MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA EN PAVIMENTO RIGIDO EN BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA.

ESTUDIO DE TRANSITO

MUNICIPIO DE SANTA MARTA,
MAGDALENA

ENERO DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVOS 4
   2.1. OBJETIVO GENERAL 4
   2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
3. ALCANCE 5
4. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
5. CRONOGRAMA DE AFOROS Y TRABAJOS DE CAMPO 8
   5.1. TOMA DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA 9
      5.1.1. Categorización de los vehículos 10
6. CARACTERIZACIÓN VIAL 11
7. DEFINICIONES 12
   7.1. TRÁNSITO NORMAL 12
   7.2. TRÁNSITO ATRAÍDO 12
   7.3. TRÁNSITO GENERADO 12
   7.4. GENERACIÓN DE VIAJES 12
   7.5. VOLÚMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTO 12
8. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE SERVICIO 13
   8.1. NIVELES DE SERVICIO DE UNA VÍA 13
   8.2. CONDICIONES IDEALES DE UNA VÍA 14
   8.3. CONDICIONES ACTUALES DE LOS TRAMOS VIALES EN ESTUDIO 15
9. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 15
10. METODOLOGÍA DESARROLLADA 16
   10.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR CONTEOS 16
   10.2. PERIODO DE DISEÑO 16
   10.3. DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE VEHÍCULOS 16
   10.4. TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁNSITO 17
   10.5. FACTORES DE DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO 17
   10.6. TRÁNSITO ACUMULADO EN EJES EQUIVALENTES DE 80KN 17
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 20

1. INTRODUCCIÓN

El análisis y estudio del tránsito fue realizado por el municipio de SANTA MARTA, MAGDALENA para el proyecto "MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA EN PAVIMENTO RIGIDO EN BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA"., cumpliendo con los parámetros establecidos y los requerimientos del proyecto, se desarrolla partiendo de la recolección y análisis de la información disponible al respecto y el establecimiento del flujo vehicular presente en la vía, para determinar las condiciones actuales de operación y con ello establecer la demanda futura del tránsito y calcular el tránsito para el carril de diseño de una estructura de pavimento rígido.

A continuación, se presentarán los cálculos y parámetros considerados durante el estudio. El diseño estructural del pavimento se hará basado en este tráfico, que en el caso más crítico es que todo el tránsito circule por la vía a diseñar.

El diseño está basado en el Manual De Diseño De Pavimentos Asfálticos Para Vías Con Bajos Volúmenes De Transito del INVIAS.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo fundamental de los conteos es determinar el tráfico promedio diario TPD, composición vehicular, proyección de crecimiento y número de ejes equivalentes de 8.2 ton como variable primordial del diseño de la estructura de pavimento.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la composición vehicular que puede pasar por la vía a diseñar.
- Determinar la tasa de crecimiento vehicular típica de la zona.
- Recolectar y analizar la información disponible relacionada con el proyecto.
- Identificar las condiciones de operación del flujo vehicular.
- Establecer y proyectar el Tránsito Promedio Diario Semanal.
- Establecer y proyectar el Número de ejes Equivalentes a 8.2 Toneladas Ne, para el cálculo del diseño de pavimento.
- Establecer porcentajes de cargas transitadas.

3. ALCANCE

En el presente informe se determina el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) y el número de repeticiones por ejes esperadas al que se someterá la vía que conduce **HACIA BONDIGUA-PASO EL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA** se proyectarán los volúmenes de tránsito acumulados y el número de repeticiones por ejes estimados para 20 años discriminados según el factor de daño que estos afecten.

Para el mejoramiento de la vía en estudio, se pretende establecer el Transito Promedio Diario Semanal y el número de repeticiones, la discriminación de vehículos de carga según los lineamientos de INVIAS para las condiciones particulares de la vía, a partir de un muestreo de conteos vehiculares.

El objeto de este estudio es determinar los parámetros de ingeniería de tránsito para el diseño de la estructura de pavimento rígido y obtener el dimensionamiento de dicha estructura.

4. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto "**MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA EN PAVIMENTO RIGIDO EN BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA".**, pretende mejorar en total 2,148 kilómetros de la vía (distribuidos en 4 tramos) que se encuentran en mal estado; además de la construcción de obras de drenaje.

A continuación, se presenta la localización general de los tramos a intervenir:

CUADRO DE COORDENADAS			
	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
TRAMO 1	1326 M	N = 11°13'59.75" E = 74° 8'6.93"	N = 11°13'38.91" E = 74° 7'29.39"
		ABSCISA INICIO K0+000	ABSCISA FINAL K1+326

CUADRO DE COORDENADAS			
	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
TRAMO 2	245M	N = 11°13'37.90" E = 74° 7'27.92"	N = 11°13'33.93" E = 74° 7'20.97"
		ABSCISA INICIO K1+380	ABSCISA FINAL K1+625

CUADRO DE COORDENADAS			
	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
TRAMO 3	358 M	N = 11°13'32.70" E = 74° 7'20.00"	N = 11°13'23.18" E = 74° 7'14.34"
		ABSCISA INICIO K1+672	ABSCISA FINAL K2+030

CUADRO DE COORDENADAS			
	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
TRAMO 4	219 M	N = 11°13'21.14" E = 74° 7'11.92"	N = 11°13'16.18" E = 74° 7'6.97"
		ABSCISA INICIO K2+126	ABSCISA FINAL K2+345

CUADRO DE COORDENADAS			
	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
TRAMO 5	1021 M	N = 11°13´41,05" E = 74°7´12,85"	N= 11°13´28,56" E = 74°7´15,16"
		ABSCISA INICIO K2+345	ABSCISA FINAL K3+366

