMO (%)</td><td>INV E 235</td><td>5</td></tr></tbody></table>			CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	UNICA	Durabilidad (O)			Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220		Sulfato de sodio	10	Sulfato de magnesio	15	Limpieza (F)			Límite líquido, máximo (%)	INV E 125	-	Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV E 126	No plástico	Equivalente de arena, mínimo (%)	INV E 133	60	Valor azul de metileno, MÁXIMO (%)	INV E 235	5
CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	UNICA																													
Durabilidad (O)																															
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220																														
Sulfato de sodio		10																													
Sulfato de magnesio		15																													
Limpieza (F)																															
Límite líquido, máximo (%)	INV E 125	-																													
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV E 126	No plástico																													
Equivalente de arena, mínimo (%)	INV E 133	60																													
Valor azul de metileno, MÁXIMO (%)	INV E 235	5																													



MATERIALES

Valor azul de metileno, MÁXIMO (%)	INV E 235	5					
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	1					
Partículas livianas, máximo (%)	INV E 221	0.5					
Material que pasa el tamíz de 75µm (No. 200), máximo (%)	INV E 214	5					
Contenido de materia orgánica (F)							
Color más oscuro permisible	INV E 212	Igual a muestra patrón					
Características químicas (O)							
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , máximo (%)	INV E 233	1.2					
Absorción (O)							
Absorción de agua, máximo (%)	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)	4					
TIPO DE GRADACIÓN	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
	% QUE PASA						
UNICA	100	95 - 100	80 - 100	50 - 85	25 - 60	10 - 30	2 - 10

Requisitos agregado grueso:

CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), En seco, 500 revoluciones, máximo (%)	INV E 218	40
En seco, 100 revoluciones, máximo (%)		8
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Limpieza (F)		
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	2
Partículas livianas, máximo (%)	INV E 221	1.0
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación	INV E 148	30

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)								
	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36
	2.5"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8
	% QUE PASA								
AG - 19	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5
AG - 25	-	-	-	100	95 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5
AG - 38	-	-	100	95 - 100	-	25 - 60	-	0 - 10	0 - 5
AG - 50 - 1	-	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
AG - 63 - 1	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	-	0 - 5	-
AG - 50 - 2	-	100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	-	0 - 5	-	-
AG - 63 - 2	100	95 - 100	35 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-

Tanto el agregado fino como el agregado grueso, en caso de que el concreto sea mezclado en obra, serán lavadas o de río, libres de arcillas y lodos y alejadas una de la otra para que no lleguen a mezclarse y alteren las proporciones diseñadas. **Cemento gris:**

El cemento gris, tipo portland, deberá llegar a obra fresco, en sacos herméticos, para ser almacenado en arrumes de no más de 14 filas, separados del suelo y de los muros con polietileno y por una distancia no menos a 10 cm.

Se gastará siguiendo el estricto orden de llegada a obra. Cuando se tenga almacenado en condiciones normales, y se tengan dudas de su calidad, o cuando tenga una vejez en obra superior a 45 días, se realizarán cilindros de prueba, para asegurarse de su calidad.

**MATERIALES****Agua:**

El agua de las mezclas deberá ser limpia, potable, sin ácidos, sales, endulzantes, tierra, lodos, o cualquier otro elemento que pueda perjudicar su pureza.

Manejo del concreto:

El mezclado en caso de ser realizado en obra deberá hacerse empleando máquina mezcladora para este fin. Deberá ser homogéneo y parejo, evitando la disgregación de los materiales. El transporte interno en obra, por medio de carretillas, deberá ser corto y suave, evitando segregación de los materiales, en especial la decantación de la gravilla.

EQUIPOS

Herramienta menor

**DESPERDICIOS
(INCLUIDOS)**

NO

**MANO DE OBRA
(INCLUIDA)**

SI

ESQUEMA**MEDIDA Y FORMA DE
PAGO**

Se medirá y pagará por metro cúbico (m3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.

