MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

CONTRATO No. 347-2025

ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS URBANOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA

VOLUMEN I

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Consultor: EDIFICAR COLOMBIA INGENIERIA SAS

JUNIO DE 2025

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Santander de Quilichao cuenta con algunas vías urbanas en pavimento rígido y flexible, cuya construcción supera los 30 años y presentan un grado alto de deterioro, evidenciando fallas tales como:

- ✓ Daños en juntas: separación de juntas longitudinales y deterioro del sello.
- ✓ Deterioro superficial: Desportillamiento de juntas, descascaramiento, desintegración, baches, pulimento, escalonamiento de juntas, levantamiento, parches, entre otros
- ✓ Otro tipo de deterioros: fisuración por durabilidad, ondulaciones entre otros.

Al igual que muchas otras vías las cuales se encuentran en afirmado, del cual se le realiza un mantenimiento periódico con el fin de que la comunidad pueda realizar el tránsito por las mismas con afectaciones menores a los vehículos. El evidente deterioro que presenta de manera constante en las vías de la cabecera municipal incide de manera negativa en la movilidad del sector, generando reducciones de velocidad en longitudes muy cortas, además de la acumulación de agua en los baches, que afectan tanto el tránsito de vehículos motorizados como no motorizados y peatones.

El presente volumen contiene el estudio de tránsito en cumplimiento del contrato de consultoría No. 347-2025 que tiene por objeto: Elaboración de los estudios y diseños requeridos para la construcción de pavimentos urbanos en la cabecera municipal del Municipio de Santander de Quilichao Cauca y cumple con la normatividad vigente por el Instituto Nacional de Vías para este tipo de diseños.

Las vías objeto de estudio y diseño son las siguientes:

No.	Descripción	Long (m)
1	Calle 3 Entrada Asomasol	100
2	Calle 3 Sur entre Carreras 17a y 18	60
3	Calle 4 Sur con Carrera 18a y 18b	42
4	Calle 4 Sur entre Carreras 17a y 18	50
5	Calle 4 con carrera 28 callejón Golu	80
6	Carrera 20 Entrada Vida Nueva	51
7	Entrada La Esperanza	185
8	Entrada Santa Inés	270
9	Entrada Sena	175
10	Polideportivo Porvenir	43
	SUMA	**1.056**

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de tránsito con los componentes requeridos para efectuar los estudios y diseño de las calles objeto del proyecto "ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS URBANOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO CAUCA**",** siguiendo recomendaciones y/o lineamientos dados en los manuales de diseño del Instituto Nacional de Vías.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el tránsito promedio diario de las vías en estudio.
- Realizar la proyección más adecuada para poder cuantificar el tránsito de las vías en estudio.
- Analizar la información de tránsito existente del proyecto.
- Determinar el número de ejes equivalentes de 80KN en el periodo de diseño por el carril de diseño, así como el espectro de cargas.

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado en el Departamento del Cauca, en el municipio de Santander de Quilichao, a una altura aproximada de 1,071 m.s.n.m. El municipio de Santander de Quilichao está ubicado en la República de Colombia, en el sector Norte del Departamento del Cauca, a 97 km al norte de Popayán y a 45 km al sur de Santiago de Cali, Valle del Cauca.

El municipio de Santander de Quilichao limita al norte con los municipios de Jamundí y Villa Rica, al sur con el municipio de Caldono, al occidente con el municipio de Buenos Aires, al oriente con los municipios de Caloto y Jambaló. Su posición geográfica respecto al meridiano de Bogotá es de 3º 0' 38" Latitud Norte y 2º 23' 30" Latitud Oeste.

La extensión total del municipio de Santander de Quilichao es de 518 km2, de la cual la extensión del área urbana representa 8,58 km2 y la extensión del área rural representa 509,42 km^2.

A continuación, se presenta la localización del proyecto.