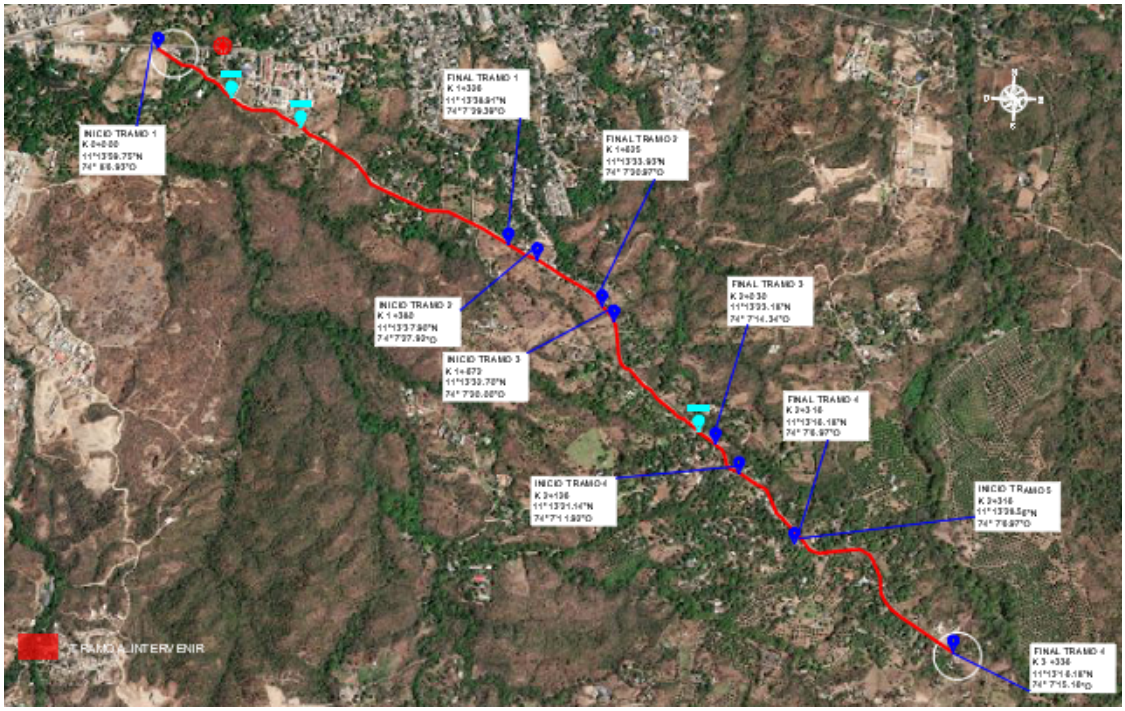


Ilustración 1. Ubicación tramos a intervenir



Ilustración 2. Ubicación geográfica vía en estudio – Tramo 1,2,3,4

5. CRONOGRAMA DE AFOROS Y TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo de aforos vehiculares fueron realizados durante 12 horas diarias para las estaciones de conteo definida previamente, los aforos se realizaron a partir del lunes 9 de OCTUBRE al domingo 15 de OCTUBRE de 2023 en la ESTACIÓN DE AFORO SELECCIONADA en el tramo 1.

Para la caracterización de las condiciones del tránsito del segmento vial a intervenir, previo a la toma de información se realizó una visita por parte de los profesionales encargados del estudio, con el fin de establecer la ubicación de las estaciones de conteo. Para este proyecto se ubicó una (1) estacion de aforo. Estos puntos permiten obtener muestras representativas del flujo que ingresa a los tramos viales. La toma de los volúmenes vehiculares, de acuerdo con los objetivos y lineamientos propuestos.

Es preciso aclarar que las cargas de los vehículos livianos como automóviles y camionetas no afectan en forma significativa a la losa de pavimento; en nuestro análisis consideramos vehículos pesados de 4.0 ton en cuyo caso pueden encajar el número de repeticiones de los vehículos livianos.

Es importante recalcar que durante los días escogidos para los trabajos tanto de aforos vehiculares como de encuestas origen - destino, se contó con condiciones de orden público y climáticas ideales, y no se presentó ninguna eventualidad que pudiese interferir con el flujo vehicular normal de los usuarios del corredor vial, logrando un alto grado de confiabilidad en los datos recopilados, por lo tanto se realizaron los trabajos de conteos vehiculares incluyendo los días esperados de máxima demanda previstos

que fueran los días de mercado para cada una de las poblaciones encontradas a lo largo del corredor.

Para la recopilación de información primaria o toma de información de campo, cada estación o sitio de trabajo, se adecuó correctamente en lo referente a la señalización e información apropiada para las labores de trabajo, mediante pancartas ilustrativas, conos reflectivos en la aproximación a las intersecciones, chalecos, y mesas para los aforadores, señales de "pare" manejadas por los encuestadores, iluminación nocturna, papelería y elementos de trabajo adicional, etc.

