"MEJORAMIENTO DE LA VÍA KM 9 – CRUCE V I A L VEREDA TOMOGÓ DEL MUNICIPIO DE PRADO, TOLIMA"

ESTUDIO DE TRÁNSITO

DOCUMENTO TECNICO

JOHN FREDY GUZMAN BOCANEGRA

INGENIERO CIVIL

MP. 63202135401 QND

NOVIEMBRE DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN. 10

1. ALCANCE 11

2. OBJETIVOS. 12

3.1 OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO Y DISEÑO. 12

3. DESCRIPCION DEL ESTUDIO Y DISEÑO 13

4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO. 13

a. UBICACIÓN GEOGRAFICA. 13

4. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO (AREA A INTERVENIR – CARACTERISTICAS DE LA VIA). 18

4.1 NORMATIVIDAD DE LAS ACTIVIDADES Y PARAMETROS DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PRELIMINARES. 18

5. ESTUDIO DE TRÁNSITO 21

5.1 GENERALIDADES 21

5.2 AFOROS VEHICULARES 21

5.3 CALCULO DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) 35

5.4 CALCULO DEL FACTOR CAMIÓN (F.C.) – AASHTO. 41

5.5 CALCULO DEL FACTOR CAMIÓN (F.C.) – PCA. 42

5.6 DETERMINACIÓN DEL TRANSITO FUTURO 44

5.6.1 COMPONENTES DEL TRÁNSITO 44

5.6.2 NIVEL DE TRANSITO 45

5.6.3 TASA DE CRECIMIENTO DE TRANSITO 45

5.6.4 PROYECCIÓN DEL TPDA 46

5.7 CONVERSIÓN DEL TRÁFICO MIXTO EN APLICACIONES DEL EJE DE REFERENCIA (NESE). 47

5.7.1 Proporción del Tránsito Promedio Diario constituido por vehículos comerciales (VC) 48

5.7.2 Distribución direccional del tránsito de vehículos comerciales (DD) 48

5.7.3 Distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril (DC) 49

5.7.4 CALCULO DEL N.E.S.E. CON LOS FACTORES DAÑO DE LA METODOLOGÍA P.C.A. 51

5.8. ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO 53

6. RECOMENDACIONES GENERALES. 136

7. CONSIDERACIONES..... 139

8. BIBLIOGRAFIA 140

Urbanización Primavera Entrerrios
Calle 74A con carrera 12 Manzana G Casa 5
Teléfono: 301 330 76 70
Correo electrónico: johnfredyguzmansbocanegra@gmail.com
Ibagué – Tolima.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 - Consolidado de los vehículos aforados..... 22
Tabla 2 - Total de los vehículos 22
Tabla 3 - Aforo día 1 23
Tabla 4 - Aforo día 2 24
Tabla 5 - Aforo día 3 25
Tabla 6 - Aforo día 4 26
Tabla 7 - Aforo día 5 27
Tabla 8 - Aforo día 6 28
Tabla 9 - Aforo día 7 29
Tabla 10 - Consolidado total cada 15 minutos de todos los días..... 30
Tabla 11- Consolidado de los aforos vehiculares 37
Tabla 12 - Desviación Standart Autos 37
Tabla 13 - Desviación Standart Buses 38
Tabla 14 - Desviación Standart C2P..... 38
Tabla 15 - Desviación Standart C2G 38
Tabla 16 - Desviación Standart C3 Y C4..... 39
Tabla 17 - Desviación Standart C5..... 39
Tabla 18 - Desviación Standart C6..... 39
Tabla 19 - Resumen aforos vehiculares 40
Tabla 20 - Distribución porcentual del tránsito..... 40
Tabla 21 - Representación del tráfico pesado en la zona de estudio 40
Tabla 22 - Factores vehiculares de deterioro 41
Tabla 23 - Calculo del factor camión para el proyecto – Factores de Daño AASHTO Pavimento rígido 42
Tabla 24 - Calculo del factor camión para el proyecto – Factores de Daño PCA Pavimento rígido42
Tabla 25 - Tipos de vehículos y sus códigos según INVIAS..... 43
Tabla 26 - Nivel de tránsito 45
Tabla 27 - Tasa de crecimiento del proyecto..... 45
Tabla 28 - TPDA año 2024..... 46
Tabla 29 - TPDA, Tasa de crecimiento y número de años. 46
Tabla 30 - Proyección del TPDA..... 47
Tabla 31 - Factor de distribución para el carril de diseño 49
Tabla 32 - N.E.S.E. del proyecto. 50
Tabla 33 - NESEi Acumulado con los factores daño de la Metodología AASHTO...... 51
Tabla 34 - Categoría del tránsito acumulado para el proyecto..... 51

Tabla 35 - N.E.S.E. Año 2024 - Metodología P.C.A. 51
Tabla 36 - NESEi Acumulado con los factores daño de la Metodología PCA. 53
Tabla 37 - Categoría del tránsito acumulado para el proyecto 53

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Ubicación geografica del municipio de Prado - Tolima. 13
Ilustración 2- Planta general del proyecto – Modulación de placas. 14
Ilustración 3 - Sentido vehicular 21
Ilustración 4 - Histograma de toda la semana 31
Ilustración 5 – Histograma del día Lunes 32
Ilustración 6 - Histograma del día martes 32
Ilustración 7 - Histograma del día miércoles 33
Ilustración 8 - Histograma del día jueves 33
Ilustración 9 - Histograma del día viernes 34
Ilustración 10 - Histograma del día Sabado 34
Ilustración 11 - Histograma del día Domingo. 35

1. INTRODUCCIÓN.

El siguiente escrito contiene datos e información para el Estudio de Tránsito para el proyecto "***MEJORAMIENTO DE LA VÍA KM 9– CRUCE VIAL VEREDA TOMOGÓ DEL MUNICIPIO DE PRADO, TOLIMA"*** el cual se realizará en la red vial terciaria del municipio en cuestión.

1. ALCANCE

El siguiente informe establece el Estudio de Tránsito para el "***MEJORAMIENTO DE LA VÍA KM9 – CRUCE VIAL VEREDA TOMOGO DEL MUNICIPIO DE PRADO, TOLIMA"*** el cual se realizará en la red vial terciaria del municipio en cuestión.

Por tal motivo se desarrollaron diversas actividades para la recopilación y procesamiento de datos de campo, de igual manera se presentarán los siguientes puntos:

- Metodología utilizada para el estudio.
- Conteos desarrollados.
- Formulas o modelos empleados para la estimación del crecimiento del tránsito normal.
- Criterios empleados para estimar el tráfico generado y atraído.
- Adicionalmente se determinará cualitativamente la capacidad y el nivel de servicio de la vía frente a las condiciones propuestas.
- Recomendaciones del estudi de tránsito.

2. OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO.

Evaluar el comportamiento del tránsito actual determinando además el número de ejes equivalente de 8.2 Ton como insumo para el análisis del tránsito.

3. DESCRIPCION DEL ESTUDIO Y DISEÑO

4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se encuentra localizado en la red vial terciaria del municipio de Prado Tolima, mas exactamente entre el sitio conocido en la zona como “El nueve” y termina justamente en el cruce vial a la vereda Tomogó del municipio en cuestión.

Lo longitud total del proyecto es de 4982 metros Lineales. Esta vía presenta serias deficiencias en su estructura debido a que no se han hecho mantenimientos de fondo como lo son las rehabilitaciones de pavimentos o la construcción de la totalidad de la estructura.

Además de todo esto, cabe destacar que estas vías no posee en su totalidad obras de drenaje superficiales correspondientes y básicos para poder proteger la infraestructura vial que se requiere en el sector.

a. UBICACIÓN GEOGRAFICA.

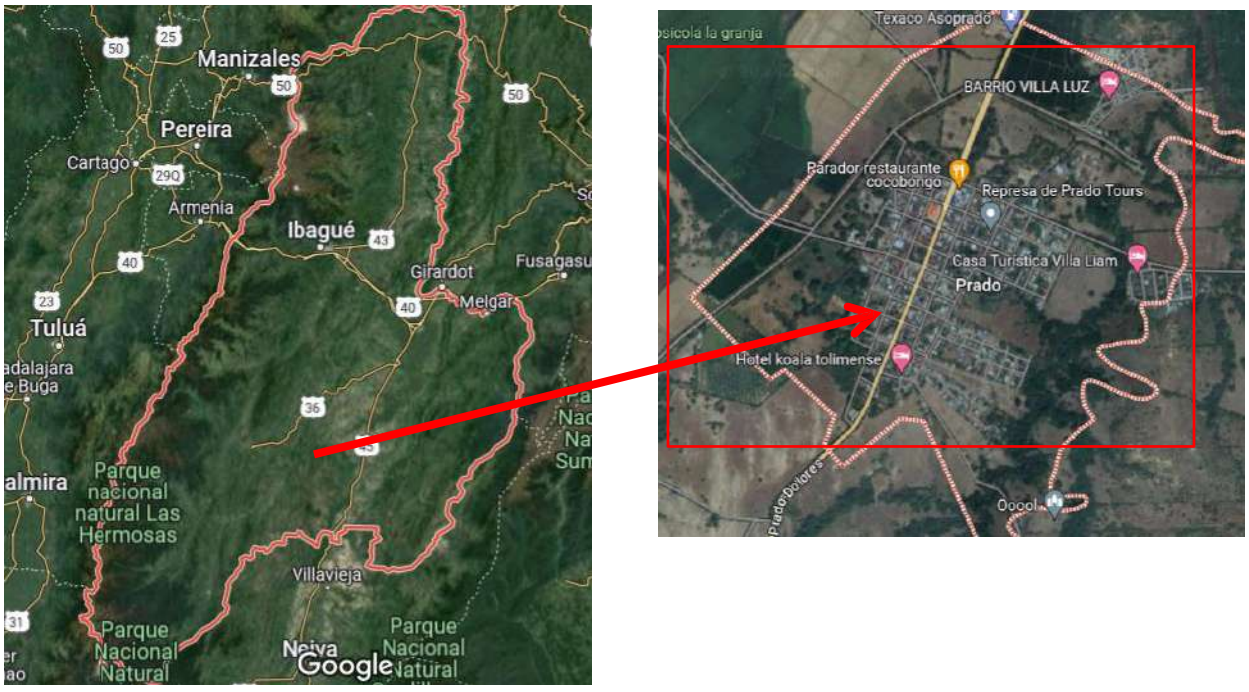


Ilustración 1 - Ubicación geografica del municipio de Prado - Tolima.

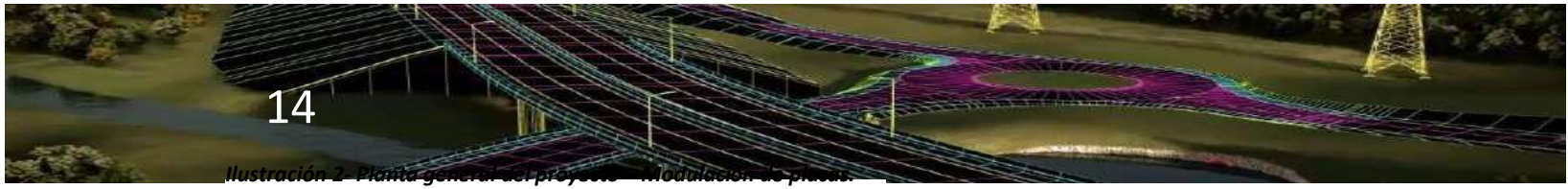
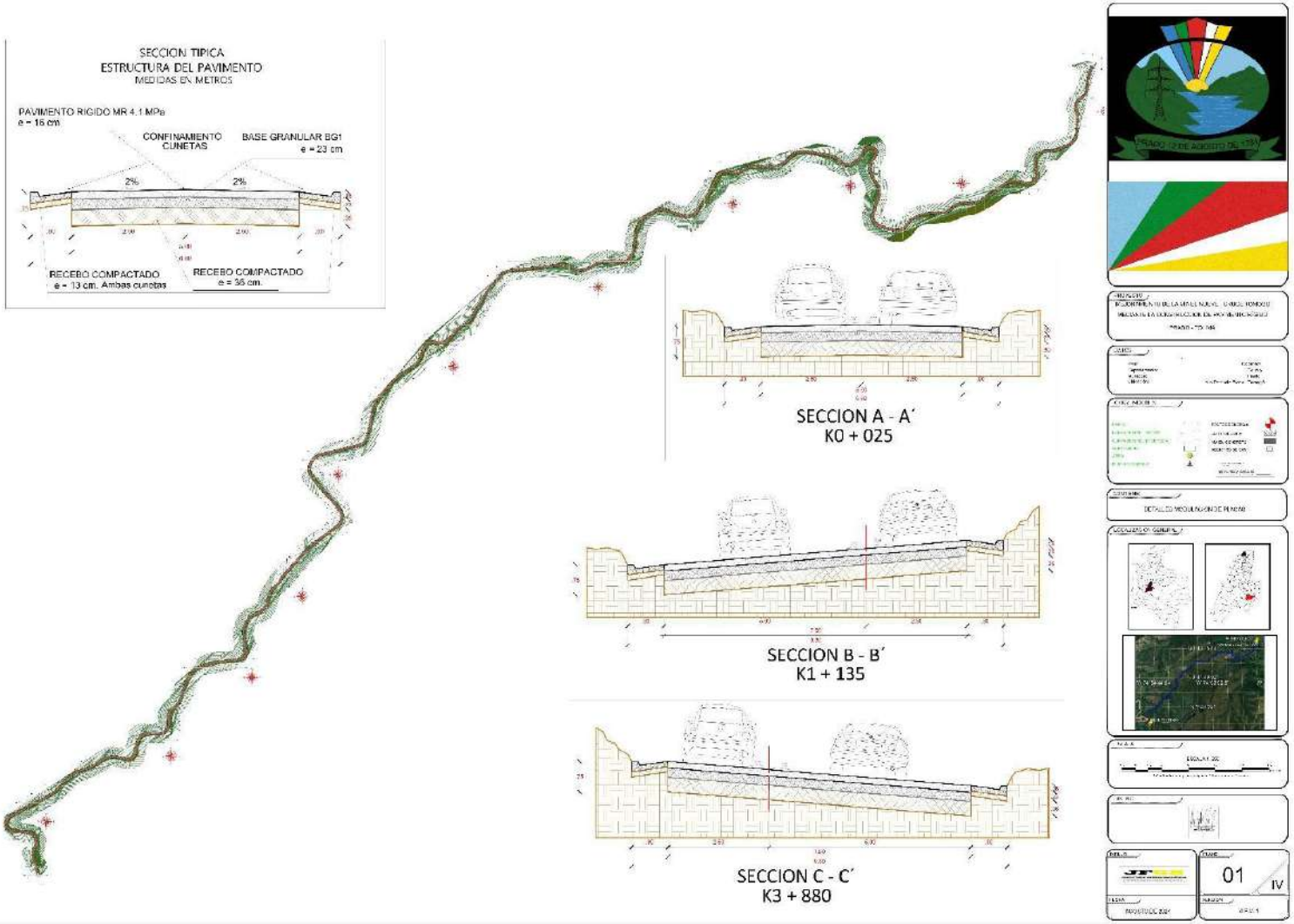


Ilustración 2. Planta general del proyecto – Modulación de placas.



egra@gmail.com

4. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO (AREA A INTERVENIR – CARACTERISTICAS DE LA VIA).