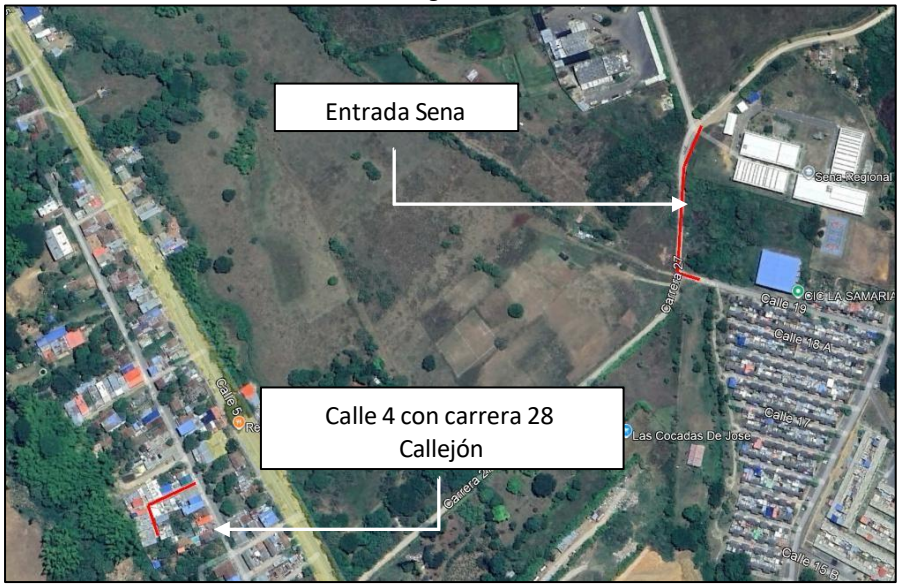
Ilustración 1. Ubicación del Municipio Santander de Quilichao, Depto del Cauca



Fuente: Wikipedia

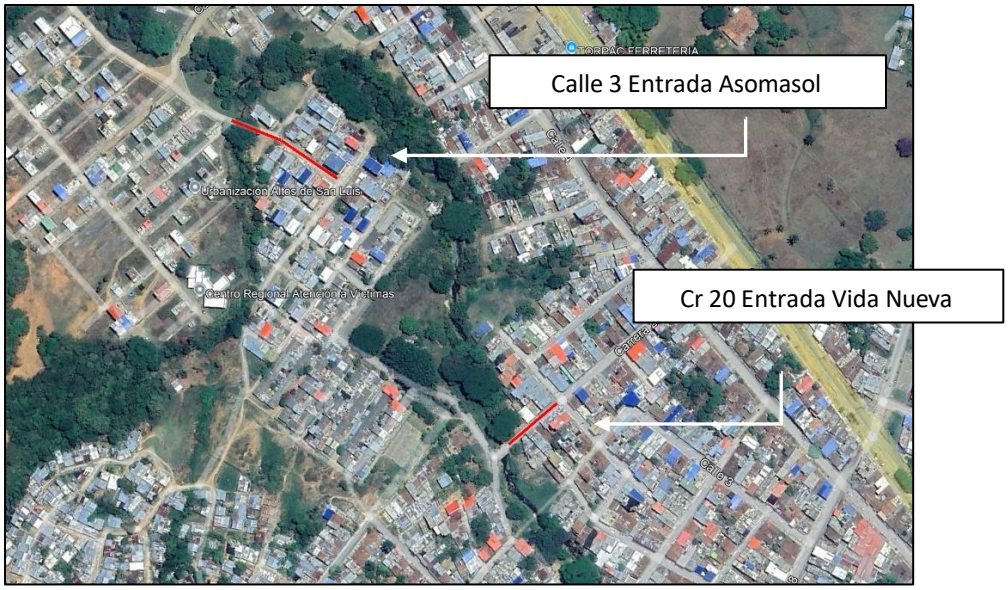
En las siguientes imágenes se ubican las vías con respecto a su lugar en la cabecera municipal:

Imagen No 1



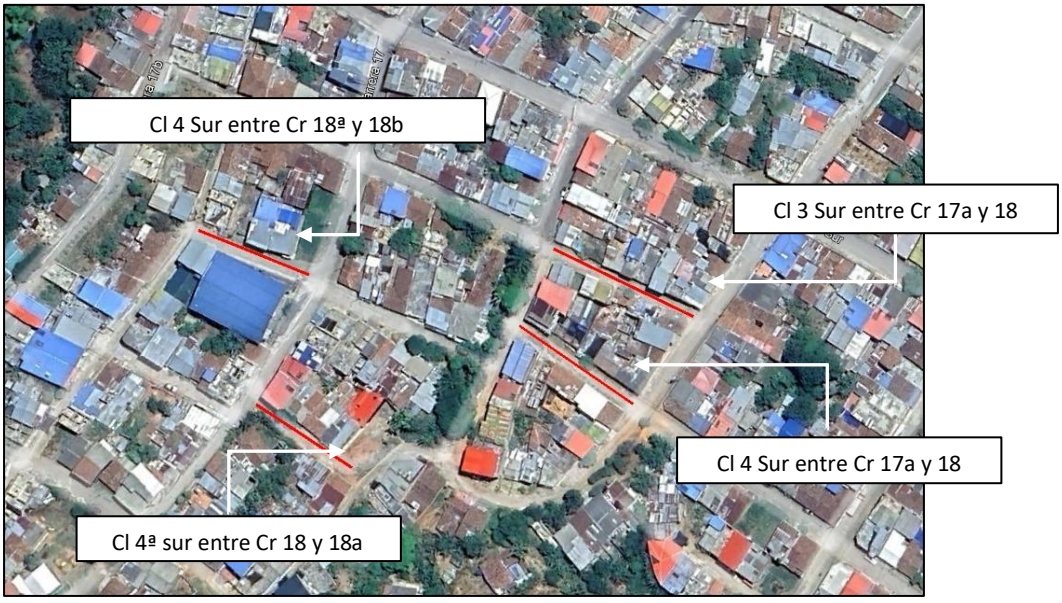
Fuente: Google maps

Imagen No 1



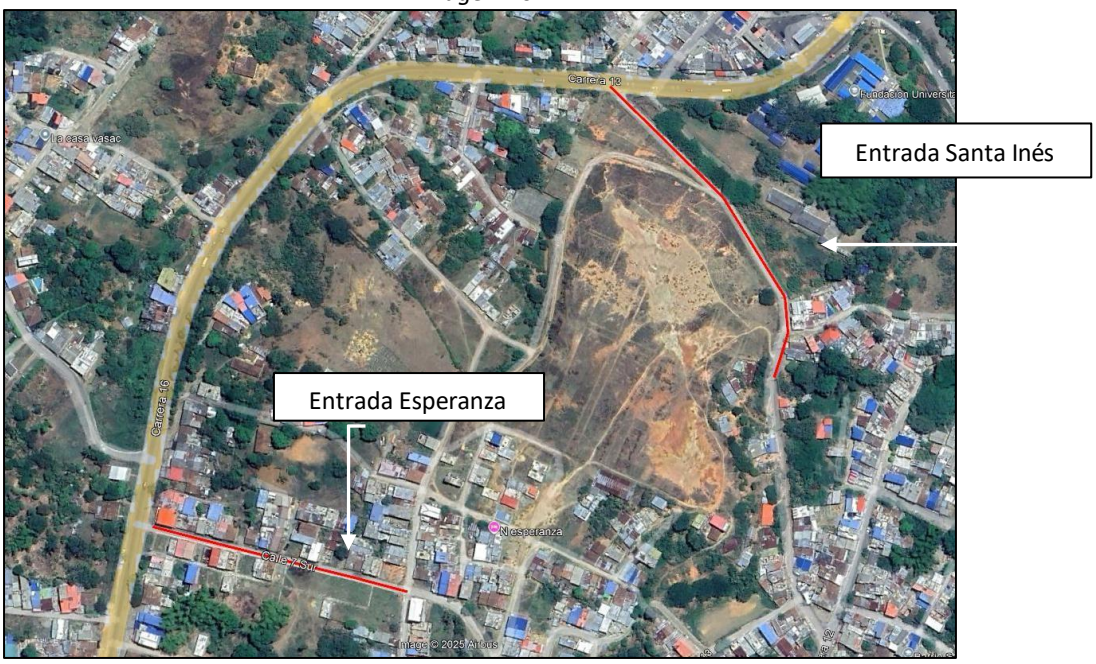
Fuente: Google maps

Imagen No 3



Fuente: Google maps

Imagen No 4



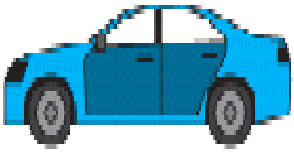
Fuente: Google maps

4. METODOLOGÍA TRABAJO DE CAMPO

Puesto que las vías a estudiar son de tránsitos bajos, con restricciones geométricas para circulación de vehículos articulados tales como C3-S2 y C3-S3, y con anchos de vía existentes entre 4 y 5m, la metodología empleada fue realizar una encuesta de aforo vehicular y/o conteo de aforo vehicular sobre los tramos a intervenir, con lo cual se determinó un tránsito promedio diario semanal.

Los formatos utilizados presentan imágenes de los distintos tipos de vehículos que pueden circular por la vía, como se muestran a continuación:

AUTOMOVILES












BUS PEQUEÑO






BUS GRANDE








C2P (PEQUEÑO)










CHIVA PEQUEÑA

C2G (GRANDE)





CHIVA GRANDE (NORMAL)





C3










Los formatos utilizados en la encuesta de aforos vehiculares fueron los siguientes:

Ilustración 1. Formato encuesta de aforo vehicular

CONTEOS MANUALES DE TRANSITO ESTACIÓN: Entrada La Esperanza Municipio de Santander de Quilichao - Departamento del Cauca											
FECHA:						Estación: CAMPO SANO					
HORA	PERIODO	AUTOS	BUSETAS	BUSES	C2P	C2G	C-3	C2-S2	C3-S2	C3-S3	TOTAL PERIODO
5:00 a 6:00 AM	00 a 15										
	15 a 30										
	30 a 45										