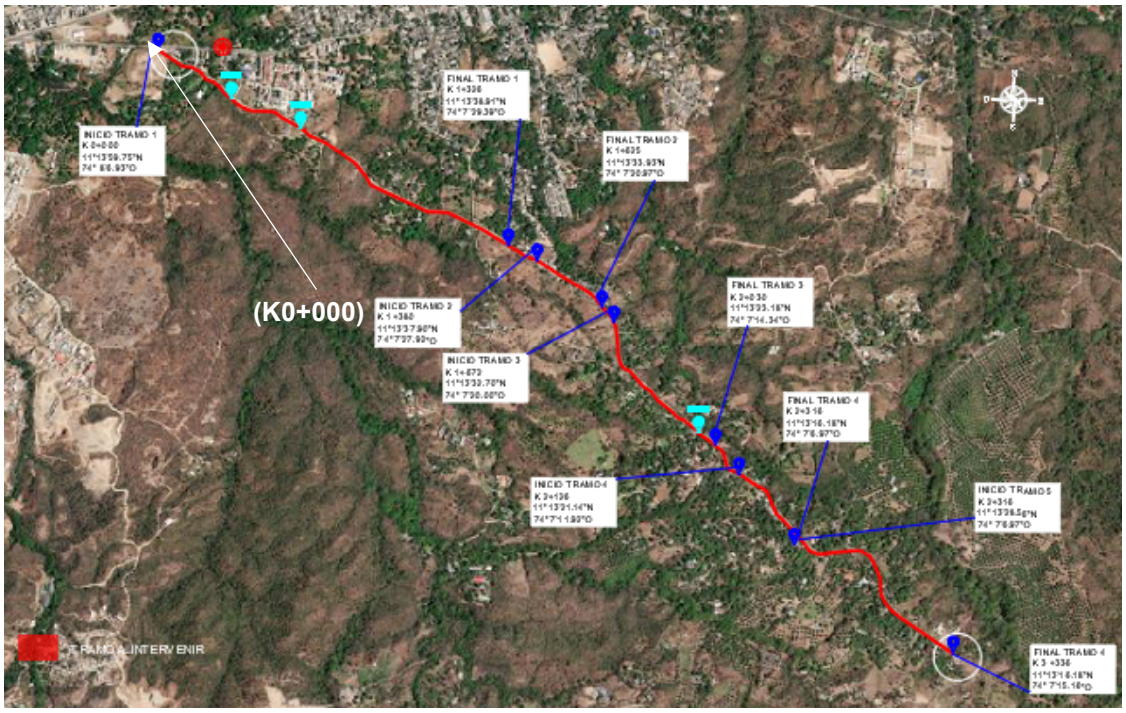


Ilustración 3. Ubicación estaciones de aforo #1.

5.1. TOMA DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA

El objetivo del Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio, es definir las características actuales del tránsito preponderante en la vía. Esta caracterización se compone básicamente de cuantificar esta variable, expresándose en el Tránsito Promedio Diario (TPD), la correspondiente composición vehicular y la distribución vehicular con respecto a cada uno de los sentidos de tráfico en la vía. La información obtenida de definir la condición actual del tráfico, es básica para la cuantificación del tránsito de diseño para las estructuras de pavimento y para la valoración de la Capacidad y del Nivel de Servicio de las condiciones actuales y futuras del corredor. Los siguientes numerales detallan las diferentes actividades ejecutadas a lo largo del estudio y el procedimiento de cálculo realizado para este objetivo.

5.1.1. Categorización de los vehículos

Se presentarán como categorías a estudiar aquellas que maneja el Instituto Nacional de Vías en los Manuales de Conteos, es decir:

- Autos A
- Buses B
- Camiones C
- De dos ejes pequeño C2 P
- De dos ejes grande C2G
- De tres y cuatro ejes C3 -C4
- De cinco ejes C5
- De seis ejes C6

6. CARACTERIZACIÓN VIAL

La vía rural en estudio presenta un tipo de vía predominantemente catalogada como terciaria de acuerdo a su jerarquización.

La jerarquización de las vías, está en función de la funcionalidad (primaria, secundaria y terciaria) y la competencia según administración (nacionales, departamentales, distritales o municipales y veredales o vecinales). De acuerdo con lo establecido en el Apéndice A de los proyectos del Plan 2500, la jerarquización se define como sigue:

- Vías primarias: Son aquellas troncales, transversales, y accesos a capitales departamentales que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Son aquellas vías que conectan los principales centros urbanos y económicos del país entre sí y a éstos con los puertos o puntos de frontera.

- Vías secundarias: Son las vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una principal. Es decir, aquellas vías que conectan los principales centros urbanos y económicos (capitales de departamento) con los municipios del mismo departamento, o a las capitales con la red primaria de carreteras.

- **Vías terciarias:** Son las vías de penetración que comunican una cabecera municipal o población con una o varias veredas, o aquellas que unen varias veredas entre sí. También son consideradas como vías terciarias, aquellas que se dirigen a centros de interés bien sea en el aspecto de colonización, de creación de riqueza o cualquier propósito definido de carácter político, turístico y/o de integración localizados en el área rural.

- Vías municipales: Son vías urbanas y/o suburbanas a cargo de los distritos o de los municipios.

7. DEFINICIONES

7.1. TRÁNSITO NORMAL

Consiste en el tránsito que existe en la vía bajo condiciones normales de operación, es decir, sin ningún agente externo que lo afecte. Su existencia está influenciada por el desarrollo histórico y las características socioeconómicas de la zona de estudio.

7.2. TRÁNSITO ATRAÍDO

Es considerado como el volumen de vehículos que se extrae de otras vías hacia una vía en estudio, éste debe ser analizado con relación a los beneficios que se originen por la puesta en marcha de una vía.