Según La normatividad INVIAS, la tipificación de este tramo vehicular se puede clasificar como vía con una velocidad de diseño de 30 km/hora debido a que es una vía de carácter montañoso.

Para el caso del proyecto en cuestión se presenta un flujo vehicular moderado con un trafico pesado muy bajo debido a que la vía no presenta las condiciones necesarias de transitabilidad y seguridad necesaria.

- **CARACTERISTICAS DE LA VÍA.**

Las características de una vía son todos aquellos elementos físicos propios del diseño geométrico, que tienen influencia directa o indirecta en la capacidad y el nivel de servicio, como los que se mencionan a continuación:

Carretera típica de terreno ondulado.

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros.

5. ESTUDIO DE TRÁNSITO

PROYECTO *"MEJORAMIENTO DE LA VÍA KM 9 – CRUCE VIAL VEREDA TOMOGÓ DEL MUNICIPIO DE PRADO, TOLIMA"*.

5.1 GENERALIDADES

Se pretende realizar un tramo vial de aproximadamente 4982 metros entre el sector conocido como "El nueve" y el cruce a la vía que conduce a la Vereda de Tomogó la zona rural del municipio de Prado en el Departamento del Tolima.

El presente numeral tiene por objeto evaluar el comportamiento del tránsito actual determinando además el número de ejes equivalente de 8.2 Ton como insumo para el análisis del tránsito. Además de esto determinar cuál es el comportamiento del flujo vehicular en la zona.

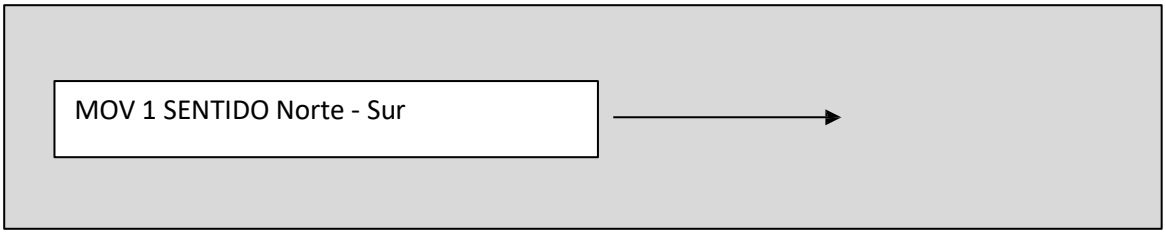
5.2 AFOROS VEHICULARES

A continuación, se presenta un resumen de los aforos vehiculares desarrollados considerando las principales variables encontradas en el proyecto.

Dentro de las variables relevantes del proyecto está el transito atraído que se pueda presentar de la vía.

Para el presente proyecto se realizó el conteo vehicular en una perteneciente al proyecto.

Ilustración 3 - Sentido vehicular



A continuación, se presentan las tablas resúmenes de los datos obtenidos de los diferentes conteos desarrollados en la vía, considerando que el transito presentado juega un papel importante desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm durante siete días del mes de Agosto del año 2024; Solamente se tuvo en cuenta un solo movimiento lo cual se resume en las tablas de las paginas siguientes.

En el lugar se encontró un nivel de transito importante y se recopilo información en periodos de 15 minutos desde las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde, de tal forma que permita determinar las tendencias de concentración del flujo vehicular y la categorización de los vehículos.

El consolidado total por días es el siguiente:

Tabla 1 - Consolidado de los vehículos aforados

DATOS DEL CONTEO - CONSOLIDADO POR DIAS								
FECHA	DIA	AUTOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES (C)				
				C2 P	C2 G	C3 Y C4	C5	> C6
5-ago	LUNES	39	25	5	22	12	0	0
6-ago	MARTES	49	25	5	22	12	0	0
7-ago	MIERCOLES	47	22	3	23	4	1	0
8-ago	JUEVES	51	25	8	18	8	0	0
9-ago	VIERNES	47	27	12	16	10	1	1
10-ago	SABADO	57	33	12	19	1	4	1
11-ago	DOMINGO	52	30	13	24	5	4	1
TOTAL	TOTAL	342	187	58	144	52	10	3

El total de los vehículos aforados durante los siete días de trabajo de campo con sus respectivos porcentajes de Autos, Buses y Camiones es el siguiente:

Tabla 2 - Total de los vehículos

TOTAL VEHICULOS	796	100%
AUTOS	342	42.96%
BUSES	187	23.49%
CAMIONES	267	33.54%

A continuación, se presentan las tablas resúmenes de los datos obtenidos de los diferentes conteos desarrollados en la vía, considerando que el transito presentado juega un papel importante desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm durante siete días; Solamente se tuvo en cuenta un solo movimiento lo cual se resume en las tablas de las paginas siguientes.

Tabla 3 - Aforo día 1

TABLA:	1							
CIUDAD:	PRADO					***CLIMA***	SOLEADO	
FECHA	5/08/2024					***DIA:***	LUNES	
SITIO DE AFORO:		***CRUCE SALTO DE ATÁ***				***DIA NUMERO:***	1	

HORA		***AUTOS (A)***	***BUSES (B)***	***CAMIONES (C)***				
				C2 P	***C2 G***	***C3 Y C4***	***C5***	***> C6***
6:00	6:15	1	0	0	0	0	0	0
6:15	6:30	0	0	0	1	0	0	0
6:30	6:45	1	0	1	0	0	0	0
6:45	7:00	0	2	0	1	0	0	0
SUMATORIA HORA		***2***	***2***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
7:00	7:15	1	0	0	1	0	0	0
7:15	7:30	0	0	1	1	0	0	0
7:30	7:45	1	1	0	1	0	0	0
7:45	8:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***2***	***3***	***1***	***3***	***0***	***0***	***0***
8:00	8:15	2	0	0	1	0	0	0
8:15	8:30	1	0	1	1	0	0	0
8:30	8:45	1	0	1	1	0	0	0
8:45	9:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***2***	***3***	***0***	***0***	***0***
9:00	9:15	1	0	0	0	0	0	0
9:15	9:30	2	0	1	1	0	0	0
9:30	9:45	0	1	0	1	0	0	0
9:45	10:00	0	1	0	1	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***1***	***3***	***0***	***0***	***0***
10:00	10:15	2	0	0	1	0	0	0
10:15	10:30	0	0	0	2	0	0	0
10:30	10:45	0	0	0	0	1	0	0
10:45	11:00	2	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***3***	***1***	***0***	***0***
11:00	11:15	1	0	0	0	1	0	0
11:15	11:30	0	0	0	2	0	0	0
11:30	11:45	2	0	0	0	0	0	0
11:45	12:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***0***	***2***	***1***	***0***	***0***
12:00	12:15	1	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	0	0	0	1	0	0	0
12:30	12:45	1	0	0	0	1	0	0
12:45	13:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***2***	***2***	***0***	***1***	***1***	***0***	***0***
13:00	13:15	2	0	0	0	1	0	0
13:15	13:30	0	0	0	1	1	0	0
13:30	13:45	2	0	0	0	0	0	0
13:45	14:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***1***	***2***	***0***	***0***
14:00	14:15	2	0	0	0	0	0	0
14:15	14:30	0	0	0	2	1	0	0
14:30	14:45	2	0	0	0	0	0	0
14:45	15:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***2***	***1***	***0***	***0***
15:00	15:15	2	0	0	0	1	0	0
15:15	15:30	0	0	0	1	0	0	0
15:30	15:45	2	0	0	0	0	0	0
15:45	16:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***1***	***1***	***0***	***0***
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0
16:15	16:30	0	0	0	1	0	0	0
16:30	16:45	2	0	0	0	0	0	0
16:45	17:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***1***	***0***	***0***	***0***
17:00	17:15	2	0	0	0	1	0	0
17:15	17:30	0	0	0	1	1	0	0
17:30	17:45	1	0	0	0	0	0	0
17:45	18:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***0***	***1***	***2***	***0***	***0***
TOTAL DIA		***39***	***25***	***5***	***23***	***9***	***0***	***0***

Urbanización Primavera Entrerrios
Calle 74A con carrera 12 Manzana G Casa 5
Teléfono: 301 330 76 70
Correo electrónico: johnfredyguzmansbocanegra@gmail.com
Ibagué – Tolima.

Tabla 4 - Aforo día 2

TABLA:	2							
CIUDAD:	PRADO					***CLIMA***	SOLEADO	
FECHA	6/08/2024					***DIA:***	MARTES	
SITIO DE AFORO:		***CRUCE SALTO DE ATÁ***				***DIA NUM ERO:***	2	

HORA		***AUTOS (A)***	***BUSES (B)***	***CAMIONES (C)***				
				C2 P	***C2 G***	***C3 Y C4***	***C5***	***> C6***
6:00	6:15	2	0	0	0	1	0	0
6:15	6:30	0	0	0	1	0	0	0
6:30	6:45	2	0	1	0	0	0	0
6:45	7:00	0	2	0	1	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***1***	***2***	***1***	***0***	***0***
7:00	7:15	2	0	0	1	1	0	0
7:15	7:30	0	0	1	1	0	0	0
7:30	7:45	2	1	0	1	0	0	0
7:45	8:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***1***	***3***	***1***	***0***	***0***
8:00	8:15	2	0	0	1	0	0	0
8:15	8:30	1	0	1	1	0	0	0
8:30	8:45	1	0	1	0	0	0	0
8:45	9:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***2***	***2***	***0***	***0***	***0***
9:00	9:15	2	0	0	0	1	0	0
9:15	9:30	3	0	1	1	1	0	0
9:30	9:45	0	1	0	1	0	0	0
9:45	10:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***3***	***1***	***2***	***2***	***0***	***0***
10:00	10:15	2	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	2	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***1***	***0***	***0***	***0***
11:00	11:15	2	0	0	0	1	0	0
11:15	11:30	0	0	0	2	1	0	0
11:30	11:45	2	0	0	0	0	0	0
11:45	12:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***2***	***2***	***0***	***0***
12:00	12:15	2	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	0	0	0	2	0	0	0
12:30	12:45	2	0	0	0	0	0	0
12:45	13:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
13:00	13:15	2	0	0	0	1	0	0
13:15	13:30	0	0	0	1	1	0	0
13:30	13:45	2	0	0	0	0	0	0
13:45	14:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***1***	***2***	***0***	***0***
14:00	14:15	2	0	0	0	0	0	0
14:15	14:30	0	0	0	2	0	0	0
14:30	14:45	2	0	0	0	0	0	0
14:45	15:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
15:00	15:15	2	0	0	0	1	0	0
15:15	15:30	0	0	0	1	1	0	0
15:30	15:45	2	0	0	0	0	0	0
15:45	16:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***1***	***2***	***0***	***0***
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0
16:15	16:30	0	0	0	2	0	0	0
16:30	16:45	2	0	0	0	0	0	0
16:45	17:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
17:00	17:15	2	0	0	0	1	0	0
17:15	17:30	0	0	0	2	1	0	0
17:30	17:45	2	0	0	0	0	0	0
17:45	18:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***2***	***2***	***0***	***0***
TOTAL DIA		***49***	***25***	***5***	***22***	***12***	***0***	***0***

Urbanización Primavera Entrerrios
Calle 74A con carrera 12 Manzana G Casa 5
Teléfono: 301 330 76 70
Correo electrónico: johnfredyguzmansbocanegra@gmail.com
Ibagué – Tolima.