	45 a 60										
6:00 a 7:00 AM	00 a 15										
	15 a 30										
	30 a 45										
	45 a 60										
7:00 a 8:00 AM	00 a 15										
	15 a 30										
	30 a 45										
	45 a 60										
8:00 a 9:00 AM	00 a 15										
	15 a 30										
	30 a 45										
	45 a 60										
9:00 a 10:00 AM	00 a 15										
	15 a 30										
	30 a 45										
	45 a 60										
10:00 a 11:00 AM	00 a 15										
	15 a 30										
	30 a 45										
	45 a 60										

Fuente: Elaboración propia

4.1 UBICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA DE AFORO VEHÍCULAR

Las encuestas de aforo vehicular se realizaron en las siguientes ubicaciones:

Estación No.	Nombre	Coordenada	
		N	W
1	Entrada La Esperanza	3°00´08"	76°29´31"
2	Calle 4 - Carrera 17	3°00´40"	76°29´19"

Imagen No 5: Localización Estación de Conteo 1 – Entradas La Esperanza



Fuente: Google maps

Imagen No 6: Localización Estación de Conteo 2 – Calle 4 con Carrera 17



Fuente: Google maps

4.2 CUANTIFICACIÓN DEL TRÁNSITO.

4.2.1 RESULTADOS AFOROS DE TRÁNSITO.

Se utilizó el método tradicional de los conteos durante determinad y a continuación, se presenta el resultado respectivo:

Se realizaron conteos entre los días 20 y 24 de mayo de 2025, durante doce (12) horas continuas las 6:00 a.m. y las 6:00 p.m. Para llevar el conteo de 14 a 24 horas, se evaluó un factor de expansión a partir de conteos realizados durante 24 horas en otras calles similares.