7.3. TRÁNSITO GENERADO

Es la componente del tránsito que se observa en una vía por el hecho de que exista como nueva o se mejore, induciendo la creación de viajes que anterior mente no se hacían, se realizaban a un destino diferente o por otro medio. Lo genera la propia vía y puede ser atribuido a cambios en el uso del suelo.

7.4. GENERACIÓN DE VIAJES

Es la relación entre la atracción y producción de viajes con los usos del suelo y a ciertas variables socioeconómicas de las zonas que conforma la región estudiada.

7.5. VOLÚMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTO

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo se clasifican en:

Tránsito anual (TA): Número total de vehículos que pasan durante un año. Tránsito mensual (TM): Número total de vehículos que pasan durante un mes. Tránsito semanal (TS): Número total de vehículos que pasan durante una semana. Tránsito diario (TD): Número total de vehículos que pasan durante un día. Es el número total de vehículos que pasan durante un período dado en días completos igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del período.

De acuerdo al número de días de este período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsitos promedio diario, dado en vehículos por día:

- Tránsito promedio diario anual (TPDA): TA/365
- Tránsito promedio diario mensual (TPDM): TM/30
- Tránsito promedio diario semanal (TPDS): TS/7

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Con el propósito de comparar los volúmenes de demanda de tránsito calculados bajo las condiciones futuras, equivalentes a la pavimentación de la vía del proyecto, y las intensidades de servicio determinadas para los diferentes niveles de operación, se utilizará la metodología establecida en el Manual de capacidad y Niveles de servicio para carreteras de dos carriles.

Para el desarrollo de esta metodología se tendrá en cuenta lo siguientes términos:

Capacidad de una carretera de dos carriles: Número máximo de vehículos que puede circular en un punto o un tramo uniforme de la vía en los dos sentidos, durante cierto intervalo de tiempo. Comúnmente la capacidad se expresa como vehículos por hora.

Para el cálculo de capacidad se parte de condiciones ideales, condición que posteriormente se disminuye a las condiciones particulares, estas restricciones son geométricas, de tránsito o ambientales.

Niveles de Servicio: Este concepto se utiliza para evaluar la calidad de flujo. Es "una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros". Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la comodidad, las conveniencias y la seguridad vial.

7.6. NIVELES DE SERVICIO DE UNA VÍA

Nivel de Servicio A: Describe la calidad más alta de servicio de tráfico, cuando los conductores pueden viajar a la velocidad deseada. Sin la entrada en vigor estricta, esta calidad más alta resultaría en velocidades promedio de 90 Km/h o más en las vías de dos carriles en la Clase I. La frecuencia de paso exigida para mantener estas velocidades no ha alcanzado un nivel exigente, la demanda que lleva a cabo maniobras de adelantamiento está por debajo de la capacidad de paso, y los pelotones de tres o más vehículos son raros.

Nivel de Servicio B: Caracteriza el flujo de tráfico con velocidades de 80 Km./h o ligeramente superior en terreno a nivel en las vías de dos carriles Clase I. La demanda por pasar para mantener las velocidades deseadas lega a ser significativo y se aproxima a la capacidad de paso al más bajo límite del nivel de servicio B. Los conductores se tardan en los pelotones un 50 por ciento más del tiempo. Las proporciones de flujo de servicio son de 780 vehículos livianos/h en ambas direcciones logradas bajo las condiciones básicas. Sobre esta proporción de flujo, el número de pelotones aumenta dramáticamente.

Nivel de Servicio C: Describe aumentos extensos en el flujo, produciendo aumentos notables en la formación de pelotones, y la frecuencia de paso de impedimentos. La velocidad media excede los 70 Km./h en terrenos a nivel en vías de dos carriles Clase I, aunque la demanda de paso sin restricción excede la capacidad de paso. Se presentan volúmenes más altos y encadenamiento de pelotones con reducciones

significativas en la capacidad de paso. Aunque el flujo de tráfico es estable, es susceptible a la congestión debido a los volúmenes de vehículos lentos. El porcentaje de tiempo empleado en adelantamiento puede alcanzar un 65 por ciento. La proporción de flujo de servicio suma 1,190 vehículos livianos/h en ambas direcciones, aún puede acomodarse bajo las condiciones básicas.