Tabla 5 - Aforo día 3

TABLA:	3							
CIUDAD:	PRADO					***CLIMA***	SOLEADO	
FECHA	7/08/2024					***DIA:***	MIERCOLES	
SITIO DE AFORO:		***CRUCE SALTO DE ATÁ***				***DIA NUM ERO:***	3	

HORA		***AUTOS (A)***	***BUSES (B)***	***CAMIONES (C)***				
				C2 P	***C2 G***	***C3 Y C4***	***C5***	***> C6***
6:00	6:15	2	0	0	0	0	0	0
6:15	6:30	0	0	0	2	0	0	0
6:30	6:45	1	0	0	0	0	0	0
6:45	7:00	0	2	1	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
7:00	7:15	2	0	0	1	1	0	0
7:15	7:30	1	0	0	2	1	0	0
7:30	7:45	2	0	0	0	0	0	0
7:45	8:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***2***	***0***	***3***	***2***	***0***	***0***
8:00	8:15	1	0	0	0	0	0	0
8:15	8:30	1	0	0	2	0	0	0
8:30	8:45	1	0	1	0	0	0	0
8:45	9:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
9:00	9:15	2	0	0	1	1	0	0
9:15	9:30	3	0	1	2	1	0	0
9:30	9:45	1	0	0	0	0	0	0
9:45	10:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***6***	***2***	***1***	***3***	***2***	***0***	***0***
10:00	10:15	2	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	0	0	0	2	0	0	0
10:30	10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
11:00	11:15	2	0	0	0	0	0	0
11:15	11:30	0	0	0	2	0	0	0
11:30	11:45	1	1	0	0	0	0	0
11:45	12:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***3***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
12:00	12:15	2	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	0	0	0	2	0	0	0
12:30	12:45	2	0	0	0	0	0	0
12:45	13:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***1***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
13:00	13:15	2	0	0	0	0	0	0
13:15	13:30	0	0	0	2	0	0	0
13:30	13:45	2	0	0	0	0	0	0
13:45	14:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***1***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
14:00	14:15	2	0	0	0	0	0	0
14:15	14:30	0	0	0	2	0	0	0
14:30	14:45	2	0	0	0	0	0	0
14:45	15:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***1***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
15:00	15:15	2	0	0	0	0	0	0
15:15	15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30	15:45	2	0	0	0	0	0	0
15:45	16:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***1***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0
16:15	16:30	0	0	0	1	0	0	0
16:30	16:45	2	1	0	0	0	0	0
16:45	17:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***3***	***0***	***1***	***0***	***0***	***0***
17:00	17:15	2	0	0	0	0	0	0
17:15	17:30	0	0	0	2	0	0	0
17:30	17:45	2	0	0	0	0	1	0
17:45	18:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***0***	***2***	***0***	***1***	***0***
TOTAL DIA		***47***	***22***	***3***	***23***	***4***	***1***	***0***

Tabla 6 - Aforo día 4

TABLA:	4							
CIUDAD:	PRADO					**CLIMA**	NUBLADO	
FECHA	8/08/2024					**DIA:**	JUEVES	
SITIO DE AFORO:		**CRUCE SALTO DE ATÁ**				**DIA NUM ERO:**	4	

HORA		AUTOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES (C)				
				C2P	C2G	C3 Y C4	C5	> C6
6:00	6:15	2	0	0	0	0	0	0
6:15	6:30	0	0	1	2	0	0	0
6:30	6:45	1	0	0	1	0	0	0
6:45	7:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**3**	**2**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**
7:00	7:15	2	0	0	0	0	0	0
7:15	7:30	1	0	0	1	0	0	0
7:30	7:45	2	0	1	0	0	0	0
7:45	8:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**2**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**
8:00	8:15	1	0	0	1	0	0	0
8:15	8:30	1	0	1	1	0	0	0
8:30	8:45	1	0	1	0	0	0	0
8:45	9:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**3**	**2**	**2**	**2**	**0**	**0**	**0**
9:00	9:15	2	0	0	0	0	0	0
9:15	9:30	3	0	1	1	0	0	0
9:30	9:45	1	0	0	0	0	0	0
9:45	10:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**6**	**2**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**
10:00	10:15	2	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**3**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
11:00	11:15	2	0	0	0	0	0	0
11:15	11:30	0	1	0	2	0	0	0
11:30	11:45	1	1	0	0	0	0	0
11:45	12:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**3**	**4**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**
12:00	12:15	2	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	1	0	1	2	1	0	0
12:30	12:45	2	1	0	0	0	0	0
12:45	13:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**2**	**1**	**2**	**1**	**0**	**0**
13:00	13:15	2	0	1	0	0	0	0
13:15	13:30	0	1	0	2	0	0	0
13:30	13:45	2	0	0	0	1	0	0
13:45	14:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**4**	**2**	**1**	**2**	**1**	**0**	**0**
14:00	14:15	2	0	1	0	0	0	0
14:15	14:30	0	0	0	2	1	0	0
14:30	14:45	2	0	0	0	0	0	0
14:45	15:00	1	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**1**	**1**	**2**	**1**	**0**	**0**
15:00	15:15	2	0	0	0	1	0	0
15:15	15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30	15:45	2	0	0	0	1	0	0
15:45	16:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**4**	**1**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**
16:00	16:15	2	0	0	0	1	0	0
16:15	16:30	1	0	0	1	0	0	0
16:30	16:45	2	1	0	0	0	0	0
16:45	17:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**3**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**
17:00	17:15	2	0	0	0	1	0	0
17:15	17:30	0	0	0	2	1	0	0
17:30	17:45	2	0	0	0	0	0	0
17:45	18:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**2**	**0**	**2**	**2**	**0**	**0**
TOTAL DIA		**51**	**25**	**8**	**18**	**8**	**0**	**0**

Tabla 7 - Aforo día 5

TABLA:	5							
CIUDAD:	PRADO					***CLIMA***	LLUVIOSO	
FECHA	9/08/2024					***DIA:***	VIERNES	
SITIO DE AFORO:		***CRUCE SALTO DE ATÁ***				***DIA NUMERO:***	5	

HORA		***AUTOS (A)***	***BUSES (B)***	***CAMIONES (C)***				
				C2 P	***C2 G***	***C3 Y C4***	***C5***	***> C6***
6:00	6:15	1	0	0	0	0	0	0
6:15	6:30	0	0	1	2	0	0	0
6:30	6:45	1	1	0	0	0	0	0
6:45	7:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***2***	***3***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
7:00	7:15	1	0	1	0	1	0	0
7:15	7:30	1	1	0	1	2	0	0
7:30	7:45	2	0	0	0	0	0	0
7:45	8:00	0	2	0	0	1	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***3***	***1***	***1***	***4***	***0***	***0***
8:00	8:15	1	0	1	0	0	0	0
8:15	8:30	1	0	0	1	0	1	0
8:30	8:45	1	0	1	0	0	0	0
8:45	9:00	0	2	0	0	1	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***2***	***1***	***1***	***1***	***0***
9:00	9:15	2	0	0	0	0	0	0
9:15	9:30	1	1	1	1	0	0	0
9:30	9:45	1	0	1	0	0	0	1
9:45	10:00	0	2	0	0	2	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***3***	***2***	***1***	***2***	***0***	***1***
10:00	10:15	2	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	0	0	1	1	0	0	0
10:30	10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	1	2	0	0	1	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***2***	***1***	***1***	***1***	***0***	***0***
11:00	11:15	2	0	1	1	2	0	0
11:15	11:30	0	1	0	1	0	0	0
11:30	11:45	1	1	0	0	0	0	0
11:45	12:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***4***	***1***	***2***	***2***	***0***	***0***
12:00	12:15	2	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	1	0	1	2	0	0	0
12:30	12:45	2	1	0	0	0	0	0
12:45	13:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***2***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
13:00	13:15	2	0	1	0	0	0	0
13:15	13:30	0	1	0	2	0	0	0
13:30	13:45	2	0	0	0	0	0	0
13:45	14:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
14:00	14:15	2	0	1	0	0	0	0
14:15	14:30	0	0	0	1	0	0	0
14:30	14:45	2	0	0	0	0	0	0
14:45	15:00	1	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***1***	***1***	***1***	***0***	***0***	***0***
15:00	15:15	2	0	0	0	0	0	0
15:15	15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30	15:45	2	0	0	0	0	0	0
15:45	16:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***1***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0
16:15	16:30	1	0	0	1	0	0	0
16:30	16:45	2	1	0	0	0	0	0
16:45	17:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***2***	***0***	***1***	***0***	***0***	***0***
17:00	17:15	2	0	0	0	0	0	0
17:15	17:30	0	0	1	2	0	0	0
17:30	17:45	2	0	0	0	0	0	0
17:45	18:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***2***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
TOTAL DIA		***47***	***27***	***12***	***16***	***10***	***1***	***1***

Tabla 8 - Aforo día 6

TABLA:	6							
CIUDAD:	PRADO					***CLIMA***	DESPEJADO	
FECHA	10/08/2024					***DIA:***	SABADO	
SITIO DE AFORO:		***CRUCE SALTO DE ATÁ***				***DIA NUMERO:***	6	

HORA		***AUTOS (A)***	***BUSES (B)***	***CAMIONES (C)***				
				C2 P	***C2 G***	***C3 Y C4***	***C5***	***> C6***
6:00	6:15	1	0	0	0	0	0	0
6:15	6:30	1	0	1	1	0	1	0
6:30	6:45	1	1	0	1	0	0	0
6:45	7:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***3***	***3***	***1***	***2***	***0***	***1***	***0***
7:00	7:15	1	0	0	1	0	0	0
7:15	7:30	1	1	1	1	0	1	0
7:30	7:45	1	0	0	0	0	0	0
7:45	8:00	1	2	0	1	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***3***	***1***	***3***	***0***	***1***	***0***
8:00	8:15	1	0	0	1	0	0	0
8:15	8:30	1	0	1	1	1	1	0
8:30	8:45	1	0	1	1	0	0	0
8:45	9:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***2***	***3***	***1***	***1***	***0***
9:00	9:15	2	0	0	1	0	0	0
9:15	9:30	1	1	1	0	0	1	0
9:30	9:45	1	0	0	0	0	0	1
9:45	10:00	1	2	1	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***3***	***2***	***1***	***0***	***1***	***1***
10:00	10:15	2	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	1	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***2***	***1***	***0***	***0***	***0***	***0***
11:00	11:15	2	0	0	0	0	0	0
11:15	11:30	1	1	0	1	0	0	0
11:30	11:45	1	1	0	1	0	0	0
11:45	12:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***4***	***4***	***0***	***2***	***0***	***0***	***0***
12:00	12:15	2	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	1	1	1	2	0	0	0
12:30	12:45	2	1	0	0	0	0	0
12:45	13:00	2	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***7***	***3***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
13:00	13:15	2	0	1	0	0	0	0
13:15	13:30	0	1	0	2	0	0	0
13:30	13:45	2	0	0	0	0	0	0
13:45	14:00	1	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***2***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
14:00	14:15	2	0	1	0	0	0	0
14:15	14:30	1	1	0	1	0	0	0
14:30	14:45	2	1	0	0	0	0	0
14:45	15:00	1	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***6***	***3***	***1***	***1***	***0***	***0***	***0***
15:00	15:15	2	0	0	0	0	0	0
15:15	15:30	1	0	0	0	0	0	0
15:30	15:45	2	1	0	0	0	0	0
15:45	16:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***2***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0
16:15	16:30	1	1	1	1	0	0	0
16:30	16:45	2	1	0	0	0	0	0
16:45	17:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***3***	***1***	***1***	***0***	***0***	***0***
17:00	17:15	2	0	1	0	0	0	0
17:15	17:30	0	0	0	2	0	0	0
17:30	17:45	2	1	0	0	0	0	0
17:45	18:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		***5***	***3***	***1***	***2***	***0***	***0***	***0***
TOTAL DIA		***57***	***33***	***12***	***19***	***1***	***4***	***1***

Urbanización Primavera Entrerrios
Calle 74A con carrera 12 Manzana G Casa 5
Teléfono: 301 330 76 70
Correo electrónico: johnfredyguzmansbocanegra@gmail.com
Ibagué – Tolima.