Se estimó un factor de expansión promedio de un valor de factor del 15%.

Tabla 1. Resultados conteo Estación 1 – Entrada La Esperanza

	Autos	Bus Pequeño	Bus Grande	C2P	Chivas y C2G	C3	C4	C3-S2	C3-S3	R1	R2	R3	Tractor (2)	Tractor (3)	VII 6
Factores ADES :	1	3	3	3	3	3		3							
% Crecimiento :	5,22	3,52		5,31											

DIA	PROMEDIO														
	Autos	Bus Pequeño	Bus Grande	C2P	Chivas y C2G	C3	C4	C3-S2	C3-S3	R1	R2	R3	Tractor (2)	Tractor (3)	VII 6
1	58	1	0	8	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	57	1	0	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	63	0	0	10	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	38	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	40	3	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Factor de Estacionalidad																
Promedio	**37**	**1**	**0**	**5**	**6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,00**	**49**
TPD´s (sin motos)																
% Distribución (sin motos) :	**75,74**	**1,48**	**0,00**	**10,36**	**12,13**	**0,3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,00**	
Transito Atraido :	del Normal															
Transito Generado :	del Normal															
TPDS Atraido :	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**0**	**0**	**0,00**	**0**
TPDS Generado :	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**0**	**0**	**0,00**	**3**
TPDS Total :	**39**	**1**	**0**	**5**	**6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**51**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Resultados conteo Estación 2 – Calle 4 con Carrera 17

	Autos	Bus Pequeño	Bus Grande	C2P	Chivas y C2G	C3	C4	C3-S2	C3-S3	R1	R2	R3	Tractor (2)	Tractor (3)	VII 6
Factores ADES :	1	3	3	3	3	3		3							
% Crecimiento :	5,22	3,52		5,31											

DIA	PROMEDIO														
	Autos	Bus Pequeño	Bus Grande	C2P	Chivas y C2G	C3	C4	C3-S2	C3-S3	R1	R2	R3	Tractor (2)	Tractor (3)	VII 6
1	88	10	3	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	95	8	5	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	110	0	0	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	95	7	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	85	9	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Factor de Estacionalidad																
Promedio	**68**	**5**	**1**	**4**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,00**	**81**
TPD´s (sin motos)																
% Distribución (sin motos) :	**83,87**	**6,03**	**1,42**	**4,43**	**4,08**	**0,18**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,00**	
Transito Atraido :	del Normal															
Transito Generado :	del Normal															
TPDS Atraido :	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**0**	**0**	**0,00**	**0**
TPDS Generado :	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**0**	**0**	**0,00**	**4**
TPDS Total :	**72**	**5**	**1**	**4**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**86**

Fuente: Elaboración propia

4.3 PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR.

De acuerdo con los resultados del tránsito y el crecimiento obtenido, se procede a realizar la proyección del tránsito para cada una de las dos estaciones:

4.3.1 Tránsito Normal.

A continuación, se presenta la proyección de los vehículos partiendo de la información obtenida de la encuesta y el crecimiento definido. Cabe mencionar que la toma de información de las encuestas de aforo vehicular se realizó en el año 2022, sin embargo, este se proyecta hasta el año 2025, año en que se realizaría la construcción del proyecto y a partir del año 2026 entraría en funcionamiento, por lo que el periodo de diseño se cuantificaría a partir del año 2026.

4.3.2 Tránsito atraído.

Es el tránsito que utilizará el proyecto, por las ventajas o beneficios que ofrece y hoy hace uso de otra infraestructura; hace referencia al tráfico que cambia su costumbre de viaje debido al mejoramiento, pavimentación o construcción de una opción vial. Las calles existentes cuentan con buenas condiciones de transitabilidad y debido a que no se tiene una vía que cumpla una función similar, no se esperarían cambios en el comportamiento de los usuarios de esta carretera.