Nivel de Servicio D: Describe el flujo inestable. Las dos corrientes de tráfico contrarias empiezan a operar separadamente a los niveles de volumen más altos, las maniobras de adelantamiento son sumamente difíciles. Los tamaños medios de pelotones comunes, varían entre los 5 a los 10 vehículos, aunque pueden mantenerse velocidades de 60 Km./h bajo las condiciones básicas en las vías de dos carriles Clase I. La proporción de zonas de no adelantamiento a lo largo de la vía tiene una influencia pequeña. Los vehículos que realizan maniobras de giros de retorno o localizaos a la orilla del camino causan olas de sacudidas mayores en la corriente del tráfico. Se tardan los conductores en los pelotones hasta un 80 por ciento de su tiempo de viaje. Las proporciones de flujo de servicio máxima son de 1,830 vehículos livianos/h. en ambas direcciones que pueden mantenerse bajo las condiciones básicas. En las vías de dos carriles Clase II, las velocidades pueden estar por debajo de 60 Km./h, pero en ningún caso los conductores se tardan en los pelotones más del 85 por ciento de su tiempo de viaje.

Nivel de Servicio E: El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a "ceder el paso". Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de Servicio F: Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto o calzada, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

7.7. CONDICIONES IDEALES DE UNA VÍA

Las condiciones ideales de una vía son las siguientes:

- Velocidad de proyecto, igual o mayor de 90 km/h.
- Carriles de 3,65 m de ancho.
- Bermas de 1,8m o más.
- Inexistencia de tramos con prohibición de adelantamiento.
- No existencia de vehículos pesados.
- Distribución direccional 50/50.
- Ninguna restricción al tránsito principal debido a algún tipo de control o vehículos que giren.
- Terreno Plano.

7.8. CONDICIONES ACTUALES DE LOS TRAMOS VIALES EN ESTUDIO

- Velocidad de proyecto, aproximada a 30 km/h.
- Un solo carril de 5 metros de ancho.
- No existen bermas.
- No existen tramos con condiciones ideales de adelantamiento.
- No existencia de vehículos pesados.
- Distribución direccional 47/53.
- El transito es bajo.
- Terreno ondulado.

De esta manera, se concluye que la vía tiene un nivel de servicio F.

8. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para los estudios y diseños del proyecto MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA EN PAVIMENTO RIGIDO EN BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA., con el objeto de conocer los diferentes tipos de tránsito en el horizonte de un proyecto, se realizan conteos manuales de tránsito por siete días durante 12 horas consecutivas para diferentes tramos.

El objeto de los conteos manuales de tránsito es establecer la magnitud y la clase de vehículos que circulan por un sector de carreteras considerado homogéneo. Los aforadores ubicados en un punto estratégico cuentan y clasifican los vehículos de acuerdo a las siguientes categorías:

1. Automóviles (A)
2. Buses (B)
3. Camiones pequeños de dos ejes (C2-P)
4. Camiones grandes de dos ejes (C2-G)
5. Camiones de tres ejes y cuatro ejes (C3-C4)
6. Camiones de cinco ejes (C3-S2)
7. Camiones de seis o más ejes (C3-S3)

Cabe mencionar que los tipos de vehículos y volúmenes que transitarán por estas vías terciarias se encuentran limitados por el tipo de proyecto que nos ocupa, por el ancho de vía de 6.0 m, estando influenciada fuertemente por el tráfico de los camiones de carga que transportan las producciones agrícolas de la zona la cual se desarrolla en el área de influencia.

9. METODOLOGÍA DESARROLLADA

9.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR CONTEOS

Con los resultados obtenidos de los conteos manuales realizados en las estaciones de conteo utilizadas, se calcula el volumen de tránsito vehicular en forma de TPDs. y su composición vehicular por tipo de vehículo, la desviación estándar, el total de los camiones y su discriminación de acuerdo a las diferentes categorías.

