

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.



ALCALDÍA MUNICIPAL DE MONTERREY

CONTRATO DE CONSULTORÍA

00388 DE 2022

OBJETO.

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN
CONCRETO HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL
MUNICIPIO DE MONTERREY CASANARE.**

**SECTOR 2.
BARRIO RIVERAS DE SAN ANDRÉS
BARRIO 15 DE SEPTIEMBRE
BARRIO PALMARES**

ESTUDIO DE TRÁNSITO

MONTERREY – CASANARE 2023

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO
DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY CASANARE.**



TABLA DE CONTENIDO

- 12. ESTUDIO DE TRANSITO
- 12.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN
- 12.3 OBJETIVO DEL COMPONENTE
- 12.4 LOCALIZACIÓN
- 12.4 LOCALIZACIÓN
- 12.5 MEMORIAS DE CALCULO TRANSITO MÉTODO AASTHO.
- 12.5.1 VARIABLES PARA LA DETERMINACIÓN DEL TRANSITO
- 12.5.1.1 AFOROS VEHICULARES
- 12.5.2 TRANSITO DE DISEÑO.
- 12.5.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTO RÍGIDO.
- 12.5.2.1.1 FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJE.
- 12.5.2.1.2 CONSIDERACIONES PARA DETERMINACIÓN TRANSITO DE DISEÑO.
- 12.6 MEMORIAS DE CALCULO ESTIMACIÓN DE TRANSITO Y DE CARGAS DE DISEÑO MÉTODO PCA
- 12.6.1 VARIABLES PARA LA DETERMINACIÓN DEL TRANSITO

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



12. ESTUDIO DE TRANSITO

12.1 INTRODUCCIÓN

Con la palabra tránsito se designa la suma de todos los vehículos que pasan por una vía durante un tiempo determinado. Sin embargo, esa definición tan simple encierra algunas implicaciones, la primera tiene que ver con el hecho de tener que predecir para períodos largos, cuantos vehículos pasarán por la vía objeto de la pavimentación, con qué características y especialmente cuanto pesan.

El diseño de los pavimentos se debe hacer sabiendo cuanto van a pesar los ejes que van a pasar por la vía durante su vida útil, esto es imposible de realizar en la práctica. Por fortuna los métodos de diseño de pavimentos permiten que se hagan simplificaciones en la determinación del tránsito a través de proyecciones.

En el presente capítulo se mostrará como se determinó la variable tránsito de diseño y para ello se utilizarán las herramientas que proponen los diferentes métodos de cálculo de espesores y consideraciones acerca de la utilización de las vías.

12.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En el caso de los pavimentos de concreto las cargas que dañan la estructura y por lo tanto las que se deben tener en cuenta son las más grandes, aunque no necesariamente las más frecuentes.

La determinación de la variable tránsito se puede hacer con diferentes grados de aproximación. Las más precisas parten del análisis de registros históricos de conteos y pesajes sobre la vía que se va a pavimentar. Los conteos permiten que se haga una proyección, con la idea de que el tránsito pasado permite predecir el que pasará. Por su parte los menos precisos se hacen teniendo en cuenta el ancho y el tipo de la vía que se tiene, o con base en algunas consideraciones acerca del servicio que va a prestar la vía.

Para determinar la variable tránsito y su implicación en el diseño de la estructura de pavimento se adoptará la metodología empleada por el INVIAS así como la establecida por los métodos Portland Cement Association -PCA- versión 1984 y de la American Association of State Highway And Transportation Officials -AASHTO- versión 1993.

12.3 OBJETIVO DEL COMPONENTE

Determinar la variable tránsito y su incidencia en la estructura de pavimento usando metodologías INVIAS, AASTHO y PCA

12.4 LOCALIZACIÓN

En el capítulo 1 del presente estudio se observa la localización, el registro fotográfico y coordenadas de las vías en estudio.

12.5 MEMORIAS DE CALCULO TRANSITO MÉTODO AASTHO.

12.5.1 VARIABLES PARA LA DETERMINACIÓN DEL TRANSITO

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



La variable tránsito para el diseño de este caso particular se realizó de conformidad con el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Tránsito del INVIAS, pues las vías en estudio tienen un bajo volumen de tráfico y no se cuentan con datos estadísticos o niveles de tránsito existente, por lo tanto se tiene en cuenta las siguientes consideraciones particulares de la vía a la hora de calcular el tránsito promedio diario y el TPD de ejes equivalentes.