4.3.3 Tránsito generado.

Es el que se origina por el proyecto mismo, debido a mejores condiciones de oferta. Generalmente se refiere al tránsito nuevo por efecto del desarrollo del área de influencia. En proyectos de vías con tránsito bajo (TPD<500), es posible considerar el tránsito generado como un porcentaje del tránsito normal, en función de la clasificación del área donde se va a realizar el proyecto y de la población beneficiada. Para definir el valor, se utilizó la siguiente tabla, tomada del Instituto Nacional de Vías INVIAS.

Tabla 3. Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal

Clasificación del área del proyecto	Población beneficiada, hab	Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal
Área con potencial minero alto	Menos de 5000 5000 o más	3.0 6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000 5000 o más	2.5 5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000 5000 o más	2.0 3.5
Área de bajo potencial de desarrollo		1.5

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito – INVIAS

El valor de tránsito generado representa el incremento que puede llegar a tener el tráfico tras la construcción o mejoramiento de la vía, dado el aumento de oportunidades de comercio y producción generados por el proyecto.

Partiendo de los datos de población, y de la información obtenida en la región, se clasifica el área del proyecto como potencial agrícola alto, con una población beneficiada por el proyecto de más de 5000 habitantes. Por lo tanto, se determina el tránsito generado como el 5.5% del tránsito normal.

4.3.4 Tránsito durante el proceso constructivo

Se considera que, durante la construcción del pavimento, se proyecta que circulen el primer año los vehículos camiones tipo C2G y C3 para el transporte de materiales. El año estimado de construcción es el 2026, por lo que se adicionaran estos vehículos al tránsito promedio diario de ese año (2026). Para el cálculo del tránsito de construcción se toma como valor más crítico, la mayor distancia de los tramos que corresponden al municipio.

Tabla 4. Cálculo del tránsito durante el proceso constructivo

TRANSITO CONSTRUCTIVO	
	1 SOLO CARRIL
# VOLQUETAS 6m3 C2G - (1 año)	439
# CARROS 8m3 C3 - (1 año)	125
Transporte de equipos - (1 año)	36
	1 SOLO CARRIL
TOTAL C2G DIARIO	**1**
TOTAL C3 DIARIO	**0.4**

Fuente: Elaboración propia

4.4 Ejes equivalentes y espectro de carga.

Se procederá a estimar el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño por el periodo de diseño (N), para lo cual se determinarán los factores daño de los vehículos con la metodología simplificada de la cuarta potencia para pavimentos flexibles (con la carga de referencia actualizada de acuerdo a Sánches Sabogal & Campagnoli Martínez, 2016).

Las cargas a utilizar en el diseño serán las máximas legales de acuerdo a la RESOLUCIÓN 004100 DE 2004 del Ministerio de Transporte “por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional.” Y modificada por la RESOLUCIÓN 001782 DE 2009.

$$FACTOR\ DAÑO = \left(\frac{Pi}{Pr}\right)^{n}$$

Donde: Pi=Peso eje en toneladas, Pr=Carga equivalente de referencia sobre un eje estándar con el mismo número de ejes y n=4.

Tabla 5. Tabla Factor daño para pavimento flexible

FACTOR DAÑO CUARTA POTENCIA PAVIMENTO FLEXIBLE (ACTUALIZANDO CARGAS REFERENCIA)					
TIPO	PESO BRUTO MAXIMO (Ton)	CARGA (Ton)			Calculo Factor Daño
		EJE DELANTERO	EJE TRASERO	EJE REMOLQUE	
Camionetas, microbuses, camiones pequeños	4.5	1.3	3.2		**0.06**
Microbus	6	2.4	3.6		**0.06**
BUS PEQUEÑO	11.3	3.6	7.7		**0.89**
CAMION C2 PEQUEÑO	8.5	2.5	6		**0.31**
CAMION C2 GRANDE	17	6	11		**4.12**
CAMION C3	28	6	22		**6.18**
CAMION C4 (tipo 2)	36	6	11	19	**7.06**
CAMION C5	48	6	21	21	**9.68**
CAMION C6	52	6	22	24	**8.47**