Tabla 9 - Aforo día 7

TABLA:	7							
CIUDAD:	PRADO					**CLIMA**	SOLEADO	
FECHA	11/08/2024					**DIA:**	DOMINGO	
SITIO DE AFORO:		**CRUCE SALTO DE ATÁ**				**DIA NUMERO:**	7	

HORA		AUTOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES (C)				
				C2 P	C2 G	C3 Y C4	C5	> C6
6:00	6:15	1	0	0	0	0	0	0
6:15	6:30	1	0	1	1	0	1	0
6:30	6:45	0	1	1	1	0	0	0
6:45	7:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**2**	**3**	**2**	**2**	**0**	**1**	**0**
7:00	7:15	1	0	0	1	0	0	0
7:15	7:30	0	0	1	1	0	1	0
7:30	7:45	1	0	1	0	0	0	0
7:45	8:00	1	2	0	2	0	0	0
SUMATORIA HORA		**3**	**2**	**2**	**4**	**0**	**1**	**0**
8:00	8:15	1	0	1	1	0	0	0
8:15	8:30	0	0	1	1	1	1	0
8:30	8:45	1	0	1	1	2	0	0
8:45	9:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**3**	**2**	**3**	**3**	**3**	**1**	**0**
9:00	9:15	2	0	0	1	0	0	0
9:15	9:30	1	0	0	1	1	0	0
9:30	9:45	1	0	0	0	0	0	1
9:45	10:00	1	2	1	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**2**	**1**	**2**	**1**	**0**	**1**
10:00	10:15	2	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	1	0	0	1	0	0	0
10:45	11:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**4**	**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**
11:00	11:15	2	0	0	0	0	0	0
11:15	11:30	1	1	0	1	0	0	0
11:30	11:45	1	1	0	1	0	0	0
11:45	12:00	0	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**4**	**4**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**
12:00	12:15	2	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	1	1	1	2	0	0	0
12:30	12:45	2	1	0	0	0	1	0
12:45	13:00	2	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**7**	**3**	**1**	**2**	**0**	**1**	**0**
13:00	13:15	2	0	1	0	0	0	0
13:15	13:30	0	1	0	2	0	0	0
13:30	13:45	2	0	0	0	0	0	0
13:45	14:00	1	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**2**	**1**	**2**	**0**	**0**	**0**
14:00	14:15	2	0	1	0	0	0	0
14:15	14:30	1	0	0	1	0	0	0
14:30	14:45	1	1	0	1	0	0	0
14:45	15:00	1	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**2**	**1**	**2**	**0**	**0**	**0**
15:00	15:15	2	0	0	0	0	0	0
15:15	15:30	1	0	0	0	0	0	0
15:30	15:45	2	1	0	0	0	0	0
15:45	16:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0
16:15	16:30	1	1	1	0	0	0	0
16:30	16:45	2	1	0	1	0	0	0
16:45	17:00	0	1	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**5**	**3**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**
17:00	17:15	2	0	1	0	0	0	0
17:15	17:30	0	0	0	2	1	0	0
17:30	17:45	1	1	0	0	0	0	0
17:45	18:00	1	2	0	0	0	0	0
SUMATORIA HORA		**4**	**3**	**1**	**2**	**1**	**0**	**0**
TOTAL DIA		**52**	**30**	**13**	**24**	**5**	**4**	**1**

El consolidado en intervalos de 15 minutos de todo el aforo es el siguiente:

Tabla 10 - Consolidado total cada 15 minutos de todos los días

DATOS DEL CONTEO - CONSOLIDADO TOTAL CADA 15 MINUTOS								
HORA		AUTOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES (C)				
				C2 P	C2 G	C3 Y C4	C5	> C5
6:00	6:15	10	0	0	0	1	0	0
6:15	6:30	2	0	4	10	0	2	0
6:30	6:45	7	3	3	3	0	0	0
6:45	7:00	0	14	1	2	0	0	0
7:00	7:15	10	0	1	5	3	0	0
7:15	7:30	4	2	4	8	3	2	0
7:30	7:45	11	2	2	2	0	0	0
7:45	8:00	2	13	0	3	1	0	0
8:00	8:15	9	0	2	5	0	0	0
8:15	8:30	6	0	5	8	2	3	0
8:30	8:45	7	0	7	3	2	0	0
8:45	9:00	2	14	0	0	1	0	0
9:00	9:15	13	0	0	3	2	0	0
9:15	9:30	14	2	6	7	3	1	0
9:30	9:45	5	2	1	2	0	0	3
9:45	10:00	2	13	2	1	2	0	0
10:00	10:15	14	0	0	1	0	0	0
10:15	10:30	0	0	1	7	0	0	0
10:30	10:45	2	0	1	1	1	0	0
10:45	11:00	9	14	0	0	1	0	0
11:00	11:15	12	1	1	1	3	1	0
11:15	11:30	2	4	0	9	3	0	0
11:30	11:45	7	7	0	2	0	0	0
11:45	12:00	1	12	2	0	0	0	0
12:00	12:15	13	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	4	2	4	13	1	0	0
12:30	12:45	13	4	0	0	1	1	0
12:45	13:00	4	9	0	0	0	0	0
13:00	13:15	14	0	4	0	2	0	0
13:15	13:30	0	4	0	12	2	0	0
13:30	13:45	14	0	0	0	1	0	0
13:45	14:00	2	9	0	0	0	0	0
14:00	14:15	14	0	4	0	0	0	0
14:15	14:30	2	1	0	11	2	0	0
14:30	14:45	13	2	0	1	0	0	0
14:45	15:00	4	9	0	0	0	0	0
15:00	15:15	14	0	0	0	3	0	0
15:15	15:30	2	0	0	2	1	0	0
15:30	15:45	14	2	0	0	1	0	0
15:45	16:00	0	9	0	0	0	0	0
16:00	16:15	14	0	0	0	1	0	0
16:15	16:30	4	2	2	7	0	0	0
16:30	16:45	14	5	0	1	0	0	0
16:45	17:00	0	11	0	0	0	0	0
17:00	17:15	14	0	2	0	3	0	0
17:15	17:30	0	0	1	13	4	0	0
17:30	17:45	12	2	0	0	0	1	0
17:45	18:00	4	14	0	0	0	0	0
VALORES TOTALES		341	188	60	143	50	11	3

Como se puede apreciar en los cálculos realizados, la variación de los porcentajes de los Buses y Camiones con respecto a los autos varia ostensiblemente en los días pertenecientes al fin de semana; sin embargo, el comportamiento del tránsito es normalizado los días laborales normales (martes a sábado).

En las Siguientes graficas Se presenta la distribución de vehículos mixtos por cada hora y por día además del acumulado total de todos los días de estudio, a estas distribuciones se les llama comúnmente como histograma de datos. El color AZUL representa al número TOTAL DE AUTOS POR HORA, el color NARANJA representa al número TOTAL DE BUSES POR HORA y el color VERDE representa al número TOTAL DE CAMIONES POR HORA.