1. Son vías residenciales o locales
2. Se tienen anchos de vía que oscilan entre los 5 y 7 mts lo cual dificulta la transitabilidad de camiones.
3. De acuerdo a los aforos realizados se evidencia que es esporádico el tránsito de camiones
4. Los concretos rígidos usualmente se diseñan para una vida útil de 20 años llegando incluso hasta los 50 años.

La vía no cuenta con series históricas. El Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Tránsito del INVIAS tiene una metodología para determinar la componente de tránsito normal, se puede estimar con la realización de un conteo vehicular y con ajustes por estacionalidad, por ello se realizaron aforos vehiculares por hora del día y por tipo de vehículo, y en un período diario no inferior a las 18 horas se anexa al presente estudio los aforos vehiculares desarrollados.

12.5.1.1 AFOROS VEHICULARES

En el anexo 12-1 se adjuntan los formatos de los aforos vehiculares realizados en la zona en estudio

Una vez realizado los aforos se encontró, que el tránsito de automóviles es el mas significativo, y de manera esporádica hay tránsito de vehículos comerciales C-2P, C2G, C3 y C4.

Tabla 12-1 Tránsito promedio diario TPDs obtenidos de los aforos realizados.

DESCRIPCIÓN	PROM.
Autos	147.33
Bus	0
Bus Metropolitano	0
C-2P	2.33
C-2G	1.00
C3 - C4	1.67
C5	0
> C5	0
TOTAL	152.33
TOTAL VEH COMERCIALES	5.0

Fuente. Propia

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Como se puede observar el tránsito es muy bajo, por ello para su determinación se hará un análisis con el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito. Esta publicación es parte del esfuerzo que el Ministerio de Transporte, hace para que los ingenieros, los planificadores del desarrollo, las autoridades municipales y departamentales, los evaluadores de proyectos y en general todos los que tienen que ver con la implementación, concepción y desarrollo de la infraestructura vial, tengan herramientas confiables para escoger el pavimento más adecuado para unas condiciones específicas, en las que se incluyen muchas variables, de difícil cuantificación.

El objetivo del manual es el de establecer un catálogo de diseño de estructuras en función de las variables más importantes que inciden en la determinación de los espesores y calidades de las capas. Ese catálogo se construye con base en los métodos de diseño más conocidos en el país como son el de la Portland Cement Association -PCA- versión 1984 (Ref. 7.20) y el de la American Association of State Highway And Transportation Officials -AASHTO- versión 1993 (Ref. 7.1).

En las tablas 12-2, 12-3, 12-4, 15-5 y 12-6 se observa como el manual cataloga las variables incidentes en el diseño de pavimento rígido.

Tabla 12-2 Categoría de tránsito para selección de espesores.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T ₀	(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

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito (Tabla 3-1)

De acuerdo a lo anterior se puede establecer una estructura de pavimento incluso con un tránsito de cero (0) a doscientos (200) vehículos comerciales diarios, rango en el cual está el TPDs del presente diseño vial.

Tabla 12-3 Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm ²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito (tabla 3-2)

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Tabla 12-4 Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito(tabla 3-3)

Tabla 12-5 Valores de resistencias a la flexotracción del concreto (Módulo de rotura).

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito(tabla 3-4)

Tabla 12-6 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T0 como factor principal

ESPEORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
		Tránsito T0																		
		S1				S2				S3				S4				S5		
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B
SN	MR1			24	28	23	27	23	27	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20
	MR2			23	27	22	26	22	26	20	24	20	24	20	23	20	23	19	22	19
	MR3			23	26	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19
	MR4			21	24	20	24	20	24	19	22	19	22	18	21	18	21	18	21	18
BG	MR1			23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20
	MR2			22	25	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19
	MR3			21	24	20	24	20	24	29	22	19	22	19	22	19	22	18	21	18
	MR4			20	23	19	23	19	23	28	21	18	21	18	21	18	21	17	20	18
BEC	MR1			20	23	19	22	19	22	18	21	18	21	18	20	18	20	17	20	17
	MR2			19	22	19	21	19	21	17	20	17	20	17	20	17	20	17	19	17
	MR3			18	21	18	21	18	21	17	19	17	19	16	19	17	19	16	19	17
	MR4			18	20	17	20	18	20	16	19	17	19	16	18	17	18	15	18	17

