

“ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA SAN ANTONIO – SAN MIGUEL, EN LOS CANTONES GUAYAQUIL Y PLAYAS, DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”

ESTUDIO DE TRAFICO



Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil - Consultor



INDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	OBJETIVO	2
3	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VÍA	3
4	METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE TRÁFICO	4
5	CONTEOS VOLUMETRICOS DE TRÁFICO	6
6	PROYECCIONES DE TRÁFICO	8
	Características del Sistema Vial y de Transporte.	11
7	ANÁLISIS DEL TRÁFICO.....	12
8	CÁLCULO DE LA DEMANDA PROYECTADA	19
	Tráfico futuro	19
	El transito generado TG.....	19
	I. Transito Inducido.....	19
	II. Transito convertido	19
	III. Transito trasladado	19
	Tráfico por desarrollo (TD)	20
9	PROYECCIÓN DEL TRÁFICO A 20 AÑOS (TF)	22
10	CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE TERRENO.....	28
11	CLASIFICACIÓN FINAL DE VIA SEGÚN EL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)	29
12	CONCLUSIONES	31
13	RECOMENDACIONES.....	31
14	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35



1 INTRODUCCIÓN

El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, en el ámbito de sus competencias y en su afán de mejorar la infraestructura vial existente, que a su vez representa uno de los aspectos esenciales para el desarrollo económico de un país, ya que constituyen el medio de movilización de las personas, productos industriales y agrícolas, productos de primera necesidad, etc. de una región o territorio determinado. Debido a esta importancia, la Prefectura del Guayas contempla la rehabilitación de las vías de segundo y tercer orden, ubicadas hacia el interior de su territorio, para mejorar los tiempos de traslado e incorporar más territorio y población al desarrollo productivo turístico y agropecuario, mediante el mejoramiento y asfaltado de las vías.

Dentro de los planes de desarrollo del Gobierno provincial del Guayas esta efectuar la contratación del **“ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VIA SAN ANTONIO – SAN MIGUEL – BARRIO LINDO EN EL CANTON PLAYAS”**, a fin de obtener la información técnica necesaria, que permitan la ejecución de las obras y mejorar las condiciones actuales originadas por la deficiencia del servicio de carreteras, además considerando las personas que utilizan otros medios de transporte, como las bicicletas y la caminata, muy utilizadas en el mundo rural, ha iniciado con la política de incluir en sus obras Ciclo vías/sendas peatonales que brinden mayor seguridad de movilización a este sector de la comunidad, con miras a contribuir con mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona.

Entre los parámetros primordiales, para el estudio y diseño de caminos vecinales tenemos: Estudio de Tráfico, Características Topográficas y Geológicas de la zona.

El estudio de tráfico de la vía **SAN ANTONIO - SAN MIGUEL**, se realiza para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A.) proyectado a **20 años**, que servirá de base para clasificar el camino en estudio, y por ende para el Diseño Geométrico de la vía en mención.

Es importante mencionar, que se generan ahorros en los costos de transporte, con la implementación de este proyecto, ya que se reduciría el tiempo de viaje, de los pasajeros y demás usuarios de la vía, los cálculos de estos beneficios sociales corresponden a un Estudio Socioeconómico.

2 OBJETIVO

OBJETIVOS GENERALES

Es la realización del conteo de tráfico, durante 24 horas, los 7 días de la semana, con el fin de obtener el TPDA de la vía en mención, bajo el cumplimiento de las normas establecidas por el MTOP. Además de servir de soporte técnico para la elaboración de los estudios socioeconómicos, ambientales, diseño de pavimento y especificaciones del Diseño Geométrico de la vía, y así potenciar la vida útil del camino a rehabilitarse, de manera que permita optimizar los recursos económicos y



financieros que se utilicen en su rehabilitación, minimizando de esta manera los impactos negativos que el aislamiento por destrucción de vías genera a los sectores agrícolas, ganaderos, industriales y urbanos de la provincia y del país.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además, convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual, ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias.

El objetivo específico de este estudio es determinar la demanda de tráfico actual y futura para así establecer una o varias alternativas, que permita atender la demanda vehicular después de 20 años, es decir establecer su sección transversal proyectada y el desgaste que tendrá la capa de rodadura en su vida útil.

La demanda de tráfico se compone del volumen de tráfico que en la actualidad circula sobre la vía existente, y el tráfico que genera la actividad productiva en las zonas de influencia del proyecto, la misma que sufrirá incrementos por las actividades de la población provocados por financiamientos que se ejecutan a través de la vida útil de la obra vial.