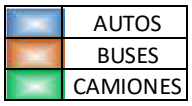


Ilustración 4 - Histograma de toda la semana

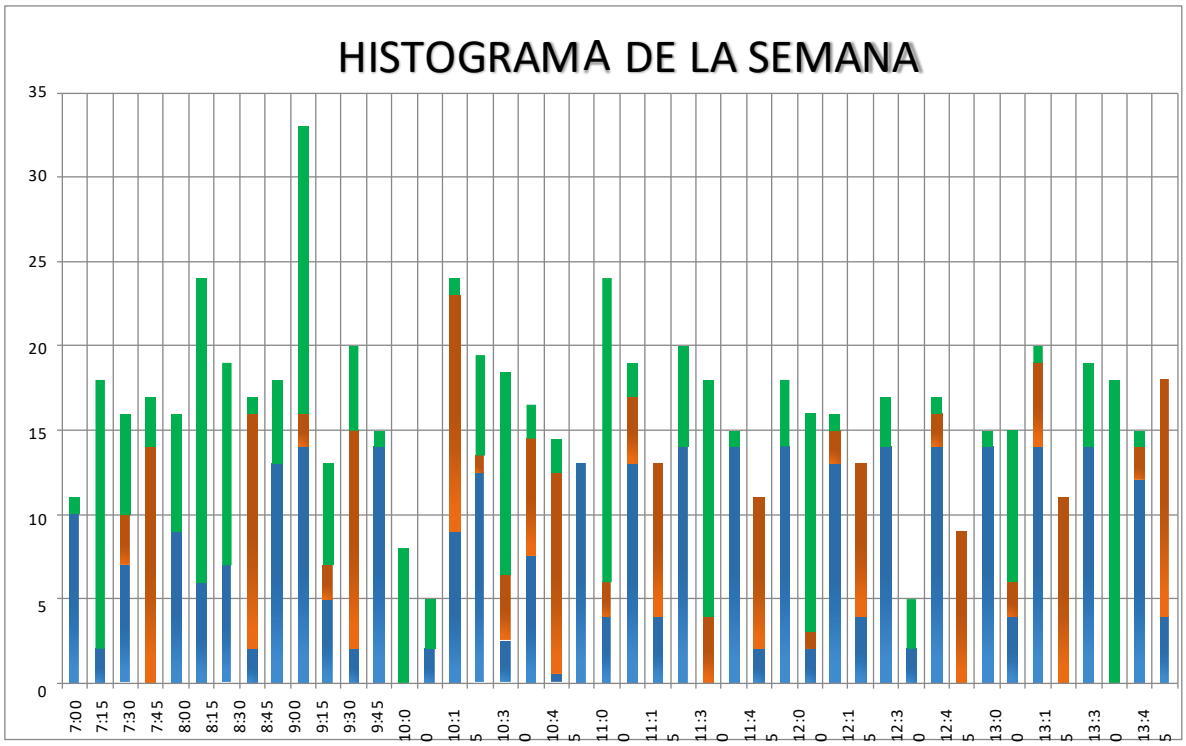


Ilustración 5 – Histograma del día Lunes

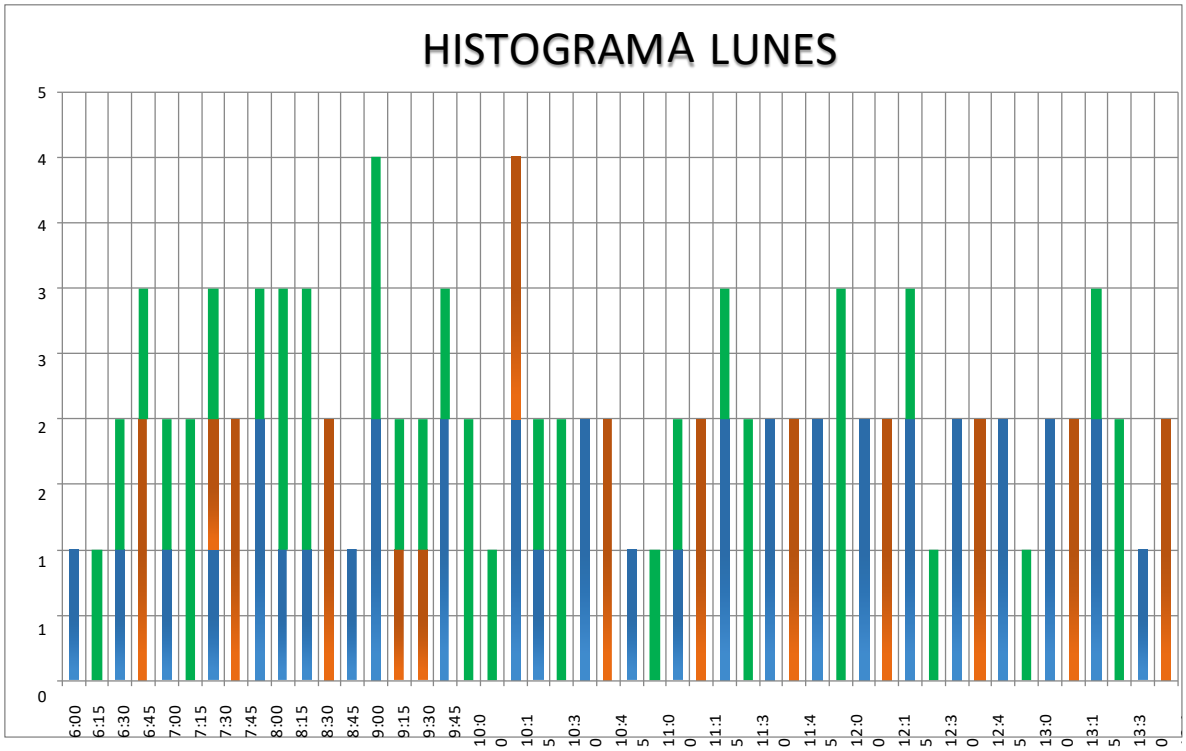


Ilustración 6 - Histograma del día martes

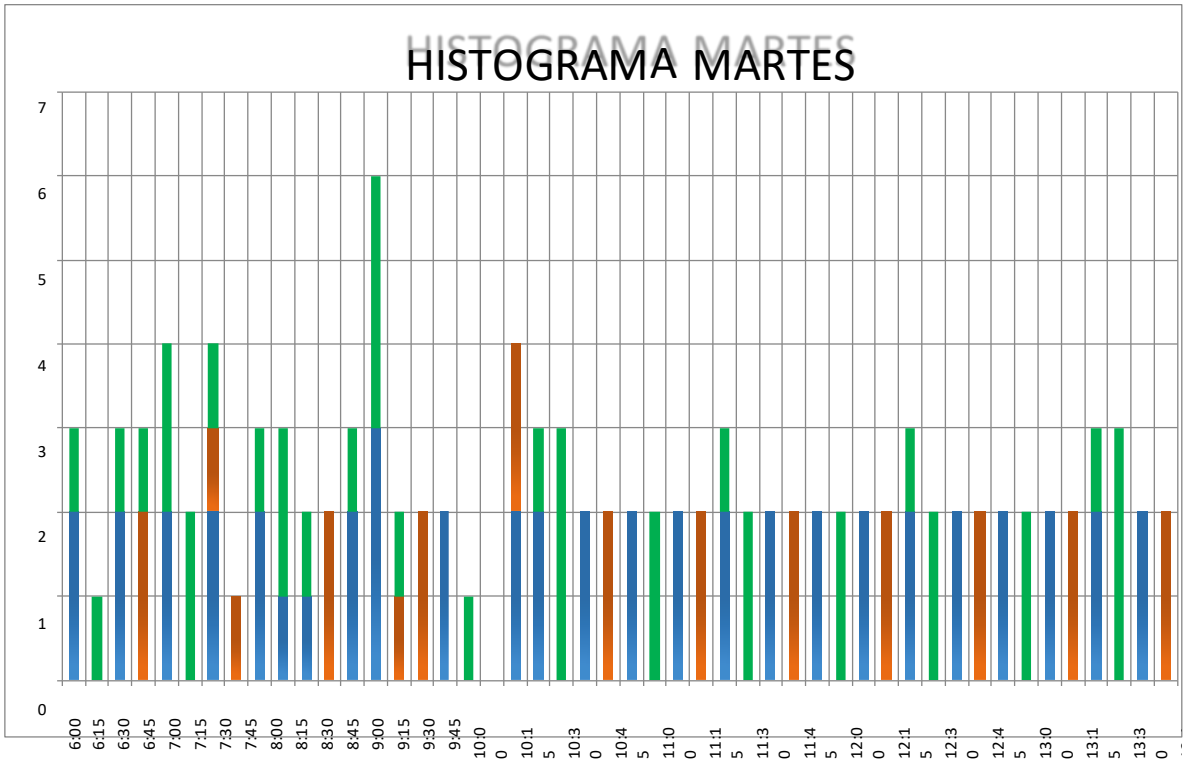


Ilustración 7 - Histograma del día miércoles

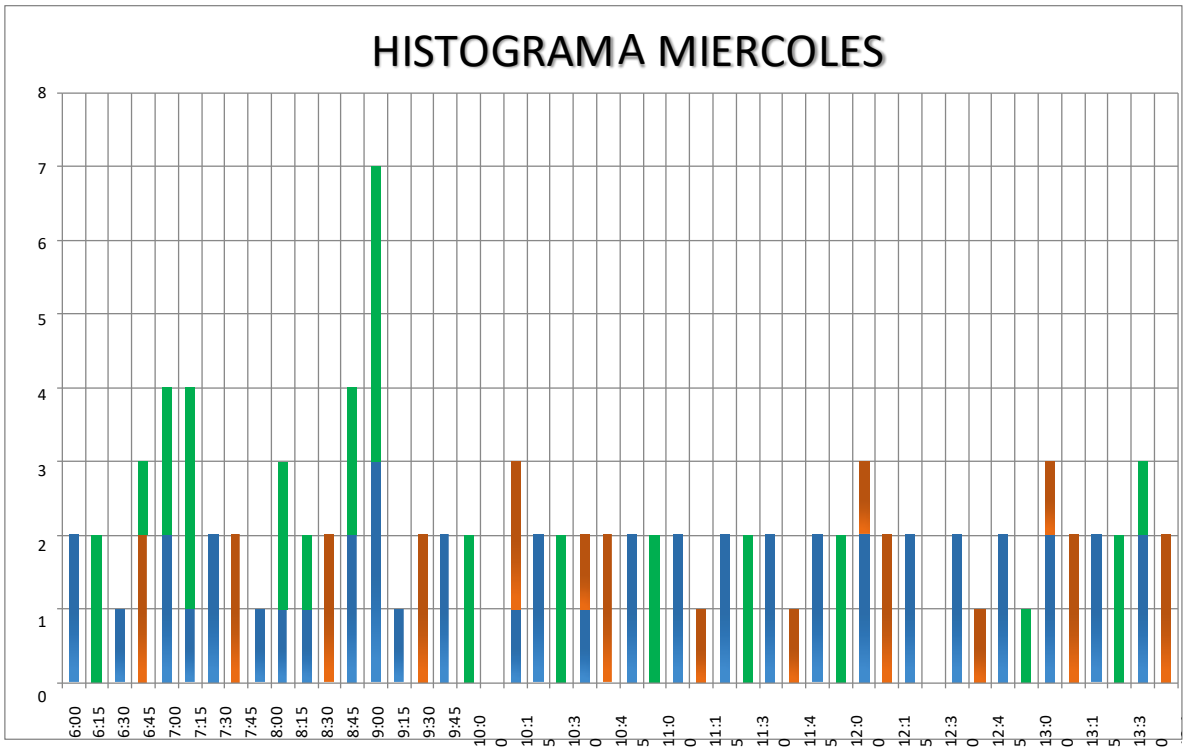


Ilustración 8 - Histograma del día jueves

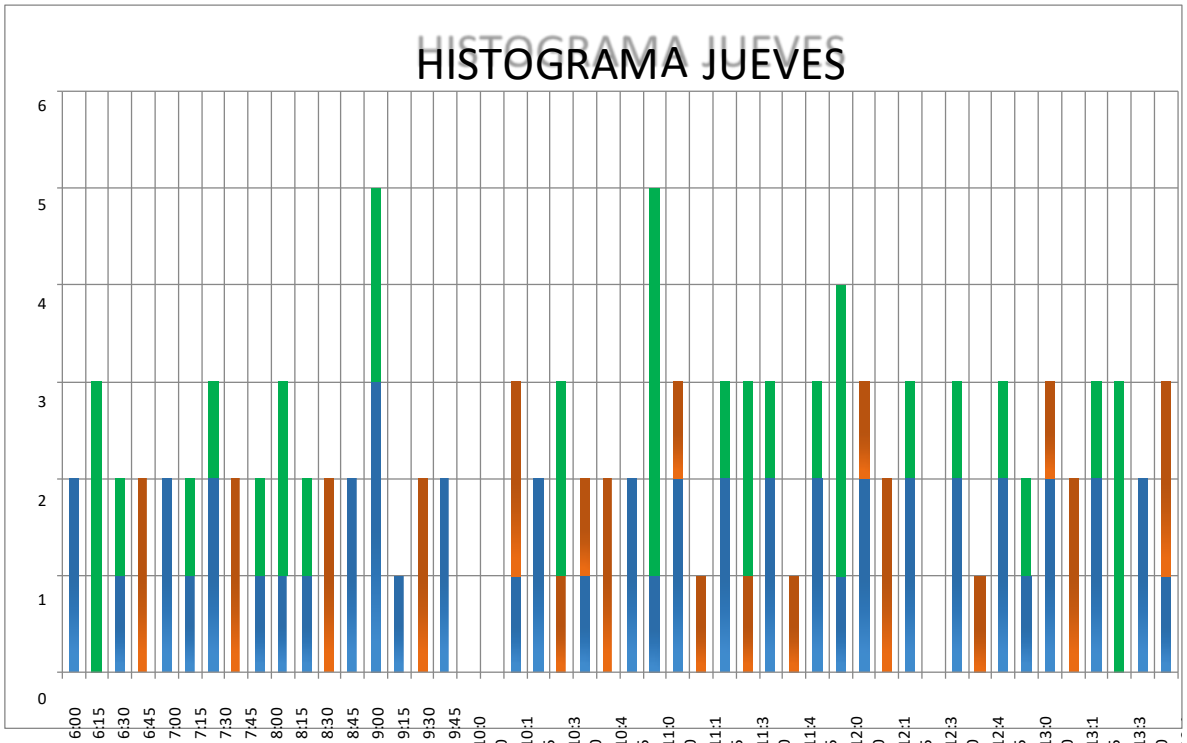


Ilustración 9 - Histograma del día viernes

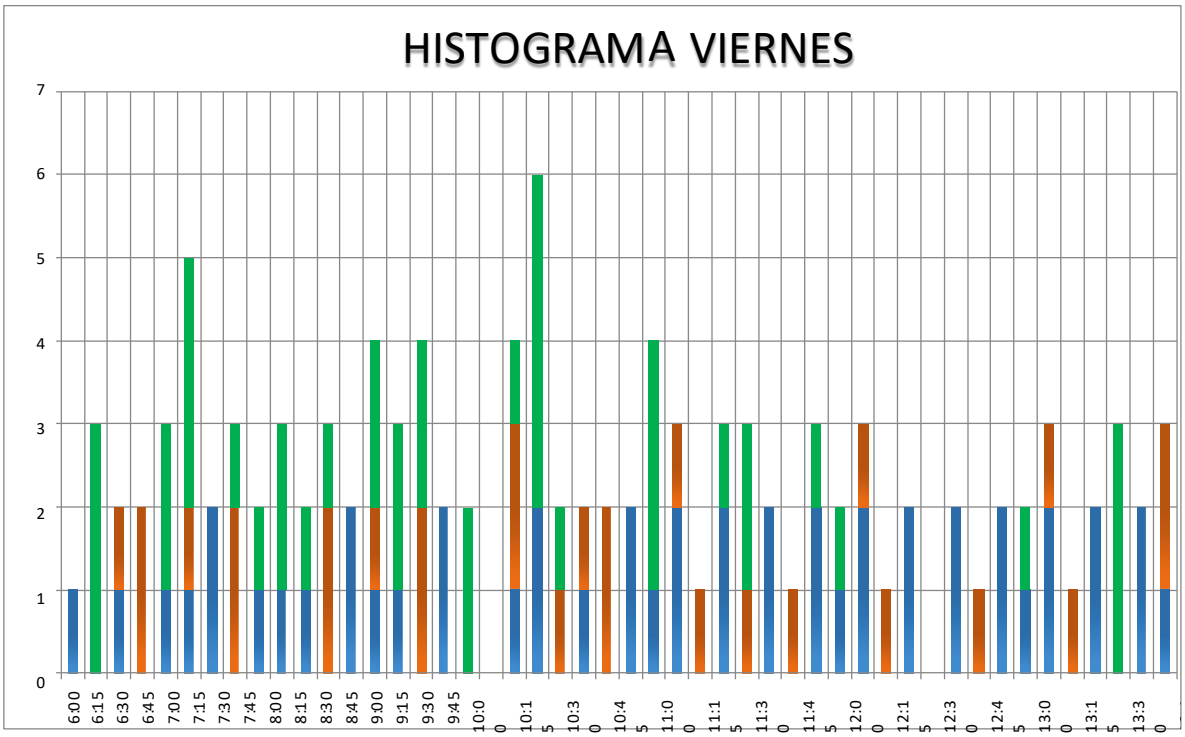


Ilustración 10 - Histograma del día Sabado

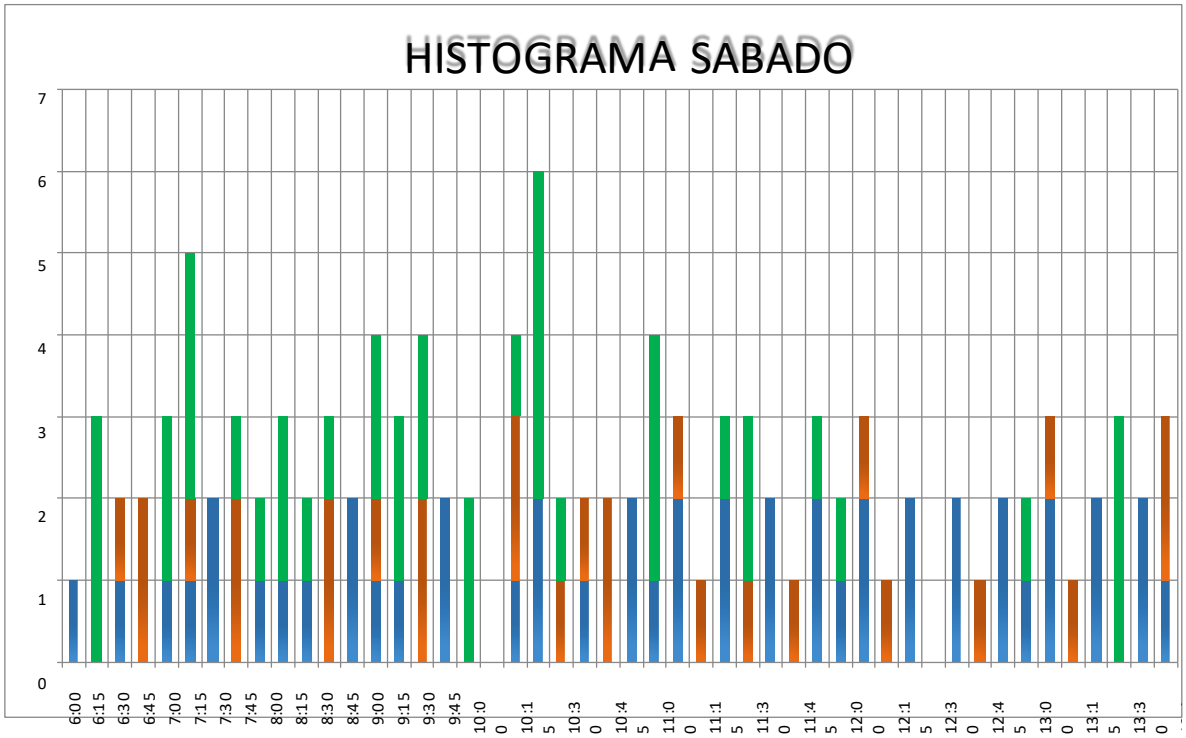
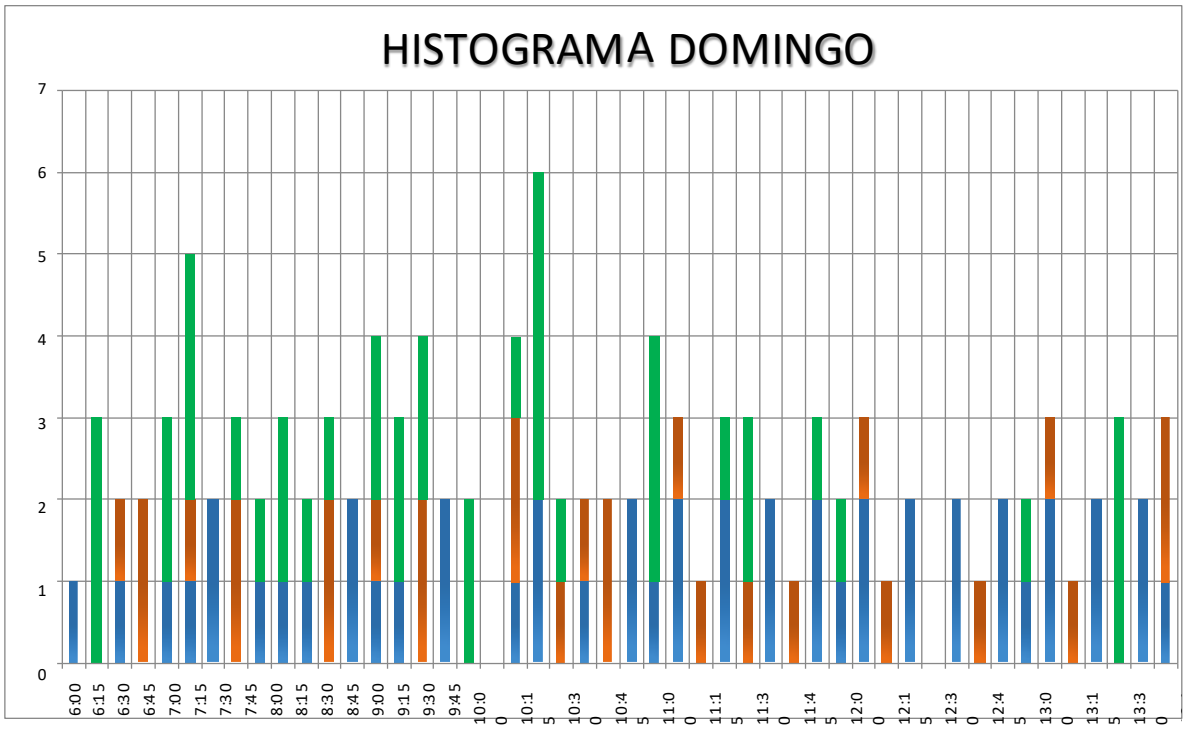


Ilustración 11 - Histograma del día Domingo.