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito(tabla 4-1)

Por ejemplo para las variables del presente estudio en el cual se cuenta con una subrasante tipo S2 con CBR de 2 - 5, con capa de base granular de 15 cms, modulo de rotura (MR1) del concreto de 3.8 Mpa y transito ente 0 - 200 vehículos se requeriría un espesor de losa de 23 centímetros.

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



De acuerdo al tránsito determinado según aforos, el cual se encuentra con un TPD de 0 - 200 (T0) vehículos, para el presente diseño se tomará la composición del tránsito utilizando la información registrada en la Tabla 2.2 del Manual de Bajos Volúmenes, obtenida del análisis de las series históricas del Instituto Nacional de Vías, que representa la composición promedio registrada en las vías de bajo tránsito y de esta manera obtener datos que permitan modelar una estructura de pavimento según los criterios de la Portland Cement Association -PCA- versión 1984 (Ref. 7.20) y de la American Association of State Highway And Transportation Officials -AASHTO- versión 1993.

Tabla 12-7 Composición vehicular típica

TPD	Distribución Promedio						
	A	B	C2p	C2g	C3-C4	C5	>C5
180	74.4	9.1	12.2	4.1	0.1	0.0	0.0
300	61.7	8.4	13.0	14.3	2.2	0.3	0.1
410	56.0	12.0	14.1	16.6	1.2	0.1	0.0

Fuente Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Tránsito del INVIAS (tabla 2-2)

Para el presente diseño se toma un TPD de 180

Tabla 12.8 porcentaje de distribución promedio vehicular típica.

TPD	DISTRIBUCIÓN PROMEDIO.						
	A	B	C2p	C2g	C3-C4	C5	>C5
180	74.40%	9.10%	12.20%	4.10%	0.10%	0.00%	0.00%

Fuente Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Tránsito del INVIAS

Hallado el TPD se procede a usar la metodología del Manual en mención para determinar el tránsito de diseño.

Tabla 12.9. Distribución vehicular

DESCRIPCIÓN	PROM.
Autos	133.92
Bus	16.38
C-2P	21.96
C-2G	7.38
C3 - C4	0.18
C5	0
> C5	0
TOTAL	180
TOTAL VEH COMERCIALES	46.00

Fuente. Propia

12.5.2 TRANSITO DE DISEÑO.

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



La AASHTO tiene su metodología y sus factores de equivalencia para convertir los diferentes tipos de vehículos a ejes equivalentes, pero dado que tenemos un tránsito nivel 1, se proyectará un tránsito utilizando la metodología contemplada en el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Tránsito del INVIAS, teniendo en cuenta que los factores de equivalencia deben ser los correspondientes a pavimento rígido método AASHTO.

De acuerdo al manual INVIAS el proyecto se cataloga en situación 1 con las siguientes clases de tránsito.

Tránsito Normal

Tránsito atraído

Tránsito generado

12.5.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EQUIVALENCIA PARA PAVIMENTO RÍGIDO.

Tabla 12-10 Información General De Los Vehículos Tipo Y Su Configuración De Carga

VEHÍCULO TIPO	CONFIGURACIÓN DE CARGA EN TONELADAS									
	Carga Total		Eje simple direccional (SD)		Eje simple Doble (SD)		Eje Tandem (TAN)		Eje Tridem (TRID)	
	T	KN	T	KN	T	KN	T	KN	T	KN
Bus	10	98.1	4	39.5	6	58.9	0	0	0	0
C-2P	8	78.5	2.8	27.5	5.2	51	0	0	0	0
C-2G	14	137.3	4.9	48.1	9.1	89.3	0	0	0	0
C3 - C4	28	274.7	8.4	82.4	0	0	20	192.3	0	0
C5	48	470.9	6	6	0	0	20	196.2	0	0
> C5	52	510.1	7.8	7.8	0	0	18	178.5	26	255.1