3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VÍA

El proyecto se encuentra ubicado en la Provincia del Guayas, en los Cantones Guayaquil y Playas, tiene su inicio en la Comuna San Antonio, se desarrolla con un rumbo SUR-ESTE, avanzando a lo largo de la vía hasta llegar al sector conocido como San Miguel con una longitud aproximada de 8.06 Km.

En la actualidad el camino se encuentra en regulares condiciones, desde la abscisa 0+000 hasta la 0+180 el camino se encuentra asfaltado en malas condiciones, desde la abscisa 0+180 hasta la 1+500 este camino se encuentra con material pétreo en regulares y malas condiciones, desde la 1+500 hasta la 6+700 se encuentran colocando una capa de material de asfalto reciclado, desde la 6+700 hasta la 7+160 el camino atraviesa el sector San Miguel encontrándose su calzada compuesta por adoquín, en la abscisa 7+300 existe un puente de hormigón carrozable de dos carriles el mismo que se encuentra en regulares condiciones, hasta llegar al final 8+060 del camino lastrado en malas condiciones.

El presente estudio tiene su inicio y fin en las coordenadas UTM WGS 84 ZONA 17 S que son:

	ESTE	NORTE
INICIO COMUNA SAN ANTONIO	568015	9719968
FIN SAN MIGUEL	575250	9717905

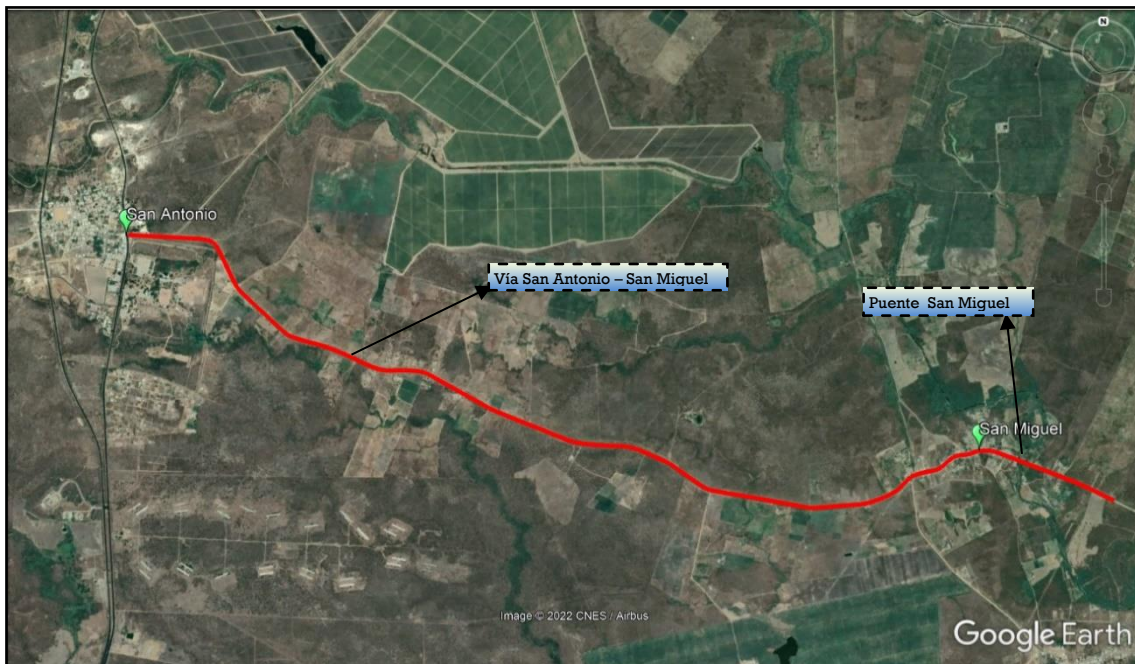


Figura 1. Ubicación de la vía San Antonio – San Miguel

Dicho proyecto actualmente cuenta con las siguientes características:

- Un carril por sentido.
- Dimensiones varias de carriles.
- No cuenta con cunetas ni bordillos.
- Su capa de rodadura está constituida por tramos en Asfalto reciclado, Material pétreo y Adoquín.

4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

La Ingeniería de Tráfico es una de las ramas de la Ingeniería Vial, que proporciona los volúmenes de tráfico actual y proyectado, que servirán de base para dimensionar la estructura de la rehabilitación del camino, y para lograr un buen diseño geométrico de la ruta en estudio. Por lo que la metodología utilizada en el estudio de tráfico de la vía SAN ANTONIO – SAN MIGUEL EN LOS CANTONES GUAYAQUIL Y PLAYAS, se basa en el Métodos de Mínimos Cuadrados, Estadística y Proyecciones.