6.3 CALCULO DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Según se define en los boletines anuales sobre volúmenes de tránsito publicados por el INVÍAS, el tránsito promedio diario 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. Los boletines del INVÍAS presentan información referente a tres tipos de tránsitos promedios diarios, así:

- Sobre el tránsito promedio anual (TPDA) y el tránsito promedio diario mensual (TPDM), en los tramos de la red a su cargo en los cuales tiene instaladas estaciones de peaje. La información presentada en los boletines en relación con estos tránsitos no discrimina los vehículos por tipo, pero ella es posible obtenerla en las oficinas centrales del INVÍAS.

- Sobre el tránsito promedio diario semanal (TPDS), en más de 800 estaciones de conteo manual, distribuidas en cerca de 20,000 kilómetros de la red vial nacional. Esta información aparece discriminada, tanto por tipo de vehículo (liviano, bus y camión), como por tipo de camión (clases 2P, 2G, 3/4, 3S2, 3S3). Así mismo, junto con el TPDS de cada estación, se informa su valor de desviación estándar (s), el cual mide la dispersión de los tránsitos de los 7 días de la semana del conteo, en relación con el promedio semanal.

La precisión en las proyecciones de tránsito está necesariamente ligada a la calidad de los datos con los cuales se realizan. El valor del TPDA constituye, sin duda, la mejor información en este sentido (nivel 1); sin embargo, debido a que ella es recabada sólo en muy pocos sectores de la red vial nacional, será mucho más frecuente disponer de los valores del TPDS. En los estudios de rutina para el diseño de obras de rehabilitación de los pavimentos asfálticos de las carreteras nacionales y salvo que el INVÍAS determine lo contrario, el valor del TPDS se podrá asumir como representativo del TPDA. Esta suposición implica ubicarse en el nivel 2 de la información sobre tránsito.

Las técnicas estadísticas aplicadas a la ingeniería de tránsito permiten expandir los valores de tránsito promedio diario semanal (TPDS) a valores de tránsito promedio diario anual (TPDA), considerando que muestras de datos sujetas a las mismas técnicas de análisis, posibilitan la generalización del comportamiento de una población, siempre que se haga un análisis previo de la variabilidad de ellas para poder afirmar, con cierto nivel de confiabilidad, que sus resultados pueden ser aplicados a otras muestras o al universo de la población; mediante este principio y con ciertas limitaciones, los volúmenes de TPDS (media muestral) pueden ser utilizados para estimar un rango dentro del cual se puede encontrar el TPDA (media poblacional). Este último valor, por su carácter universal, permite un mejor conocimiento del comportamiento del tránsito. La expresión por aplicar, es la siguiente:

$$TPDA = TPDS \pm z_c \frac{s}{\sqrt{n}} \left[\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right]$$

Dónde: zc: Valor crítico o coeficiente de confianza, dependiente del nivel de confianza deseado. Para una distribución normal y un nivel de confianza de 90 %, zc = 1.64. Si el nivel de confianza se aumenta a 95 %, zc = 1.96.

s: Desviación estándar de la muestra.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (TDi - TPDS)^2}{n-1}}$$

Donde n: Tamaño de la muestra (7 días).

N: Tamaño de la población (número de días del año).

TDi: Volumen de tránsito del día “i”.

En este Caso, el nivel de confianza es de 95% lo que hace que el valor crítico del nivel de confiabilidad sea de 1,96.

Teniendo en cuenta los anteriores datos recopilados de los aforos vehiculares de los días en los cuales se realizó el estudio el consolidado total de datos por días es el siguiente:

Tabla 11- Consolidado de los aforos vehiculares

RESUMEN DE CONTEOS								
n	DIA	AUTOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES (C)				
				C2 P	C2 G	C3 Y C4	C5	> C6
1	5-ago-24	39	25	5	22	12	0	0
2	6-ago-24	49	25	5	22	12	0	0
3	7-ago-24	47	22	3	23	4	1	0
4	8-ago-24	51	25	8	18	8	0	0
5	9-ago-24	47	27	12	16	10	1	1
6	10-ago-24	57	33	12	19	1	4	1
7	11-ago-24	52	30	13	24	5	4	1
TOTAL		342	187	58	144	52	10	3
DESVIACIÓN STANDART (S)		6	4	4	3	4	2	1
TPDS		49	27	8	21	7	1	0
TPDA		53	29	11	23	11	1	1
COMPOSICIÓN		42.96%	23.49%	7.29%	18.09%	6.53%	1.26%	0.38%

TPDS TOTAL	114
TPDA TOTAL	129

De esta forma, la desviación estándar, el TPDS y el TPDA de cada una de la clasificación de los vehículos de los 7 días de la semana en estudio es la siguiente:

Tabla 12 - Desviación Standart Autos

DESVIACIÓN STANDART, TPDA Y TPDS AUTOS								
FECHA	DIA	TRANSITO	TPDS	Tdi - TPDS	(Tdi - TPDS) ^2		(Tdi - TPDS)	184.857143
5-ago	LUNES	39	49	-10	97.163		n	7
6-ago	MARTES	49	49	0	0.020		n-1	6
7-ago	MIÉRCOLES	47	49	-2	3.449		S	6
8-ago	JUEVES	51	49	2	4.592			
9-ago	VIERNES	47	49	-2	3.449		DIAS DE LA	7
10-ago	SÁBADO	57	49	8	66.306			
11-ago	DOMINGO	52	49	3	9.878			
		342			184.857		TPDA	53
	Zc	s	n	N	TPDA		TPDS	49
	1.96	6	7	365	53			

Tabla 13 - Desviación Standart Buses

DESVIACIÓN STANDART, TPDA Y TPDS BUSES								
FECHA	**DIA**	**TRANSITO**	**TPDS**	**Tdi - TPDS**	**(Tdi - TPDS) ^2**		**(Tdi - TPDS)**	**81.4285714**
5-ago	LUNES	25	27	-2	2.939		n	7
6-ago	MARTES	25	27	-2	2.939		n-1	6
7-ago	MIÉRCOLES	22	27	-5	22.224		S	4
8-ago	JUEVES	25	27	-2	2.939			
9-ago	VIERNES	27	27	0	0.082		DIAS DE LA	7
10-ago	SÁBADO	33	27	6	39.510			
11-ago	DOMINGO	30	27	3	10.796			
		187			81.429		***TPDA***	***29***
	Zc	s	n	N	TPDA		***TPDS***	***27***
	1.96	4	7	365	29			

Tabla 14 - Desviación Standart C2P

DESVIACIÓN STANDART, TPDA Y TPDS C2 PEQUEÑO								
FECHA	**DIA**	**TRANSITO**	**TPDS**	**Tdi - TPDS**	**(Tdi - TPDS) ^2**		**(Tdi - TPDS) ^2**	**99.4285714**
5-ago	LUNES	5	8	-3	10.796		n	7
6-ago	MARTES	5	8	-3	10.796		n-1	6
7-ago	MIÉRCOLES	3	8	-5	27.939		S	4
8-ago	JUEVES	8	8	0	0.082			
9-ago	VIERNES	12	8	4	13.796		DIAS DE LA	7
10-ago	SÁBADO	12	8	4	13.796		SEMANA	
11-ago	DOMINGO	13	8	5	22.224			
		58			99.429		***TPDA***	***11***
	Zc	s	n	N	TPDA		***TPDS***	***8***
	1.96	4	7	365	11			

Tabla 15 - Desviación Standart C2G

DESVIACIÓN STANDART, TPDA Y TPDS C2 GRANDE								
FECHA	**DIA**	**TRANSITO DIARIO**	**TPDS**	**Tdi - TPDS**	**(Tdi - TPDS) ^2**		**(Tdi - TPDS) ^2**	**51.7142857**
5-ago	LUNES	22	21	1	2.041		n	7
6-ago	MARTES	22	21	1	2.041		n-1	6
7-ago	MIÉRCOLES	23	21	2	5.898		S	3
8-ago	JUEVES	18	21	-3	6.612			
9-ago	VIERNES	16	21	-5	20.898		DIAS DE LA	7
10-ago	SÁBADO	19	21	-2	2.469		SEMANA	
11-ago	DOMINGO	24	21	3	11.755			
		144			51.714		***TPDA***	***23***
	Zc	s	N	N	TPDA		***TPDS***	***21***
	1.96	3	7	365	23			

Tabla 16 - Desviación Standart C3 Y C4

DESVIACIÓN STANDART, TPDA Y TPDS C3 Y C4								
FECHA	**DIA**	**TRANSITO DIARIO**	**TPDS**	**Tdi - TPDS**	**(Tdi - TPDS) ^2**		**(Tdi - TPDS) ^2**	**107.714286**
5-ago	LUNES	12	7	5	20.898		n	7
6-ago	MARTES	12	7	5	20.898		n-1	6
7-ago	MIÉRCOLES	4	7	-3	11.755		S	4
8-ago	JUEVES	8	7	1	0.327			
9-ago	VIERNES	10	7	3	6.612		DIAS DE LA SEMANA	7
10-ago	SÁBADO	1	7	-6	41.327			
11-ago	DOMINGO	5	7	-2	5.898			
		52			107.714		**TPDA**	**11**
	Zc	s	N	N	TPDA		**TPDS**	**7**
	1.96	4	7	365	11			

Tabla 17- Desviación Standart C5

DESVIACIÓN STANDART, TPDA Y TPDS C5								
FECHA	**DIA**	**TRANSITO DIARIO**	**TPDS**	**Tdi - TPDS**	**(Tdi - TPDS) ^2**		**(Tdi - TPDS) ^2**	**19.7142857**
5-ago	LUNES	0	1	-1	2.041		n	7
6-ago	MARTES	0	1	-1	2.041		n-1	6
7-ago	MIÉRCOLES	1	1	0	0.184		S	2
8-ago	JUEVES	0	1	-1	2.041			
9-ago	VIERNES	1	1	0	0.184		DIAS DE LA SEMANA	7
10-ago	SÁBADO	4	1	3	6.612			
11-ago	DOMINGO	4	1	3	6.612			
		10			19.714		**TPDA**	**3**
	Zc	s	N	N	TPDA		**TPDS**	**1**
	1.96	2	7	365	3			

Tabla 18 - Desviación Standart C6

DESVIACIÓN STANDARTDESVIACIÓN STANDART, TPDA Y TPDS > C6								
FECHA	**DIA**	**TRANSITO**	**TPDS**	**Tdi - TPDS**	**(Tdi - TPDS) ^2**		**(Tdi - TPDS)**	**1.71428571**
5-ago	LUNES	0	0	0	0.184		n	7
6-ago	MARTES	0	0	0	0.184		n-1	6
7-ago	MIÉRCOLES	0	0	0	0.184		S	1
8-ago	JUEVES	0	0	0	0.184			
9-ago	VIERNES	1	0	1	0.327		DIAS DE LA	7
10-ago	SÁBADO	1	0	1	0.327			
11-ago	DOMINGO	1	0	1	0.327			
		3			1.714		**TPDA**	**1**
	Zc	s	n	N	TPDA		**TPDS**	**0**
	1.96	1	7	365	1			

El resumen de los datos anteriormente calculados es el siguiente:

Tabla 19 - Resumen aforos vehiculares

RESUMEN DE CONTEOS								
n	DIA	AUTOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES (C)				
				C2 P	C2 G	C3 Y C4	C5	> C6
1	5-ago-24	39	25	5	22	12	0	0
2	6-ago-24	49	25	5	22	12	0	0
3	7-ago-24	47	22	3	23	4	1	0
4	8-ago-24	51	25	8	18	8	0	0
5	9-ago-24	47	27	12	16	10	1	1
6	10-ago-24	57	33	12	19	1	4	1
7	11-ago-24	52	30	13	24	5	4	1
TOTAL		342	187	58	144	52	10	3
DESVIACIÓN STANDART (S)		6	4	4	3	4	2	1
TPDS		49	27	8	21	7	1	0
TPDA		53	29	11	23	11	1	1
COMPOSICIÓN		42.96%	23.49%	7.29%	18.09%	6.53%	1.26%	0.38%
TPDS TOTAL		114						
TPDA TOTAL		129						

La distribución porcentual de los vehículos es la siguiente:

Tabla 20 - Distribución porcentual del tránsito

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TRANSITO	
AUTOS (A)	42.96%
BUSES (B)	23.49%
CAMIONES (C)	33.54%

El total de camiones representado en el estudio de transito es el siguiente:

Tabla 21 - Representación del tráfico pesado en la zona de estudio

CAMIONES (C)					
C2 P	C2 G	C3 Y C4	C5	> C6	TOTAL
58	144	52	10	3	267
21.72%	53.93%	19.48%	3.75%	1.12%	100%

Como se puede deducir de los datos anteriores, la mayor cantidad de camiones que transitan por la zona son camiones tipo C2 Grande debido a que esta vía es muy utilizada para transportar mercancía en esta zona del departamento.