Fuente. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimento - Carlos Higuera

12.5.2.1.1 FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJE.

Pt= 2 (Nivel de serviciabilidad)

D= 170 mm 6.8 Pulg (Espesor inicial de la losa)

Tabla 12-11 Factores de equivalencia de carga por eje

VEHÍCULO TIPO	Eje simple direccional (SD)	Eje simple Doble (SD)	Eje Tandem (TAN)	Eje Tridem (TRID)	FD (Vehículo)
Bus	0.052	0.276	0	0	0.328
C-2P	0.012	0.15	0	0	0.162
C-2G	0.117	1.583	0	0	1.7
C3 - C4	1.132	0	5.233	0	6.365
C5	0.276	0	5.656	0	5.932
> C5	0.829	0	3.818	5.216	9.863

Fuente. Propia

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2s}}{L_x + L_{2x}} \right]^{4.62} \left[\frac{10^{\frac{G}{\beta_x}}}{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}} \right] [L_{2x}]^{3.28} \quad \text{Ecuación 94}$$

$$G = \log \left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5} \right) \quad \text{Ecuación 95}$$

$$\beta = 1.0 + \left(\frac{3.63 (L_x + L_{2x})^{5.20}}{(D + I)^{8.46} L_{2x}^{3.52}} \right) \quad \text{Ecuación 96}$$

Donde:

W_x : Inverso de los factores de equivalencia de aplicación de ejes

W_{18} : Número de ejes simples de 18,000 lb (80 kN)

L_x : Carga del eje evaluado

L_{18} : 18 (carga del eje estándar en libras/1000)

L_2 : Código para la configuración del eje

1 = Eje simple

2 = Eje tandem

3 = Eje tridem

x = Factor de equivalencia de carga del eje evaluado

s = Código para el eje estándar, igual a 1 (Eje simple)

G : Función de la proporción de la pérdida de serviciabilidad en un tiempo t, para la pérdida potencial observada en el punto donde $P_t = 1.5$

β : Función que determina la relación entre serviciabilidad y aplicaciones de eje de carga

P_t : Índice de serviciabilidad final

D : Espesor de la losa de concreto (pulgadas)

12.5.2.1.2 CONSIDERACIONES PARA DETERMINACIÓN TRANSITO DE DISEÑO.

Para determinar esta variable se usa Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con Bajos Volúmenes de Transito del INVIAS, pues allí establece una metodología para establecer esta variable así.

a) Determinación de la composición del tránsito cuando no existe serie histórica

Es necesario conocer la composición de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Por ejemplo, porcentaje de automóviles, de autobuses etc.

b) Determinación de la tasa de crecimiento del tránsito cuando no existe serie histórica

Se usa las tasas de crecimiento promedio del tránsito, según manual INVIAS

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Tabla 12-13 Tasas promedio de crecimiento

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

Fuente Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Transito del INVIAS (Tabla 2-3)

c) Pronóstico de la componente de tránsito atraído

Al no disponer de información más precisa, se puede aplicar el criterio del Instituto de Ingenieros de Estados Unidos que señala que el tránsito atraído se le asignan porcentajes entre el cinco (5) y el veinticinco por ciento (25%) del tránsito normal, con un período de aparición de uno o dos años después que la vía ha sido abierta al servicio

d) Determinación del nivel de confianza en la proyección del tránsito

Al no existir serie histórica de tránsito el Método AASHTO-93 considera que las diferencias entre el tránsito estimado para el diseño y el tránsito que realmente soporta la vía presenta una distribución normal con una desviación estándar en pavimento rígido de $s = 0.39$

Se adopta un factor de corrección del 1%

$$46 \times 1.01 = 46 \text{ vehículos comerciales/día/ambas direcciones}$$

e) Periodo de diseño

Según el manual es prudente adoptar un periodo de diseño estructural de veinte (20) años.

Período de diseño (n) 20 años

f) Tasa de crecimiento anual (r)

Tabla 12-14 Tasas promedio de crecimiento del transito.