NO CONFORMIDAD

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



ITEM No.	5.05	ACERO DE REFUERZO Fy 420 MPa
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Obras de drenaje y subdrenaje	
UNIDAD DE MEDIDA	kg (KILOGRAMO)	
DESCRIPCIÓN		
Esta actividad comprende el suministro, transporte, almacenamiento, corte, figuración y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, acero estructural ASTM A-500, en concordancia con los planos del proyecto, de esta especificación y de las instrucciones y recomendaciones dadas por el interventor.		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
<p>Planos y despiece: antes de cortar el material según las formas indicadas en los planos, el constructor deberá verificar listas de despiece y diagramas de doblado.</p> <p>Suministro y almacenamiento: Todo envío de acero que llegue a obra debe ser identificado con fábrica, grado de acero y lote o colada correspondiente. Se almacenará en forma ordenada sobre la superficie del terreno.</p> <p>Doblamiento: Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con la lista de despiece aprobadas por el Interventor.</p> <p>Colocación y amarre: Todo acero de refuerzo al ser colocado en obra y antes de la fundición, debe estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad.</p> <p>Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones en planos y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto.</p> <p>La posición del refuerzo dentro de las formaleas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal o espaciadores. Deberán ser amarradas con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 300 mm.</p> <p>Traslapos y uniones: Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir con los requisitos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 y se efectuará en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizado de acuerdo con las juntas de concreto.</p>		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Calidad del acero: las barras y mallas deben ser ensayadas en fábrica y sus resultados deben satisfacer los requerimientos de la norma correspondiente relacionadas con el INVIAS. Calidad del producto terminado: desviación en el espesor del recubrimiento: con recubrimiento menor o igual a cincuenta milímetros (<50mm): cinco milímetros (5mm). Con recubrimiento superior a cincuenta milímetros (>50mm): diez milímetros (10mm) Área: no se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño, todo efecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación.	
ENSAYOS A REALIZAR	Ensayos en fábrica para cumplimiento de la norma INVIAS	
MATERIALES	Acero de refuerzo Alambre negro calibre 18	
EQUIPOS	Herramienta menor Cizalla manual de 90 cm Gobernación, Calle 8, Cra 4 esquina. Huila - Colombia.	



DESPERDICIOS (INCLUIDOS)		MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
ESQUEMA			
MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por kilogramo (kg) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.		
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.		



ITEM No.	5.06	CONCRETO CLASE F, 2000 PSI PARA SOLADOS Y ATRAQUES																												
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Obras de drenaje y subdrenaje																													
UNIDAD DE MEDIDA	m3 (METRO CÚBICO)																													
DESCRIPCIÓN																														
Esta actividad comprende el suministro y procesamiento de materiales, preparación, formaletas, transporte, colocación, fraguado y acabados del concreto que se va a usar en la construcción de las estructuras permanentes de la obra.																														
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN																														
<p>El contratista solamente podrá elaborar y colocar concreto cuando el interventor lo haya autorizado previa aprobación del diseño de mezclas, equipo y excavaciones, obra falsa y formaletas, acero de refuerzo correctamente instalado, así como procedimientos de colocación de concreto</p> <p>Ninguna de las aprobaciones previas eximirá al contratista de su responsabilidad por cualquier daño o falla que se presente durante la construcción, ni de su obligación de terminar las obras de acuerdo con los planos y las especificaciones.</p> <p>Diseño de mezcla: la responsabilidad del diseño de mezcla del concreto que se use en obra depende por completo del contratista y se hará para el concreto solicitado en esta especificación y con los materiales que haya aceptado el Interventor.</p> <p>Vaciar concreto progresivamente.</p> <p>Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos.</p> <p>Curar el concreto.</p> <p>Verificar niveles finales para aceptación.</p>																														
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Calidad del concreto en relación con materiales y mezcla así: Calidad del cemento: cada vez que lo considere necesario el Interventor con ensayo Calidad del agua: cuando haya sospecha de su calidad, evaluar pH Calidad de los agregados: verificación mediante ejecución de pruebas del INVIAS.																													
ENSAYOS A REALIZAR	Asentamiento de la mezcla de concreto Resistencia del concreto Ensayos determinados en la normativa INVIAS para agregados																													
MATERIALES	<p>Concreto 2000 PSI</p> <p>Requisitos agregado Fino:</p> <table><tr><th>CARACTERISTICA</th><th>NORMA ENSAYO INV</th><th>UNICA</th></tr><tr><td>Durabilidad (O)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)</td><td rowspan="3">INV E 220</td><td></td></tr><tr><td>- Sulfato de sodio</td><td>10</td></tr><tr><td>-Sulfato de magnesio</td><td>15</td></tr><tr><td>Limpieza (F)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Límite líquido, máximo (%)</td><td>INV E 125</td><td>-</td></tr><tr><td>Índice de plasticidad, máximo (%)</td><td>INV E 125 y INV E 126</td><td>No plástico</td></tr><tr><td>Equivalente de arena, mínimo (%)</td><td>INV E 133</td><td>60</td></tr><tr><td>Valor azul de metileno, MAXIMO (%)</td><td>INV E 235</td><td>5</td></tr></table>		CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	UNICA	Durabilidad (O)			Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220		- Sulfato de sodio	10	-Sulfato de magnesio	15	Limpieza (F)			Límite líquido, máximo (%)	INV E 125	-	Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV E 126	No plástico	Equivalente de arena, mínimo (%)	INV E 133	60	Valor azul de metileno, MAXIMO (%)	INV E 235	5
CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	UNICA																												
Durabilidad (O)																														
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220																													
- Sulfato de sodio		10																												
-Sulfato de magnesio		15																												
Limpieza (F)																														
Límite líquido, máximo (%)	INV E 125	-																												
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV E 126	No plástico																												
Equivalente de arena, mínimo (%)	INV E 133	60																												
Valor azul de metileno, MAXIMO (%)	INV E 235	5																												



Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	1
Partículas livianas, máximo (%)	INV E 221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75µm (No. 200), máximo (%)	INV E 214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	INV E 212	Igual a muestra patrón
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , máximo (%)	INV E 233	1.2
Absorción (O)		
Absorción de agua, máximo (%)	INV E 222	4

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
% QUE PASA							
UNICA	100	95 - 100	80 - 100	50 - 85	25 - 60	10 - 30	2 - 10

Requisitos agregado grueso:

CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), En seco, 500 revoluciones, máximo (%)	INV E 218	40
En seco, 100 revoluciones, máximo (%)		8
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Limpieza (F)		
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	2
Partículas livianas, máximo (%)	INV E 221	1.0
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación	INV E 148	30

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)								
	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36
	2.5"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8
% QUE PASA									
AG - 19	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5
AG - 25	-	-	-	100	95 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5
AG - 38	-	-	100	95 - 100	-	25 - 60	-	0 - 10	0 - 5
AG - 50 - 1	-	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
AG - 63 - 1	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	-	0 - 5	-
AG - 50 - 2	-	100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	-	0 - 5	-	-
AG - 63 - 2	100	95 - 100	35 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-

MATERIALES

Tanto el agregado fino como el agregado grueso, en caso de que el concreto sea mezclado en obra, serán lavadas o de río, libres de arcillas y lodos y alejadas una de la otra para que no leguen a mezclarse y alteren las proporciones diseñadas. **Cemento gris:**

El cemento gris, tipo portland, deberá llegar a obra fresco, en sacos herméticos, para ser almacenado en arrumes de no más de 14 filas, separados del suelo y de los muros con polietileno y por una distancia no menos a 10 cm.

Se gastará siguiendo el estricto orden de llegada a obra. Cuando se tenga almacenado en condiciones normales, y se tengan dudas de su calidad, o cuando tenga una vez en obra superior a 45 días, se realizarán cilindros de prueba, para asegurarse de su calidad.