6.4 CALCULO DEL FACTOR CAMIÓN (F.C.) – AASHTO.

Los factores de equivalencia de carga por eje (FECE) proporcionan una manera de expresar niveles equivalentes de deterioro entre diferentes cargas por eje; sin embargo, resulta mucho más conveniente expresar ese deterioro equivalente en términos de la cantidad de deterioro producida por un vehículo completo.

En otras palabras, al sumar los deterioros generados por todos los ejes de un determinado vehículo, se obtiene la cantidad de deterioro producido por una pasada de él sobre el pavimento. Esta adición de efectos está incorporada en el concepto del factor vehicular de deterioro, el cual se define como el número de ejes simples equivalentes de referencia que producen el mismo deterioro en el pavimento que la pasada de un vehículo comercial.

El factor vehicular de deterioro puede ser calculado para cada tipo de camión o bus; o como un promedio para todo el flujo del tránsito pesado, caso en el cual se conoce como “factor camión”. Aunque la mayoría de los diseñadores colombianos realizan sus cálculos utilizando el segundo de los criterios citados, resulta mucho más recomendable, para los efectos de evaluación y prognosis del tránsito, calcular factores de deterioro independientes para cada tipo de vehículo pesado, en razón de la distinta tasa de crecimiento anual que presenta el tránsito de los diferentes vehículos comerciales.

La siguiente tabla muestra los factores vehiculares de deterioro promedios obtenidos para distintos tipos de camiones en algunas encuestas realizadas durante los últimos años en las carreteras nacionales. Con fines comparativos, las dos últimas columnas de la tabla muestran los valores de este parámetro en las carreteras de Pakistán y los Estados Unidos de América. Respecto de los buses, la información disponible en el país es muy limitada, motivo por el cual se acepta el uso de los factores recomendados en el manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito (0.40 para el bus corriente y 1.00 para el bus metropolitano), salvo que se disponga de datos reales para el sector vial objeto de los estudios.

Tabla 22 - Factores vehiculares de deterioro

TIPO DE CAMIÓN	FACTOR VEHICULAR DE DETERIORO (EJES SIMPLES DE 80 kN)				
	MOPT 1992	INVÍAS 1996	INVÍAS 2003	DATOS PAKISTÁN	DATOS USA
2	2.16	3.44	2.15	4.67	0.21
3	4.39	3.76	3.15	8.84	1.59
2 S1	-	3.37	3.13	-	-
3 S1	-	2.22	2.33	-	-
2 S2	-	3.42	2.27	10.35	1.32
3 S2	4.21	4.40	4.21	14.73	1.39
3 S3	4.42	4.72	5.31	10.90	1.39

De esta manera, el cálculo del factor camión para la metodología AASHTO (Factores daño de la AASHTO) es el siguiente:

Tabla 23 - Calculo del factor camión para el proyecto – Factores de Daño AASHTO Pavimento rígido

TIPOLOGIA	TIPO		NUMER	PORCENTAJE	FACTOR DE	
C - 2 - P	C-2 P	CAMION DE DOS EJES PEQUEÑO	58	21.72%	0.325	7.06
C - 2 - G	C - 2 G	CAMION DE DOS EJES	144	53.93%	3.15	169.89
C - 3 Y C - 4	C - 3	CAMION C3	52	19.48%	5.42	105.56
	C2 - S1	TRACTO CAMION C2 - S1				
	C2 - S2	TRACTO CAMION C2 - S2				
	C3 - S1	TRACTO CAMION C3 - S1				
	C - 4	CAMION C4				
C - 5	C - 5	TRACTO CAMION C3 - S2	10	3.75%	4.21	15.77
> C - 5	> C - 6	TRACTO CAMION C3 - S3	3	1.12%	5.31	5.97
			267	100.00%		304.24
BUSES				23.49%	1	23.49
FACTOR			3.04			
FACTOR CAMION (BUSES Y CAMIONES)			2.20			

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TRANSITO		
AUTOS (A)	42.96%	342
BUSES (B)	23.49%	187
CAMIONES (C)	33.54%	267

6.5 CALCULO DEL FACTOR CAMIÓN (F.C.) – PCA.

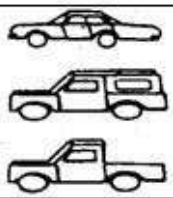
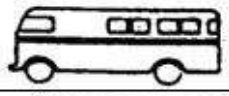
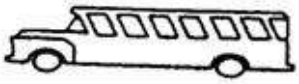
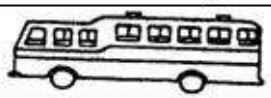
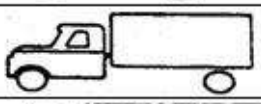
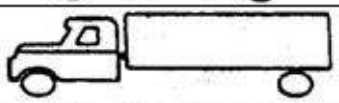
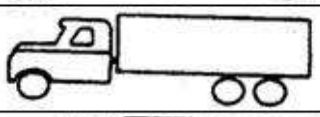
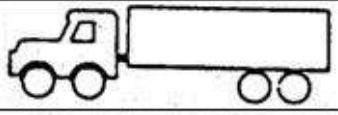
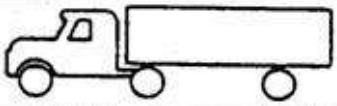
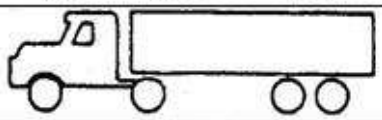
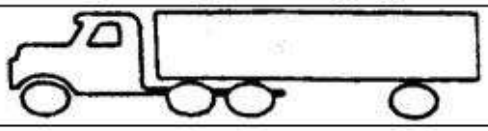
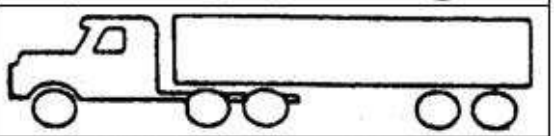
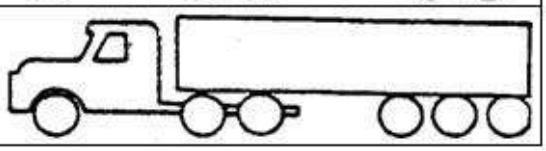
El cálculo del factor camión para la metodología PCA (Factores daño PCA) es el siguiente:

Tabla 24 - Calculo del factor camión para el proyecto – Factores de Daño PCA Pavimento rígido

RESUMEN DE CONTEOS Y FACTOR CAMION								
ITEMS	AUTOS (A)	BUSES (B)	CAMIONES (C)					
			C2 P	C2 G	C3	C4	C5	> C6
TOTAL VEHICULOS	342	187	58	144	26	26	10	3
TPDS (TOTAL VEHICULOS/7 DÍAS)	49	27	8	21	4	4	1	0
FACTOR CAMIÓN		1	1.1	3.6	5.55	5.55	6.45	7.05
TPDS*FD		26.714	9.114	74.057	20.614	20.614	9.214	3.021
∑(TPDS*FD)		163.350						
TPDSC		65						
FC		2.519						

La siguiente tabla nos muestra los tipos de vehículos con su respectivo código según el INVIAS.

Tabla 25 - Tipos de vehículos y sus códigos según INVIAS

TIPO DE VEHÍCULO		ESQUEMA
AUTOS		
BUSES	BUSETA	
	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 C2-S1	
	TRACTOR-CAMIÓN C2-S2	
	TRACTOR CAMIÓN C3-S1	
C5	TRACTOR CAMIÓN C3-S2	
> C5	TRACTOR CAMIÓN C3-S3	

6.6 DETERMINACIÓN DEL TRANSITO FUTURO

6.6.1 COMPONENTES DEL TRÁNSITO

Se tienen en cuenta tres componentes:

- Tránsito Normal – Es el que se produce en la zona de influencia del proyecto como consecuencia de la evolución previsible de sus parámetros característicos y coincide, por tanto, con el que circulará por la red si no se realizara el proyecto. Esta componente se determina a través del análisis de la serie histórica de tránsito, si esta existe, o de un conteo vehicular.

- Tránsito atraído – Es el que utilizará el proyecto, por las ventajas o beneficios que ofrece, y hoy hace uso de otra infraestructura. Esta componente se determina a través de encuestas de preferencia a usuarios y modelos de selección modal o de ruta.

- 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. Esta componente se determina a través del análisis socio-económico.

En una carretera se debe determinar cuáles de las tres componentes se van presentar. Una vez se inicie la operación del proyecto. Se pueden presentar muchas combinaciones, que se pueden asimilar a una de las siguientes situaciones.

- Situación 1: Proyecto de mejoramiento (pavimentación) en zona con alto potencial de desarrollo económico. Para esta situación se podría esperar la presencia de las tres componentes.

- Situación 2: Proyecto de mejoramiento (pavimentación) en zona con bajo potencial de desarrollo económico. Para esta situación se podría esperar la presencia de tránsito normal y atraído.

- Situación 3: Proyecto nuevo en zona con alto potencial de desarrollo económico. En esta situación las componentes que se podrían dar en el tránsito son la de tránsito atraído y la del generado.

- Situación 4: Proyecto nuevo en zona con bajo potencial de desarrollo económico. En esta situación las componentes que se podrían dar en el tránsito son la de tránsito atraído.

En este caso particular se tendrá en cuenta la situación 2.

6.6.2 NIVEL DE TRANSITO

Los métodos usuales para el diseño de pavimentos asfálticos consideran esta variable en términos de repeticiones de ejes de 80 kN en el carril de diseño, cuya valoración con cierto grado de confiabilidad exige un conocimiento más o menos preciso de la magnitud de las cargas pesadas circulantes, a efectos de establecer su respectiva equivalencia con el eje patrón de diseño.

Según el manual de diseño de estructuras de pavimento en vías con bajos volúmenes de transito; el transito se clasifica el tránsito de diseño en 2 niveles, en función del número de ejes equivalentes de 80 kN previstos durante el período de diseño en el carril de diseño. En la siguiente tabla se indican las categorías de tránsito adoptadas.

Tabla 26 - Nivel de tránsito

NIVEL DE TRANSITO	***NUMERO DE EJES EQUIVAKENTES DE 8,2 TONELADAS Ó 80 KN EN EL CARRIL DE DISEÑO***
T0	***< 1.000000***

De esta manera, el Nivel de transito de esta vía es el de T0.

6.6.3 TASA DE CRECIMIENTO DE TRANSITO

Debido a la poca información existente de la vía proyectada se considerará utilizar la tasa de proyección propuesta por el manual de altos y medios volúmenes de transito propuesto por el INVIAS.

Tabla 27 - Tasa de crecimiento del proyecto

NIVEL DE TRANSITO	***TASA DE CRECIMIENTO***
T0	3

De esta manera, la tasa de crecimiento es de 3%.

6.6.4 PROYECCIÓN DEL TPDA

Tradicionalmente en Colombia, las proyecciones de tránsito se han efectuado utilizando el modelo exponencial expresado mediante la siguiente formula de interés:

$$T\diamondsuit\diamondsuit = T\diamondsuit\diamondsuit x\ (1 + \diamondsuit\diamondsuit)$$

Donde:

Tn = Transito en cualquier año n.

Ti = Transito en el año cero (inicial).

r = tasa de crecimiento anual de tránsito.

Teniendo en cuenta el nivel de tránsito, la tasa de crecimiento es de 3%.

El TPDA total para el año 2024 es el siguiente:

Tabla 28 - TPDA año 2024

TPD	
AÑO 2024	***129***

Para una vía principal o primaria el número de años que se debe hacer la proyección es de 20 años siendo el año cero el año 2024.

La proyección del TPDA es la siguiente:

Tabla 29 - TPDA, Tasa de crecimiento y número de años.

TPD	
AÑO 2024	***129***
r	***3%***
n	***20***

La proyección del TPDA es la siguiente:

Tabla 30 - Proyección del TPDA

PROYECCIÓN DE LOS TPDA				
AÑO	**n**	**r**	**To**	**TPDA**
2024	0	3%	129	129
2025	1	3%	129	132
2026	2	3%	129	136
2027	3	3%	129	140
2028	4	3%	129	145
2029	5	3%	129	149
2030	6	3%	129	153
2031	7	3%	129	158
2032	8	3%	129	163
2033	9	3%	129	168
2034	10	3%	129	173
2035	11	3%	129	178
2036	12	3%	129	183
2037	13	3%	129	189
2038	14	3%	129	194
2039	15	3%	129	200
2040	16	3%	129	206
2041	17	3%	129	212
2042	18	3%	129	219
2043	19	3%	129	225
2044	20	3%	129	232

6.7 CONVERSIÓN DEL TRÁFICO MIXTO EN APLICACIONES DEL EJE DE REFERENCIA (NESE).

Esta conversión, que se realiza partiendo de los conceptos presentados en los numerales precedentes, permite hacer estimaciones, tanto del tránsito que ya ha circulado sobre el pavimento, como del previsible hacia el futuro. El cálculo se puede realizar de dos maneras: utilizando un factor camión promedio para todos los vehículos comerciales (buses y camiones), o haciendo cálculos individuales por vehículo comercial, aplicando el factor vehicular de deterioro específico de cada uno de ellos. Mientras este último procedimiento es más preciso y más recomendable (nivel 1), el primero permite cálculos más rápidos y suficientemente aproximados para la mayoría de los estudios de rutina (niveles 2 y 3).