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

Fuente Manual Diseño Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Transito del INVIAS (Tabla 2-3)

Se adopta Tasa de crecimiento anual 3 %

g) Ancho calzada entre 5 y 7 mts

h) Factor direccional

Tabla 12-15 Transito por adoptar para diseño según el ancho de la calzada Factor Direccional (Fd)

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5 m	Total en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5 m y menor de 6 m	3/4 del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor de 6 m	1/2 del total en los dos sentidos	0.50

Fuente Manual Diseño Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Transito del INVIAS (Tabla 2-5)

Factor direccional Fd = 1

El valor de Fd se asume igual a 1 para los diferentes anchos de vía, que oscilan entre 4 y 7 m, dado que al ser vías de índole local se permitirá el parqueo reduciendo el ancho de calzada.

i) Composición vehículos comerciales

Tabla 12-16 Composición vehículos comerciales

VEHÍCULO	%	FD
Buses	35.6%	0.33
C2p	47.7%	0.16
C2g	16.0%	1.7
C3 -C4	0.4%	6.37
C4	0.0%	
C5	0.0%	9.86
>C5	0.0%	
TOTAL	100%	

Fuente. Propia

**Tabla 12-17 Valores del parámetro Zr
(suponiendo una distribución 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 Diseño Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Transito del INVIAS (Tabla 2-6)

j) Confiabilidad asumida = 95% **Zr** = 1.645

k) Calculo del número de ejes equivalentes en el carril de diseño (tránsito normal) en el año base:

$$N_{80 \text{ kN carril de diseño (normal), año base}} = 365 \text{ días/año} \times \left[\sum_{i=1}^k \left(\text{Vehículos Comerciales}_{\text{dia/ambas direcciones}} \times \% V_k \times FD_k \right) \right] \times Fd$$

N 80 Kn carril de diseño (normal año base) = **8,252.32**

l) Calculo del número acumulado de ejes equivalentes en el carril de diseño para el período de diseño (n) (tránsito normal)

$$N_{80 \text{ kN carril de diseño (normal), acumulado}} = N_{80 \text{ kN carril de diseño (normal), año base}} \times \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



1.03

$$N_{80 \text{ Kn carril de diseño (normal) acumulado}} = \frac{8252.32 \times 1.806 - 1}{0.03} = 221,712$$

m) Calculo del número de ejes equivalentes en el carril de diseño durante el período de diseño (tránsito normal)

$$N'_{80 \text{ kN carril de diseño (normal)}} = N_{80 \text{ kN carril de diseño (normal), acumulado}} \times (10^{0.05Z_r})$$

$$0.05 \times Z_r = 0.08225$$

$$N_{80 \text{ Kn carril de diseño (normal)}} = 221,712 \times 1.21 = 268,272$$

$$\text{Transito Atraído} = 268,272 \times 6.51\% = 17,503$$

n) Pronóstico de la componente de tránsito generado

Tabla 12-18 Porcentaje de transito generado como función del transito 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	3.0
	5000 o más	6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000	2.5
	5000 o más	5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000	2.0
	5000 o más	3.5
Área de bajo potencial de desarrollo		1.5

Fuente Manual Diseño Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Transito INVIAS (Tabla 2-16)

Porcentaje con potencial turístico alto 3.5%

$$\text{Transito Generado} = 268,272 \times 3.5\% = 9,390$$

N 80 Kn carril de diseño (normal) + transito atraído + transito generado =

$$268,272 + 17,503 + 9,390 = 295,165 \text{ To}$$

W_{80KN}	295,165	Ejes equivalentes de 80KN durante periodo de diseño en el carril diseño
-------------------------	----------------	--

Según tabla 12-2 Categoría de transito para selección de espesores el transito del presente diseño el transito se cataloga como T0 con ejes acumulados de 8,2 Ton menor a 1.500.000 tambien se clasifica como NT1 < 500,000 ejes equivalentes

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



12.6 MEMORIAS DE CALCULO ESTIMACIÓN DE TRANSITO Y DE CARGAS DE DISEÑO MÉTODO PCA

12.6.1 VARIABLES PARA LA DETERMINACIÓN DEL TRANSITO

Se tiene en cuenta las misma consideraciones expuesta en el método AASTHO para la determinación del transito promedio diario TPD

Tabla 12-19 Composición vehicular típica

TPD	Distribución Promedio						
	A	B	C2p	C2g	C3-C4	C5	>C5
180	74.4	9.1	12.2	4.1	0.1	0.0	0.0
300	61.7	8.4	13.0	14.3	2.2	0.3	0.1
410	56.0	12.0	14.1	16.6	1.2	0.1	0.0

Fuente Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Transito del INVIAS

Para el presente diseño se toma un TPD de 180

Tabla 12.20 porcentaje de distribución promedio vehicular típica.