En el desarrollo del estudio se cumplió con el alcance de los trabajos planteados inicialmente por la sección vial de la Dirección Provincial de Estudios y Fiscalización, además se incorporó nuevas actividades, que fueron necesariamente introducidas, para lograr los objetivos fundamentales del estudio.

El siguiente esquema muestra la metodología empleada en este estudio.

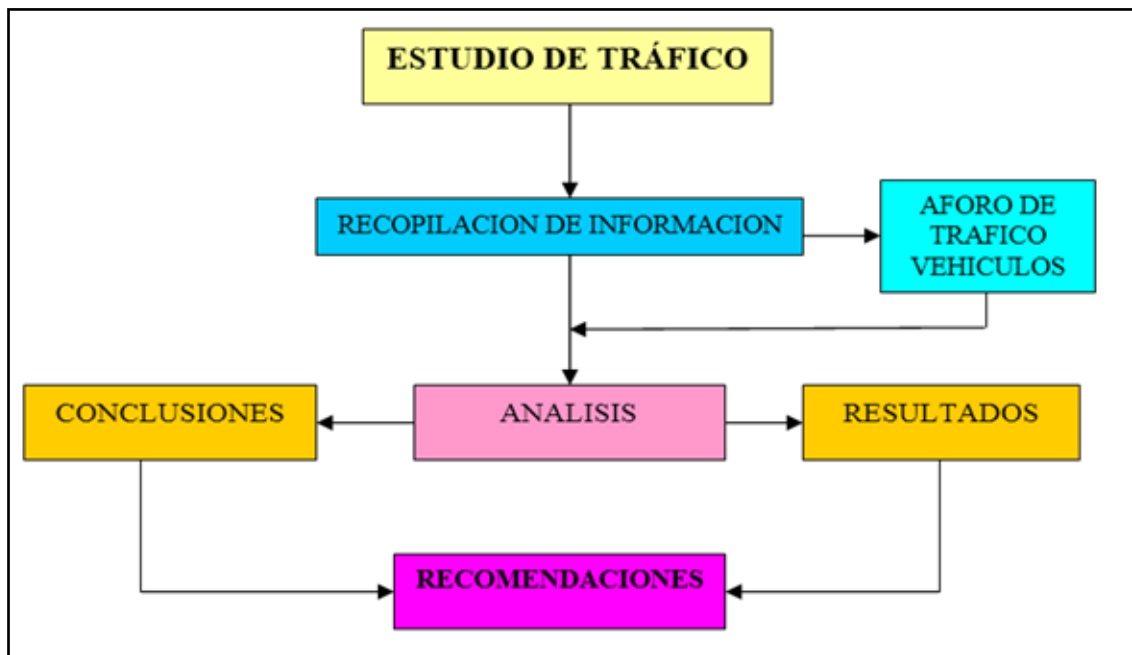


Figura 2. Esquema de la metodología empleada en este estudio

RECOPILACION DE INFORMACION

De acuerdo al alcance del estudio de tráfico, fue necesario conseguir informaciones previas, las cuales han sido obtenidas de diferentes Instituciones tales como: Ministerio de Transporte y Obras Pública (MTO), Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, Comisión de Tránsito del Guayas, Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Estaciones de Conteo de Tráfico del estudio, y de diferentes organismos donde pueda existir información adicional para llevar a cabo dicho estudio.

En el proceso de la recopilación de información, fue necesario obtener los siguientes datos:

- Normas de Diseño del MTO.
- Serie Histórica De La Matriculación Vehicular de los años 2009 hasta el año 2019.
- Proyección de la Población Ecuatoriana, por años calendario del cantón Playas 2010 - 2020.
- Producto Interno Bruto, 2012 – 2019.
- Resultado de los conteos manuales realizados en la estación respectiva, y el cuadro de Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de Dos Carriles y Caminos Vecinales del MTO.

Las características del tráfico actual se recopilan mediante toma de información en los estudios de campo, y asociadas con el historial de ese comportamiento, así como también al crecimiento vehicular y poblacional.



Como principal referencia del comportamiento del tráfico en el país se encuentra el Anuario Estadístico del INEC, por medio del cual se ha evidenciado la tasa de crecimiento del parque automotor en los últimos años.