El número de ejes simples equivalentes (NESE) de 80 kN (8,2 T) en el carril de diseño durante un año “i”, se determina mediante la expresión:

$$NESE_i = TPDA_i * VC * DD * DC * FC * 365$$

Dónde:

NESEi: Número de aplicaciones del eje de referencia en el carril de diseño Durante el año “i”, equivalentes al tránsito real, en cuanto a su efecto sobre el pavimento.

TPDAi: Tránsito promedio diario anual en ambas direcciones, durante el año “i”

VC: Proporción del TPDAi, en cifras decimales, que está constituida por vehículos comerciales (buses+camiones).

DD: Distribución direccional del tránsito de los vehículos comerciales, en cifras centesimales.

DC: Proporción, en cifras centesimales, de los vehículos comerciales circulantes en una dirección, que utiliza el carril de diseño.

FC: Factor vehicular de deterioro (factor camión).

6.6.1 Proporción del Tránsito Promedio Diario constituido por vehículos comerciales (VC)

Como las cargas por eje y vehiculares de relevancia para el comportamiento estructural de un pavimento son las correspondientes a los buses y los camiones (vehículos comerciales), los conteos que se realicen con fines de diseño de pavimentos deberán discriminar el tránsito por tipo de vehículo.

En el caso del estudio, el VC es de 57%.

6.7.1 Distribución direccional del tránsito de vehículos comerciales (DD)

La distribución direccional (DD) corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circula en una dirección. Generalmente, se considera que la mitad de ellos circula en cada dirección (DD = 0.50). No obstante, si las observaciones a largo plazo en el lugar indican que la tendencia es diferente, se deberá utilizar el valor observado. El uso del valor observado de largo plazo en el sector vial del proyecto constituye el nivel 1 de la información.

6.7.2 Distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril (DC)

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles que tenga la carretera en cada dirección. Si bien es evidente que cuando la vía sólo tiene un carril por dirección, éste acoge el 100 % del tránsito circulante en dicha dirección (DC = 1.0), en el caso de vías con más de un carril por dirección, el carril exterior suele conducir un mayor número de vehículos comerciales –y, consecuentemente, un mayor número de ejes simples equivalentes- que el interior, razón por la cual se le denomina "carril de diseño".

Tabla 31 - Factor de distribución para el carril de diseño

NÚMERO DE CARRILES EN CADA DIRECCIÓN	FACTOR DE DISTRIBUCIÓN PARA EL CARRIL DE DISEÑO (DC)	
	INVIAS	AASHTO 2002
1	1.0	1.0
2	0.90	0.9
3	0.75	0.6
4	Sin información	0.4

En el caso del estudio, el DC es de 1,0 al ser la vía de estudio una vía de un carril por dirección.

De esta manera, el cálculo del NESE de todos los años a partir del año 2024 y durante los siguientes 20 años se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 32 - N.E.S.E. del proyecto.

NESEi							
AÑO	TPDA	VC	DD	DC	FC	DIAS	NESEi
2024	129	57%	0.5	1	2.20	365	29,452
2025	132	57%	0.5	1	2.20	365	30,335
2026	136	57%	0.5	1	2.20	365	31,245
2027	140	57%	0.5	1	2.20	365	32,183
2028	145	57%	0.5	1	2.20	365	33,148
2029	149	57%	0.5	1	2.20	365	34,142
2030	153	57%	0.5	1	2.20	365	35,167
2031	158	57%	0.5	1	2.20	365	36,222
2032	163	57%	0.5	1	2.20	365	37,308
2033	168	57%	0.5	1	2.20	365	38,428
2034	173	57%	0.5	1	2.20	365	39,580
2035	178	57%	0.5	1	2.20	365	40,768
2036	183	57%	0.5	1	2.20	365	41,991
2037	189	57%	0.5	1	2.20	365	43,251
2038	194	57%	0.5	1	2.20	365	44,548
2039	200	57%	0.5	1	2.20	365	45,885
2040	206	57%	0.5	1	2.20	365	47,261
2041	212	57%	0.5	1	2.20	365	48,679
2042	219	57%	0.5	1	2.20	365	50,139
2043	225	57%	0.5	1	2.20	365	51,643
2044	232	57%	0.5	1	2.20	365	53,193
SUMATORIAS	NESE TOTAL ACUMULADO						844,567

FACTORES TRANSITO ATRAIDO Y GENERADO	%	VALOR (N.E.S.E.)
TRANSITO ATRAIDO	2.70%	22803
TRANSITO GENERADO	2.20%	18580
NESE TOTAL ACUMULADO		844,567

De esta manera, el NESE acumulado utilizando los Factores daño de la metodología AASHTO es:

Tabla 33 - NESEi Acumulado con los factores daño de la Metodología AASHTO.

NESEi ACUMULADO	
TPDA ACUMULADO	1109
VC	57%
DD	0.5
DC	1
FC	2.20
DIAS	365
TRANSITO ATRAIDO	22803
TRANSITO GENERADO	18580
NESEi ACUMULADO TOTAL	885,951
NESEi ACUMULADO TOTAL	8.860E+05

Tabla 34 - Categoría del tránsito acumulado para el proyecto

CATEGORIA DE TRANSITO ACUMULADO PARA EL SECTOR					
CATEGORIA	TIPO DE VIA	TPDs		EJES ACUMULADOS DE 8,2 TON	NESEI
T0	Vp - A -	0 - 250	114	< 1000000	885,951

El NESE de diseño acumulado para 20 años es de 8,86 x 10^5 ejes equivalentes acumulados de 8,2 toneladas teniendo en cuenta los factores Daño de la metodología AASHTO para hallar el factor camión.

6.7.3 CALCULO DEL N.E.S.E. CON LOS FACTORES DAÑO DE LA METODOLOGÍA P.C.A.

El calculo realizado es el siguiente:

Tabla 35- N.E.S.E. Año 2024 - Metodología P.C.A.

TPDS TOTAL V.C.	65
FC	2.52
D.D.	0.50
DIAS	365
N.E.S.E AÑO 2024	29811.38

N.E.S.E.	
AÑO 2024	29811
r	3%
n	20

PROYECCIÓN DE LOS N.E.S.E				
AÑO	n	r	To	NESEi
2024	0	3%	29811	29811
2025	1	3%	29811	30706
2026	2	3%	29811	31627
2027	3	3%	29811	32576
2028	4	3%	29811	33553
2029	5	3%	29811	34560
2030	6	3%	29811	35596
2031	7	3%	29811	36664
2032	8	3%	29811	37764
2033	9	3%	29811	38897
2034	10	3%	29811	40064
2035	11	3%	29811	41266
2036	12	3%	29811	42504
2037	13	3%	29811	43779
2038	14	3%	29811	45092
2039	15	3%	29811	46445
2040	16	3%	29811	47839
2041	17	3%	29811	49274
2042	18	3%	29811	50752
2043	19	3%	29811	52274
2044	20	3%	29811	53843
SUMATORIAS	NESE TOTAL ACUMULADO			854885

FACTORES TRANSITO ATRAIDO Y GENERADO	%	VALOR (N.E.S.E.)
TRANSITO ATRAIDO	2.70%	23082
TRANSITO GENERADO	2.20%	18807

De esta manera, el NESE acumulado utilizando los Factores daño de la metodología PCA es:

Tabla 36 - NESEi Acumulado con los factores daño de la Metodología PCA.

NESEi ACUMULADO	
N.E.S.E AÑO INICIAL	29811
VC	0%
DD	0.50
FC	2.52
AÑOS PROYECCION	20
TRANSITO ATRAIDO	23082
TRANSITO GENERADO	18807
NESEi ACUMULADO TOTAL	896,775
NESEi ACUMULADO TOTAL	8.968E+05

Tabla 37 - Categoría del tránsito acumulado para el proyecto

CATEGORIA DE TRANSITO ACUMULADO PARA EL SECTOR					
CATEGORIA	TIPO DE VIA	TPDs		EJES ACUMULADOS DE 8,2	NESEI
T0	Vp - A	0 - 250	114	< 1000000	896,775

El NESE de diseño acumulado para 20 años es de 8,96 x 10^5 ejes equivalentes acumulados de 8,2 toneladas teniendo en cuenta los factores Daño de la metodología AASHTO para hallar el factor camión.

6.8. ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Con el propósito de comparar los volúmenes de demanda de transito 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 utilizara 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.

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.

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.

Condiciones actuales de la zona del proyecto:

- Velocidad de proyecto, de 30 km/h.
- Dos Carriles en un solo sentido de 2.5 m de ancho.
- Bermas inexistentes.
- Inexistencia de tramos con prohibición de adelantamiento.
- inexistencia de vehículos pesados.
- Distribución direccional 50/50.
- Ninguna restricción al tránsito principal debido a algún tipo de control o vehículos que giren.
- Terreno ondulado.

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

9. RECOMENDACIONES GENERALES.

- Se recomienda por parte del diseñador realizar una nivelación y compactación de la superficie donde se vaya a instalar una capa nueva de la estructura del pavimento ya sea la capa compuesta por las losas de concreto o cualquier capa de material granular.

- En las áreas donde se requiera realizar un mejoramiento del material se debe proceder a excavar con material de préstamo de características de afirmado que logren aportar al suelo natural.

- Todos los materiales que se usen para la construcción de la estructura vial deberán cumplir como mínimo los requisitos de calidad establecidos en las especificaciones generales para la construcción de carreteras del INVIAS versión vigente al momento de la intervención y que se debe realizar los controles allí exigidos con la frecuencia normalizada a emplear.

- En caso de que se utilicen materiales con geosinteticos, estos deberán traer su respectiva ficha técnica la cual será corroborada con la revisión de compra para verificar lotes y cochadas. Dichos Geotextiles o geosinteticos deberán ser utilizados en las capas internas de la estructura del pavimento (entre capas granulares y subrasante para evitar que dichas capas se deformen gradualmente).

- Para garantizar una superficie de acabado homogéneo, deberá existir un control topográfico de la obra, ya que si lo anterior no se cumple, es condición para que se acumule algunos charcos de agua que pueden generar humedad que finalmente se infiltra en la estructura.

- Se recomienda considerar la variable clima, teniendo en cuenta el régimen de lluvias que se presenta en la zona.

- Se debe considerar aplicar un material tipo base granular para poder nivelar la superficie del afirmado y de esta manera evitar que las aristas del material que compone el afirmado no sean agresivas con el geotextil tejido tipo T 1050 ó No tejido NT 1600 que deberá instalarse entre el material de afirmado y la capa de material granular.

- El geotextil irá instalado en la estructura vial de la siguiente forma:

10. CONSIDERACIONES

- Se debe definir la intervención a realizar a través del diseño definitivo, de esta manera garantizar la inversión, mediante la calidad de los procesos y materiales empleados para la construcción de obras y pavimento (espesor de capas – tipo de mezcla – ensayos de laboratorio). Todo lo anterior deberá estar soportado con especificaciones técnicas del INVIAS.

- Los ensayos de campo arrojaron datos que permiten tener un conocimiento del suelo sobre el cual se diseñará el paquete estructural definitivo de pavimento.

- Para establecer las cantidades de obra y presupuesto se deberá contemplar la estructura definida en el diseño.

- A la hora de la intervención vial, tomar todas las precauciones de seguridad necesarias para el buen desarrollo de todos y cada uno de los procesos constructivos.

- Donde exista una superficie expuesta durante mucho tiempo se recomienda escarificarla retirando el material que presuntamente se contaminó y colocar un material nuevo compactándose a la humedad óptima con una densidad mínima del 95% según en ensayo de Proctor modificado.

- Utilizar Material de afirmado el cual tendrá un espesor variable en todas las estructuras que se vayan a realizar tal como está especificado en los diseños.

- Para garantizar una superficie de acabado homogénea deberá existir el control topográfico durante el proceso de reposición de carpeta asfáltica si así se requiere realizar. Si esta recomendación no se cumple, la obra podrá acumular humedades en algunas partes puesto que la superficie no es homogénea y estas humedades terminan infiltrándose hacia las capas granulares.

CABE DESTACAR QUE ESTE ESTUDIO DE TRÁNSITO SOLO ES VÁLIDO PARA EL ABCISADO Y POLIGONO DE INTERVENCIÓN CONSIGNADO TANTO EN ESTE DOCUMENTO COMO EN LA PLANIMETRÍA DE LOS ANEXOS TÉCNICOS DE CUALQUIERA DE SUS COMPONENTES REFERENTES A TAL FIN.



11. BIBLIOGRAFIA

- INGENIERÍA DE PAVIMENTOS – Alfonso Montejo Fonseca.
- MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS EN CONCRETO PARA VIAS CON ALTOS, MEDIOS Y BAJOS VOLUMENES DE TRANSITO – ICPC e INVIAS.
- INGENIERÍA DE PAVIMENTOS – Alfonso Montejo Fonseca.
- Atlas climatológico de Colombia – www.ideam.gov.co
- MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VIAS CON BAJOS VOLUMENES DE TRANSITO – INVIAS 1997.
- MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VIAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO – INVIAS 1998.
- GUIA METODOLOGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE CARRETERAS – INVIAS 2008.