	DISTRIBUCIÓN PROMEDIO.						
TPD	A	B	C2p	C2g	C3-C4	C5	>C5
180	74.40%	9.10%	12.20%	4.10%	0.10%	0.00%	0.00%

Tabla 12.21. Distribución vehicular

DESCRIPCIÓN	PROM.
Autos	133.92
Bus	16.38
C-2P	21.96
C-2G	7.38
C3 - C4	0.18
C5	0
> C5	0
TOTAL	180
TOTAL VEH COMERCIALES	46.00

Fuente. Propia

a. Estimación del transito y cargas de diseño.

La PCA tiene su metodología para determinar el numero esperado de ejes en el carril de diseño para el periodo de diseño.

DATOS DE ENTRADA

Periodo de diseño	n = 20 años
Tasa anual de crecimiento	r= 3% 0.03
Vía de dos carriles uno por sentido	
Factor de distribución de vehículos comerciales	Fd = 0.5
Factor de distribución por carril	Fca 1
Factor de seguridad de carga	Fsc 1.1
TPD	

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Tabla 12-22 Información General De Los Vehículos Tipo Y Su Configuración De Carga

VEHÍCULO TIPO	CONFIGURACIÓN DE CARGA EN TONELADAS									
	Carga Total		Eje simple direccional (SD)		Eje simple Doble (SD)		Eje Tandem (TAN)		Eje Tridem (TRID)	
	T	KN	T	KN	T	KN	T	KN	T	KN
Bus	10	98.1	4	39.5	6	58.9	0	0	0	0
C-2P	8	78.5	2.8	27.5	5.2	51	0	0	0	0
C-2G	14	137.3	4.9	48.1	9.1	89.3	0	0	0	0
C3 - C4	28	274.7	8.4	82.4	0	0	19.6	192.3	0	0
C5	48	470.9	6	6	0	0	20	196.2	0	0
> C5	52	510.1	7.8	7.8	0	0	18.2	178.5	26	255.1

Fuente. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimento - Carlos Higuera

Tabla 12-23 Distribución de ejes por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	EJE SIMPLE	EJE TÁNDEM (%)	EJE TRIDEM (%)
Bus, B	100	-	-
Camión C2P	100	-	-
Camión C2G	100	-	-
Camión C3 - C4	50	50	-
Camión C5	33	67	-
Camión C6	33	33	33

Fuente. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimento - Carlos Higuera

b. Numero de vehículos comerciales diarios en el carril de diseño

$$NVC = TPD \times \%V_c \times F_d \times F_{ca}$$

$$NVC = 23 \text{ Vehículos comerciales en el carril de diseño}$$

Tabla 12-24 Distribución del numero de vehículos comerciales diarios en el carril de diseño por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	TPD	% VEHÍCULOS	% VEHÍCULOS COMERCIALES	NUMERO DE VEHÍCULOS COMERCIALES POR DÍA/CARRIL DE DISEÑO
Bus	180	9.10%		8.19000
C-2P	180	12.20%	16.40%	1.80072
C-2G	180	4.10%	16.40%	0.60516
C3 - C4	180	0.10%	16.40%	0.01476
C5	180	0.00%	16.40%	0.00000
> C5	180	0.00%	16.40%	0.00000
				10.61
				11.00

Fuente. Propia
Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros
Monterrey - Casanare
310 579 6495
amcivconstruding@gmail.com

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.