Fuente: Elaboración propia

Con la información del tránsito total, factor daño para pavimento flexible se procederá a calcular el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril y periodo de diseño:

$$Número\ de\ Ejes\ equivalentes\ de\ 8.2\ toneladas\ = TPD * Factor\ daño$$

Posteriormente se suman todos los ejes equivalentes del periodo de diseño y se multiplica por 365 días.

Se toma un factor sentido = 1 debido a la distribución del tránsito.
El factor carril =1 debido a que solamente hay un carril por sentido.
Se realizará la proyección del tránsito de acuerdo a la ecuación de regresión calculada y la gráfica con una confiabilidad del 80% (Zr = 0.842.)

Tabla 6. Niveles de confiabilidad recomendadas por AASHTO-1993

Tabla 5.44 Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras		
Clasificación	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales y otras	85 -99.9	80 -99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de Tránsitos	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 -80	50 -80

Los valores de desviación estándar normal Zr a partir de la confiabilidad:

Tabla 7. Valores del parámetro desviación estándar normal

Confiabilidad	Zr
70%	0.524
75%	0.674
80%	0.842
85%	1.036
90%	1.282
95%	1.645
96%	1.751
97%	1.881
98%	2.055
99%	2.328

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito de INVIAS, 2007.

El periodo de diseño se elige de acuerdo a la durabilidad de la mezcla asfáltica de 10 años y de 20 años para el concreto hidráulico.

Tabla 8. N para pavimento flexible camino ancestral Puente limón

AÑO #	AÑO DE PROYECCIÓN	Motos	Autos	Bus Pequeño	Bus Grande	C2P	Chivas y C2G	C3	C4	C3-S2	C3-S3	TOTAL (sin motos)	N diario Pav. Flexible
0	2022	318	26	0	0	6	6	5	0	0	0	43	57,5
0	2023	342	28	0	0	6	6	5	0	0	0	46	61,7
1	2024	367	30	0	0	7	8	6	0	0	0	50	74,0
2	2025	395	32	0	0	7	7	6	0	0	0	53	71,3
3	2026	424	35	0	0	8	8	7	0	0	0	57	76,6
4	2027	456	37	0	0	9	9	7	0	0	0	62	82,4
5	2028	490	40	0	0	9	9	8	0	0	0	66	88,5
6	2029	527	43	0	0	10	10	8	0	0	0	71	95,1
7	2030	566	46	0	0	11	11	9	0	0	0	77	102,2
8	2031	608	50	0	0	11	11	10	0	0	0	82	109,9
9	2032	654	53	0	0	12	12	10	0	0	0	88	118,1
10	2033	702	57	0	0	13	13	11	0	0	0	95	126,9

Factor sentido	1.00
Factor Carril	1.00
Periodo de diseño (años)	10
Año inicio estimado	2024
N total pavimento flexible (ejes equivalentes 8.2 toneladas)	344 961
Confiabilidad	80%
Zr	0.841
N total corregido pavimento flexible (ejes equivalentes 8.2 toneladas)	**380 032**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Especto de cargas

	NUMERO DE VEHICULOS ACUMULADOS	EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE				SIMPLE RUEDA DOBLE			EJES TANDEM				TRIDEM
		2,5	3,6	6	7	6	7,7	11	19	21	21,1	22	24
Bus Pequeño	0		0				0						
CAMIONES													
C2P	120274	120274				120274							
C2G	120758			120758				120758					
C3	100405			100405								100405	
C4	0			0				0	0				
C3S2 (C5)	0			0						0			
C3S3	0			0						0			0
TOTAL		120274	0	221163	0	120274	0	120758	0	0	0	100405	0

Fuente: Elaboración propia