ITEM No.	5.07	CUNETA DE CONCRETO VACIADA IN SITU; INCLUYE LA CONFORMACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Obras de drenaje y subdrenaje	
UNIDAD DE MEDIDA	ml (METRO LINEAL)	
DESCRIPCIÓN		
<p>Esta actividad comprende el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas fundidas en el lugar. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las cunetas deberán ser las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el interventor.</p>		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
<p>El constructor deberá acondicionar la superficie de apoyo de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o establecidas por el interventor.</p> <p>Todos los materiales de relleno requeridos para el adecuado soporte de las cunetas serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales y deberán cumplir con la condición de seleccionados, según INV 220-22 "Terraplenes".</p> <p>Sobre la superficie preparada, el constructor instalará las formaletas de manera que garantice que las cuentas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el interventor.</p> <p>Previo retiro de cualquier materia extraña o suelta y con la superficie de apoyo debidamente preparada, ésta se humedecerá y se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en el sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, diez centímetros (10 cm) o el señalado en los planos si este es mayor.</p> <p>El concreto deberá ser consolidado y curado conforme a lo establecido en INV 630 "Concreto estructural". El constructor deberá nivelar cuidadosamente las superficies expuestas para que la cuneta quede con las formas y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante aplicación de mortero de cemento de un tipo aprobado por el interventor.</p> <p>La cuneta deberá quedar en permanente contacto en toda su área con el suelo de fundación.</p> <p>La remoción de las formaletas se realizará cuando se alcance la resistencia fijada en el diseño. En caso contrario, el interventor establecerá el plazo, el cual no podrá ser menor de cuarenta y ocho horas (48 h).</p> <p>Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos.</p> <p>El curado del concreto se realizará atendiendo las instrucciones de INV 630-22, numeral 630.4.15.</p> <p>Verificar niveles finales para aceptación.</p>		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	<p>Calidad del concreto en relación con materiales y mezcla así:</p> <p>Calidad del cemento: cada vez que lo considere necesario el Interventor con ensayo</p> <p>Calidad del agua: cuando haya sospecha de su calidad, evaluar pH</p> <p>Calidad de los agregados: verificación mediante ejecución de pruebas del INVIAS.</p> <p>Superficie de apoyo correctamente acondicionada.</p> <p>Forma de cunetas correspondiente con planos o autorizada por interventor.</p> <p>Cunetas sin depresiones excesivas, traslapos desiguales o variaciones apreciables.</p> <p>No se permitirán irregularidades de la superficie mayores a 15 mm.</p>	

**ENSAYOS A REALIZAR**

Asentamiento de la mezcla de concreto

Resistencia del concreto

Ensayos determinados en la normativa INVIAS para agregados

MATERIALES

Acero de refuerzo

Material seleccionado

Formaleta para cuneta y/o bordillo de concreto

Cemento asfáltico impermeabilizante

Concreto 3000 PSI

Requisitos agregado Fino:

CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	UNICA
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	
- Sulfato de sodio		10
- Sulfato de magnesio		15
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	INV E 125	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E 125 y INV E 126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	INV E 133	60
Valor azul de metileno, MÁXIMO (%)	INV E 235	5
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	1
Partículas livianas, máximo (%)	INV E 221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75µm (No. 200), máximo (%)	INV E 214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	INV E 212	Igual a muestra patrón
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , máximo (%)	INV E 233	1.2
Absorción (O)		
Absorción de agua, máximo (%)	INV E 222	4

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
% QUE PASA							
UNICA	100	95 - 100	80 - 100	50 - 85	25 - 60	10 - 30	2 - 10



Requisitos agregado grueso:

MATERIALES

CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A),	INV E 218	
En seco, 500 revoluciones, máximo (%)		40
En seco, 100 revoluciones, máximo (%)		8
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	INV E 220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Limpieza (F)		
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	INV E 211	2
Partículas livianas, máximo (%)	INV E 221	1.0
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación	INV E 148	30

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)								
	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36
	2.5"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8
	% QUE PASA								
AG - 19	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5
AG - 25	-	-	-	100	95 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5
AG - 38	-	-	100	95 - 100	-	25 - 60	-	0 - 10	0 - 5
AG - 50 - 1	-	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
AG - 63 - 1	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	-	0 - 5	-
AG - 50 - 2	-	100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	-	0 - 5	-	-
AG - 63 - 2	100	95 - 100	35 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-

Tanto el agregado fino como el agregado grueso, en caso de que el concreto sea mezclado en obra, serán lavadas o de río, libres de arcillas y lodos y alejadas una de la otra para que no leguen a mezclarse y alteren las proporciones diseñadas.

Cemento gris:

El cemento gris, tipo portland, deberá llegar a obra fresco, en sacos herméticos, para ser almacenado en arrumes de no más de 14 filas, separados del suelo y de los muros con polietileno y por una distancia no menos a 10 cm.