c. Proyección del transito vehículos comerciales en el carril de diseño durante el periodo de diseño (NVC)

$$NVC = 365 \times TPD \times \%Vc \times Fd \times Fc \times Fp$$

$$Fp = \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)}$$

Fp = 62.8

NVC = 527,163 Vehículos comerciales/carril de diseño/periodo de diseño

d. Tabla 12-25 Distribución de los vehículos comerciales por día/carril de diseño y por cada 1.000 vehículos comerciales

TIPO DE VEHÍCULO	NUMERO DE VEHÍCULOS COMERCIALES POR DÍA/CARRIL DE DISEÑO	NUMERO DE VEHÍCULOS COMERCIALES/DÍA/CARRIL/ POR CADA 1.000 VC
Bus	8.19000	772
C-2P	1.80072	170
C-2G	0.60516	58
C3 - C4	0.01476	1
C5	0.00000	0
> C5	0.00000	0
TOTAL	11.00000	1001

Fuente propia.

e. Numero de ejes esperados por cada 1.000 vehículos comerciales

Con la distribución de los ejes por tipo de vehículo y la distribución de los vehículos comerciales por día y carril de diseño, por cada 1.000 vehículos comerciales, se determina el numero de ejes por clase de vehículo por cada 1000 vehículos comerciales

Tabla 12-26 Numero de ejes esperados por cada 1.000 vehículos comerciales

TIPO DE VEHÍCULO	NUMERO DE VEHÍCULOS COMERCIALES/DÍA/CARRIL/ POR CADA 1.000 VC	NUMERO DE EJES POR CADA 1000 VEHÍCULOS COMERCIALES		
		eje Simple	Eje Tamden	Eje Tridem
Bus	772	1544		
C-2P	170	340		
C-2G	58	116		
C3 - C4	1	1	1	
C5	0	0		
> C5	0	0		
TOTAL	1001	2001	1	0.0

Fuente propia.

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.



Figura 12-1 Clasificación de vehículos

TIPO DE VEHÍCULO		ESQUEMA
AUTOS		  
BUSES	BUNETA	
	BUS	
	BUS METROPOLITANO	
C2-P	CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑOS	
C2-G	CAMIÓN DE DOS EJES GRANDES	
C3 Y C4	CAMIÓN C3	
	CAMIÓN C4	
	TRACTOR-CAMIÓN C3-S1	
	TRACTOR-CAMIÓN C3-S2	
	TRACTOR-CAMIÓN C3-S3	
C5	TRACTOR-CAMIÓN C3-S2	
P-C5	TRACTOR-CAMIÓN C3-S3	

Fuente: Manual Diseño Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Tránsito INVIAS

f. Distribución del número de ejes por cada 1000 vehículos comerciales por carga y tipo de eje

$$Ejes_{\text{período de diseño/carril de diseño}} = \frac{NVC \times Ejes \text{ por cada } 1,000 VC}{1,000}$$

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Tabla 12-27. Numero esperado de ejes en el carril de diseño para el periodo de diseño

CARGAS		EJES POR CADA 1000 Vc	NUMERO DE EJES EN EL CARRIL DE DISEÑO / PERIODO DE DISEÑO
Ton	KIPS		
Ejes Simples			
9.1	20.02	116	61,151
8.4	18.48	1	528
7.8	17.16	0	-
6	13.2	1544	813,940
5.2	11.44	340	179,236
4.9	10.78	116	61,151
4	8.8	1544	813,940
2.8	6.16	340	179,236
Total		4001	2,109,182
Ejes Tandem			
22	48.4		-
20	44		-
19.6	43.12	1	528
18.2	40.04		-
Total		1	528
Ejes Tridem			
26	57.2		
Total		0	-

Fuente propia.

Firma: _____

ING. PEDRO EXEHOMO TRIANA ÁLVAREZ

MP. 25202-339341 CND

Ingeniero Civil

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTO

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

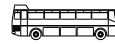
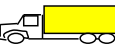
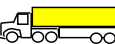
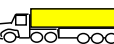
310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

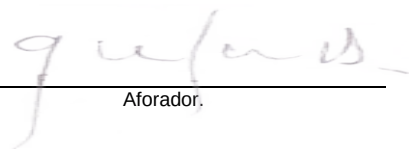
ANEXO 12-1
AFOROS VEHICULARES

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY CASANARE.