9.2. PERIODO DE DISEÑO

Teniendo en cuenta los planes de mantenimientos departamental y municipal, se establece un periodo de diseño de 20 años como vida útil del pavimento, con una tasa de crecimiento del 3% acorde con la economía regional de la zona en estudio

9.3. DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE VEHÍCULOS

Para el caso del proyecto MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA EN PAVIMENTO RIGIDO EN BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA., el resumen de la distribución de vehículos obtenida mediante los conteos de las estaciones de aforo se presenta a continuación.

ESTACION #1 TRAMO 1										
FECHA	DIA	TIPO DE VEHICULO								
		AUTOS	BUSES	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	TOTAL
9-oct-23	Lunes	37	6	19	4	10	3	0	0	79
10-oct-23	Martes	33	5	16	6	11	16	0	0	87
11-oct-23	Miércoles	37	3	13	5	11	3	0	0	72
12-oct-23	Jueves	36	1	18	11	17	9	0	0	92
13-oct-23	Viernes	42	2	21	7	11	0	0	0	83
14-oct-23	Sábado	45	5	22	8	18	8	0	0	106
15-oct-23	Domingo	61	3	26	8	12	4	0	0	114
TOTAL CONTEO		291	25	135	49	90	43	0	0	633
TOTAL TPD		42,0	4,0	19,0	7,0	13,0	6,0	0,0	0,0	**90,0**

Tabla 1. Distribución típica vehicular estación 1.

9.4. TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁNSITO

La tasa de crecimiento del tránsito se adopta teniendo en cuenta las recomendaciones del INVIAS para vías con bajos volúmenes de tránsito. En la Tabla 8 se presentan las tasas de crecimiento para los niveles de tránsito considerados en la metodología de diseño. Para el caso de estudio, se ha adoptado una tasa de crecimiento del tránsito del 3%, además de tener en cuenta el último informe emitido de la tasa de crecimiento del sector del parque automotor.

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

Tabla 2. Tasa promedio de crecimiento del transito

9.5. FACTORES DE DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO

Para la conversión de vehículos a ejes equivalentes de 80Kn se utilizaron los factores de daño por tipo de vehículo recomendado por el INVIAS, estos se presentan en la Tabla 9.

Tipo de vehículo	Factor de daño (FD)	
	Vacío	Cargado
Autos		0.0
Bus grande		1.0
C2p	0.01	1.01
C2g	0.08	2.72
C3-C4	0.24	3.72
C5	0.25	4.88
> C5	0.26	5.23

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional de Vías

Tabla 3. Factor daño por tipo de vehículo

9.6. TRÁNSITO ACUMULADO EN EJES EQUIVALENTES DE 80KN

Para el cálculo del tránsito equivalente se procedió a tomar la distribución de vehículos arrojados del estudio de tránsito realizado y aplicado el método de la AASTHO para calcular el número de ejes equivalente se tuvo en cuenta el periodo de diseño, la tasa de crecimiento, el factor por sentido y el factor por carril y se utilizó la siguiente expresión:

r =		Tasa de crecimiento	$(G)(Y)=\frac{(1+r)^Y-1}{r}$
n=		Periodo de diseño	
G =		Factor de de crecimiento	
Fd=		Factor de Distribución en Dirección	(G)(Y) = 25.54 TRNSITO PROYECTADO
Fc=		Factor de Distribución por Carril	

$$Eequiv=\sum_{i=1}^{i=m} FACTORCAMIÓN_i \times TPD_i(G)(Y)(Fd)(Fc)\times 365$$

Ilustración 4. Expresión utilizada para el cálculo de ejes equivalentes.

ESTACION #1

CÁLCULO DE TRÁSITO DIARIO EQUIVALENTE Y TOTAL	
OBRA:	MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA EN PAVIMENTO RIGIDO EN BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

TOTAL CONTEO	633
FACTOR SENTIDO	0,5
ESTACION	#1

TASA DE CRECIMIENTO %		3
FACTOR CARRIL		1
PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		20

VEHÍCULOS	PORCENTAJE	NUM VEHICULOS DIARIOS	FACTOR DAÑO	TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO	NUMERO DE VEHÍCULOS ACUMULADOS
VEHÍCULO	%	633			
AUTOS	45,97%	291	0	0	0,0
BUSES	3,95%	25	1	25	17513,7
CAMIONES	50,08%	317			0,0
C2 PEQUEÑO	42,59%	135	1,01	136,35	95519,9
C2 GRANDE	15,46%	49	2,72	133,28	93369,2
C3-C4	41,96%	133	3,72	494,76	346603,6
C5	0,00%	0	4,88	0	0,0
	TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO			**789,39**	

Tabla 4. Transito equivalente total acumulado estación 1.