Se gastará siguiendo el estricto orden de llegada a obra. Cuando se tenga almacenado en condiciones normales, y se tengan dudas de su calidad, o cuando tenga una vejez en obra superior a 45 días, se realizarán cilindros de prueba, para asegurarse de la permanencia de su calidad.

Agua:

El agua de las mezclas deberá ser limpia, potable, sin ácidos, sales, endulzantes, tierra, lodos, o cualquier otro elemento que pueda perjudicar su pureza.

Manejo del concreto:

El mezclado en caso de ser realizado en obra deberá hacerse empleando maquina mezcladora para este fin. Deberá ser homogéneo y parejo, evitando la disgregación de los materiales. El transporte interno en obra, por medio de carretillas, deberá ser corto y suave, evitando segregación de los materiales, en especial la decantación de la gravilla.

MATERIALES

EQUIPOS

Herramienta menor
Compactador manual vibratorio (rana) con motor de 6 HP



ITEM No.	6.01	SEÑAL VERTICAL DE TRANSITO TIPO SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA CON LAMINA RETRORREFLECTIVA TIPO IV (90X90 CM)	
ACTIVIDAD PRINCIPAL		SEÑALIZACIÓN	
UNIDAD DE MEDIDA		Und (UNIDAD)	
DESCRIPCIÓN			
Esta actividad comprende el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, para reglamentar, prevenir e informar a los usuarios, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto o lo indicado por el Interventor. El diseño, mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con el "Manual de Señalización Vial".			
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN			
Las señales se instalarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o defina el interventor. Todas las medidas deberán ser realizadas por una comisión de topografía. El constructor efectuará una excavación cilíndrica para el anclaje de la señal de 25 cm de diámetro y sesenta cm de profundidad. El anclaje se realizará relleno de la excavación con un concreto de acuerdo con la especificación. El constructor instalará la señal de manera que el poste presente absoluta verticalidad. El tablero se deberá fijar al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas de 5/16" por 1", rosca ordinaria, arandelas y tuercas.			
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN		Ubicación en abscisado de acuerdo con los planos Verificación de los materiales de la señal de tránsito	
ENSAYOS A REALIZAR		No aplica	
MATERIALES		Señal SR, SP Y/O SI, tablero en lámina galvanizada de 90x90 cm, calibre 16, retro reflectiva IX Poste para señal de tránsito en ángulo de hierro de 2" x 2" x 1/4" de 3.5 m. Concreto 2000 PSI	
EQUIPOS		Herramienta menor Camioneta de estacas 4x4	
DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
ESQUEMA			



MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por Unidad (Und) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.