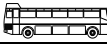
SECTOR 1		BARRIOS PASEO REAL				Hora inicio	5:00 a. m.	Hora terminacion		11:00 p. m.
Fecha 22/11/2022										
HORA		Autos, camperos, camionetas, colectivos	Bus	Bus Metropolitano	C-2P	C-2G	C3 - C4	C5	> C5	TOTAL VEHICULOS COMERCIALES
DE	A									
5:00	6:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	7:00	7	0	0	1	0	0	0	0	1
7:00	8:00	6	0	0	0	0	1	0	0	1
8:00	9:00	4	0	0	1	0	0	0	0	1
9:00	10:00	4	0	0	0	0	1	0	0	1
10:00	11:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00	12:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00	13:00	8	0	0	0	0	1	0	0	1
13:00	14:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00	15:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00	16:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00	17:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00	18:00	10	0	0	0	1	0	0	0	1
18:00	19:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	20:00	6	0	0	0	0	1	0	0	1
20:00	21:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	23:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		99	0	0	2	1	4	0	0	7
% VEHICULOS		93.4%	0.0%	0.0%	1.89%	0.9%	3.8%	0.0%	0.0%	6.6%
TOTAL VEHICULOS		106								

Observaciones:

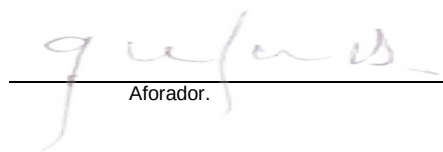

Aforador,

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY CASANARE.



SECTOR 1		BARRIOS PASEO REAL				Hora inicio	5:00 a. m.	Hora terminacion		11:00 p. m.
Fecha 23/11/2022										
HORA		Autos, camperos, camionetas, colectivos	Bus	Bus Metropolitano	C-2P	C-2G	C3 - C4	C5	> C5	TOTAL VEHICULOS COMERCIALES
DE	A									
5:00	6:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	7:00	8	0	0	1	0	0	0	0	1
7:00	8:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00	9:00	6	0	0	0	0	1	0	0	1
9:00	10:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00	11:00	6	0	0	0	0	1	0	0	1
11:00	12:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00	13:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00	14:00	9	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00	15:00	8	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00	16:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00	17:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00	18:00	9	0	0	0	1	0	0	0	1
18:00	19:00	11	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	20:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00	21:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	22:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	23:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		110	0	0	1	1	2	0	0	4
% VEHICULOS		96.5%	0.0%	0.0%	0.9%	0.9%	1.8%	0.0%	0.0%	3.60%
TOTAL VEHICULOS		114								

Observaciones:

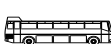
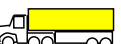

Aforador.

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY CASANARE.

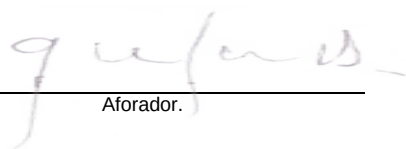


SECTOR 1	BARRIOS PASEO REAL	Hora inicio	5:00 a. m.	Hora terminacion	11:00 p. m.
----------	--------------------	-------------	------------	------------------	-------------

Fecha 24/11/2022

HORA		Autos, camperos, camionetas, colectivos	Bus	Bus Metropolitano	C-2P	C-2G	C3 - C4	C5	> C5	TOTAL VEHICULOS COMERCIALES
DE	A									
5:00	6:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	7:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	8:00	9	0	0	0	1	0	0	0	1
8:00	9:00	3	0	0	1	0	1	0	0	2
9:00	10:00	3	0	0	0	0	0	1	0	1
10:00	11:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00	12:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00	13:00	9	0	0	1	0	0	0	0	1
13:00	14:00	9	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00	15:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00	16:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00	17:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00	18:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00	19:00	11	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	20:00	5	0	0	0	1	0	0	0	1
20:00	21:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	22:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		95	0	0	2	2	1	1	0	6
% VEHICULOS		94.1%	0.0%	0.0%	2.0%	2.0%	1.0%	1.0%	0.0%	6.0%
TOTAL VEHICULOS		101								

Observaciones:


Aforador.