Debido a la ubicación de los tramos, se deben tener en cuenta diseños independientes para cada uno de ellos, teniendo en cuenta los datos obtenidos.

Por lo tanto, el transito obtenido teniendo en cuenta la Clasificación Del Manual De Diseño De Pavimento En Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de transito es:

Para el tramo 1, la vía a intervenir en pavimento rígido presenta en la estación 1, un tránsito promedio diario de 90 vehículos; clasificándose con un valor entre 0 y 200 TPDs; un valor de 553.006,4 ejes acumulados de 8.2t el cual es menor a 1.000.000.

Teniendo en cuenta la clasificación del INVIAS como se observa en la siguiente tabla, se concluye que ambos grupos están en la categoría de transito To.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8,2 t
T_o	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Tabla 3-1. Categorías de tránsito para la selección de espesores

En la Tabla 3-1 las siglas tienen el siguiente significado:	**M:** Medias
Vt: Vía terciaria	**A:** Anchas
Vs: Vía secundaria	**CC:** Carreteras de 2 direcciones
Vp: Vía principal	**MC:** Carreteras multicarriles
E: Estrechas	**AP:** Autopistas

Tabla 5. Categoría de tránsito para la selección de espesores INVIAS

10.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El Nivel de Servicio actual de los tramos se determinó que es F.
- Para el tramo 1 los valores que se obtuvieron de la estación #1 fueron: un tránsito promedio diario de **90** vehículos y un valor de 553.006,4 ejes acumulados de 8.2t.
- Teniendo en cuenta la clasificación del INVIAS como se observa en la tabla 7, y los resultados de las estación #1 , la cual se ubicó en puntos estratégicos para obtener un conteo lo más preciso posible, según los datos obtenidos, se clasifican ambos tramos con un nivel de transito T0.
- Con los valores establecidos en este estudio de transito se puede mencionar que para el diseño de los espesores de la capa de pavimento rígido prevalecerá la clasificación establecida por las normas del INVIAS para vías rurales con bajos volúmenes de tránsito.
- El crecimiento vehicular se tomó de acuerdo al crecimiento del parque automotor, que es del 3%, sustentado en el documento "INFORME VEHICULOS DICIEMBRE
- COLOMBIA, 2019. ASOCIACIÓN NACIONAL DE MOVILIDAD SOSTENIBLE".
- Se deben cumplir con las especificaciones técnicas de características y colocación de los materiales según lo establece el Instituto Nacional de Vías INVIAS.
- Para posteriores diseños en la zona se recomienda realizar nuevos estudios de tránsito, ya que la población flotante de la zona se encuentra en constantes variaciones por migraciones causadas por factores económicos y climáticos.

Jose Lacouture Y

JOSE ALBERTO LACOUTURE
INGENIERO CIVIL
021037-0622481 ATL

BIBLIOGRAFIA

Resolución 001782 de 2009, ministerio de transporte, donde se modifica el art 8 de la resolución 4100 de 2004 - ministerio de transporte

Resolución 0022888 de octubre de 2005- ministerio de transporte

Manual de diseño de pavimentos de concreto para vias con bajos, medios y altos volúmenes de transito, invias

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington : AASHTO, 1986. 1993. 1998. 2 vol

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Especificaciones generales de Construcción de carreteras. Bogotá : INVIAS, 2007.

GARCIA ALADIN, Maria Fernanda. Catalogo de diseño de pavimentos rígidos de la PCA adaptado a las condiciones de tránsito colombianas. Popayán: UNICAUCA, 2002. 385 p.

MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 1998. 759 p