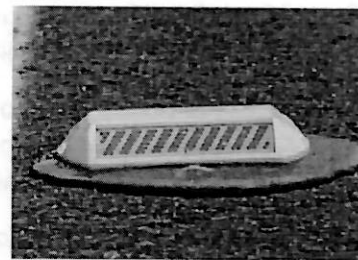
ITEM No.	6.02	TACHA REFLECTIVA - ADHESIVO EPÓXICO
ACTIVIDAD PRINCIPAL	SEÑALIZACIÓN	
UNIDAD DE MEDIDA	Und (UNIDAD)	
DESCRIPCIÓN		
<p>Esta actividad comprende el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento, utilizando adhesivos adecuados para que resistan el tránsito automotor sin desprenderse, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto o lo indicado por el Interventor.</p>		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
<p>El constructor debe localizar las marcas sobre el pavimento de acuerdo con los planos de señalización, el Manual de Señalización vigente y las instrucciones del interventor.</p> <p>Antes de la aplicación de las tachas, si la superficie presenta defectos o huecos notables, se deben corregir los primeros y rellenar los segundos con materiales de la misma naturaleza de la superficie.</p> <p>Los sitios elegidos para la instalación de las tachas se deben limpiar de polvo, barro, grasa, suciedad y cualquier otro elemento extraño.</p> <p>Las tachas se deben colocar en los sitios previamente localizados, fijándolas con el adhesivo indicado, el cual se debe preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su cantidad a utilizar.</p> <p>Si se emplea adhesivo epóxico, se recomienda no preparar más cantidad de adhesivo de la que se pueda utilizar en diez minutos (10 min).</p> <p>El adhesivo se debe aplicar con una espátula a la base de la tacha o a la superficie del pavimento, en una cantidad tal que cubra toda la superficie de contacto sin presentar vacíos, más un leve exceso.</p> <p>Las tachas se deben colocar tan pronto como sea posible, asegurando que, respecto al eje de la vía, no sufra desviaciones mayores a 2 mm, medidos en los extremos.</p> <p>Una vez instalada la tacha, se debe presionar hasta que el pegamento salga por los bordes. Todo exceso de adhesivo se debe limpiar y retirar inmediatamente.</p> <p>Ninguna traza de pegamento debe quedar sobre la cara reflectante de la tacha.</p> <p>Una vez colocadas todas las tachas, el constructor debe retirar del sitio de los trabajos todos los equipos, señales y materiales sobrantes, disponiéndolos en lugares aprobados por el interventor.</p>		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Ubicación en abscisado de acuerdo con los planos Verificación de los materiales de la señal de tránsito	
ENSAYOS A REALIZAR	No aplica	
MATERIALES	<p>Pegante resina termoplástica</p> <p>Tacha retrorreflectiva bidireccional amarilla y/o blanca (área mínima retro reflectante 6cm2)</p> <p>Requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none">- No se debe permitir el suministro e instalación de tachas cuyo período de tiempo, comprendido entre su fabricación y su instalación exceda de doce (12) meses, independientemente de sus condiciones de almacenamiento.- Los elementos retro reflectivos de las tachas deben ser blancos para complementar una demarcación plana blanca o amarillos para complementar una demarcación amarilla.	



	<ul style="list-style-type: none"> - La altura de la tacha no debe ser superior a 20.5 mm. - El ancho de la tacha no debe ser superior a 130.0 mm.
	<ul style="list-style-type: none"> - El ángulo entre la superficie de la tacha y la base no debe ser superior a 45°. - La base de la tacha debe estar significativamente libre de grasa, esmaltes y sustancias que puedan reducir su capacidad adhesiva. - La base de la tacha debe ser plana en un espacio de 1.3 mm. - Las características de retro reflectividad, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, color, resistencia del lente al agrietamiento deben cumplir con lo indicado en la NTC 4745 e INV 701-22.
EQUIPOS	Herramienta menor Camioneta de estacas 4x4

DESPERDICIOS (INCLUIDOS)	NO	MANO DE OBRA (INCLUIDA)	SI
-----------------------------	----	----------------------------	----

ESQUEMA



MEDIDA Y FORMA DE PAGO	Se medirá y pagará por Unidad (Und) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.
NO CONFORMIDAD	En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.



ITEM No.	6.03	LINEA DE DEMARCACIÓN CON PINTURA EN FRÍO
ACTIVIDAD PRINCIPAL	SEÑALIZACIÓN	
UNIDAD DE MEDIDA	ml (METRO LINEAL)	
DESCRIPCIÓN		
<p>Esta actividad comprende el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico, retrorreflectiva con microesferas de vidrio y/o cerámicas para líneas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y los colores que indiquen los documentos del proyecto o lo indicado por el Interventor.</p>		
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN		
<p>Antes de aplicar la demarcación, debe inspeccionarse el pavimento, con el fin de comprobar su estado superficial y posibles defectos existentes.</p> <p>La superficie debe estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. La limpieza se debe efectuar por un procedimiento aceptado por el interventor.</p> <p>Los materiales cementantes que impidan la adherencia deben ser retirados mediante lavado de la superficie.</p> <p>Se deben tener en cuenta los criterios de compatibilidad del material de demarcación y la superficie de rodadura, definidos por el fabricante.</p> <p>Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se deben corregir los primeros y rellenar los segundos con materiales de la misma naturaleza de la superficie, antes de aplicar la pintura.</p> <p>Previo al inicio de las operaciones de demarcación, el constructor debe efectuar un cuidadoso replanteo que garantice con los medios de demarcación que disponga, una perfecta terminación.</p> <p>La pintura debe aplicarse longitudinalmente a lo largo de la vía, en un ancho de doce centímetros (12 cm), con un espesor húmedo entre veinte y treinta mils (20 mils - 30 mils), de acuerdo con la clasificación de pinturas establecida en la NTC 1360; en caso de aplicación de la microesfera de vidrio sembrada, la pintura de demarcación de pavimentos se debe aplicar sobre la superficie del pavimento, empleando como mínimo 400 g/cm² de microesfera; si la aplicación de las microesferas es premezclada, la proporción debe ser de 200 g/L a 250 g/L y se debe incorporar antes de la aplicación.</p> <p>El constructor debe someter a estudio y aprobación del interventor el sistema de aplicación de las microesferas de vidrio; estas pueden aplicarse a presión o por gravedad, teniendo en cuenta que la contracción que se presenta en el ancho de la lámina de la microesfera, cuando se aplica de la segunda.</p> <p>Cuando las microesferas se aplican a presión, se debe regular la fuerza del compresor de manera tal que quede la mayor cantidad de este.</p>		
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN	Ubicación en abscisado de acuerdo con los planos Verificación de las características de la pintura	
ENSAYOS A REALIZAR	No aplica	
	<p>Microesferas reflectivas de vidrio Disolvente para pintura de demarcación vial (XILOL) Pintura acrílica pura para demarcación vial</p> <p>Requisitos: - Se pueden utilizar pinturas de aplicación en frío que cumplan con los requisitos de la NTC 1360.</p>	

**MATERIALES**

- La pintura de aplicación en frío se clasifica en tres (3) grupos: (i) a base de agua; (ii) a base de solventes y (iii) porcentaje de sólidos del cien por ciento (100%).
- Los solventes empleados en pinturas deben cumplir con la cantidad máxima indicada en la NTC 1102 de benceno, metanol y compuestos organoclorados.
- Todo envase de pintura debe estar rotulado según los requerimientos de la NTC 1360.
- El color de la pintura puede ser blanco o amarillo, que cumplan los requerimientos de color y patrones indicados en la NTC 1360 o en la siguiente tabla:

Tabla 700 – 1. Valores de color de pintura para demarcación de aplicación en frío

Característica	Color	
	Amarillo	Blanco
L	72 a 82	≥ 90
A	18 a 27	0 a -2,2
b	74 a 86	0 a 5

La pintura a emplear debe cumplir con todas las especificaciones para pintura de aplicación en frío dadas en INV 700-22 (700.2.1)

EQUIPOS

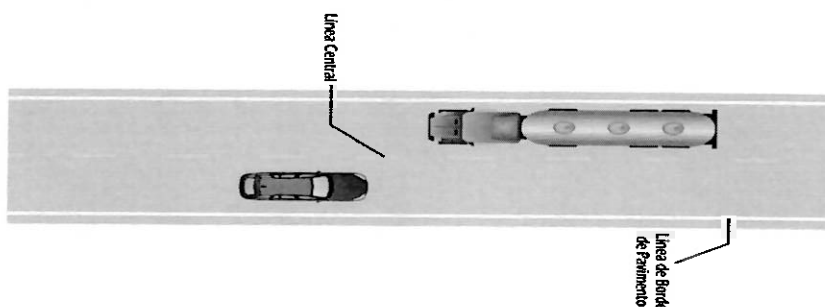
Herramienta menor
Camioneta de estacas 4x4
Vehículo delineador para aplicación de pintura con mínimo 2 boquillas (NTC 4744-2)

**DESPERDICIOS
(INCLUIDOS)**

NO

**MANO DE OBRA
(INCLUIDA)**

SI

ESQUEMA**MEDIDA Y FORMA DE
PAGO**

Se medirá y pagará por metro lineal (mL) debidamente ejecutado y recibido a satisfacción por la Interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos de levantamiento y/o de diseño.

NO CONFORMIDAD

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

SOMOS SOMOS
HUILENSES GRANDES



Gobernación
del **Huila**

Elaborado por:

PAULO CESAR ARRIETA RAMIREZ

Ing. De Apoyo Técnico – Secretaria de Vías e Infraestructura
Gobernación del Huila