El número de vehículos matriculados ha crecido a través del tiempo, teniendo un crecimiento promedio de 6,9% entre el año 2000 y 2019.

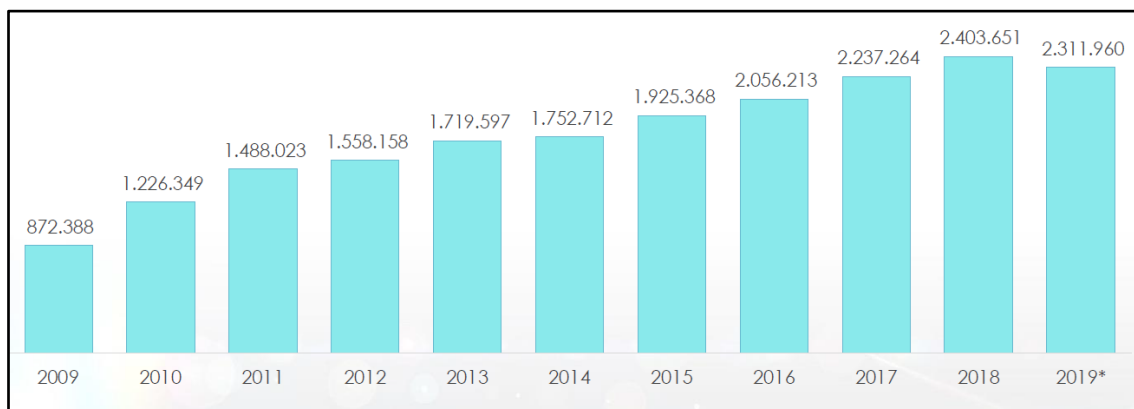


Figura 3. Comparativo de vehículos matriculados desde el 2009 hasta el año 2019

Fuente: Anuario Estadístico de Transporte INEC 2019

En el año 2019, la provincia del Guayas presenta 529.908 vehículos matriculados, lo que representa el 22,9% del total de vehículos matriculados en el Ecuador, a más de ser la Provincia con la mayor cantidad de vehículos superando a Pichincha la cual cuenta con 521.946 vehículos.

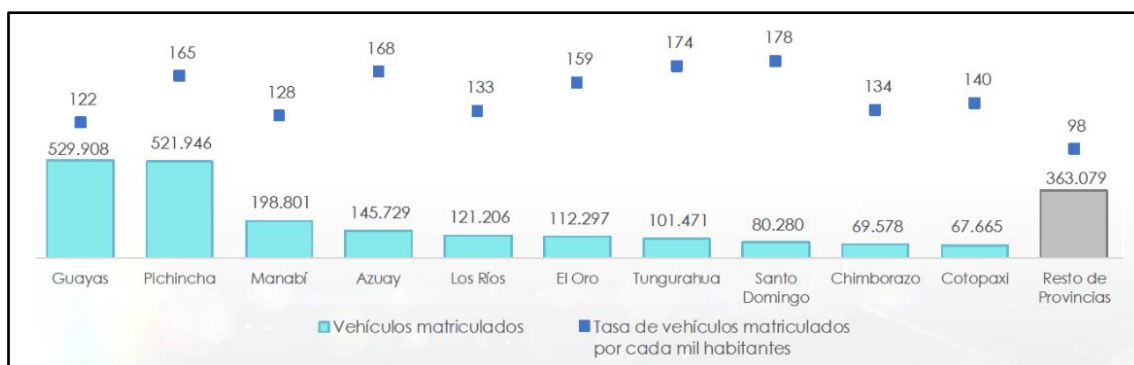


Figura 4. Tasa de motorización por cada 1000 habitantes

Fuente: Anuario Estadístico de Transporte INEC 2019

En base a estos datos se identifica que la tasa de motorización de la provincia del Guayas es de 120 vehículos por cada 1000 habitantes, de igual forma se aprecia que la provincia con mayor tasa de motorización es Santo Domingo con 178 vehículos por cada 1000 habitantes.

5 CONTEOS VOLUMETRICOS DE TRÁFICO

La metodología para la determinación de los volúmenes de tráfico se basa fundamentalmente en la realización de aforos de tránsito de la vía en estudio, por tal motivo se colocó una estación maestras de conteo manual, donde se obtuvo los valores de volúmenes vehiculares por sentido de circulación y de según a su composición vehicular, para posteriormente obtener el T.P.D.A.



El aforo de tráfico, se lo realizó mediante videograbaciones, el conteo así mismo de manera manual de los vehículos que transitan por la vía.

- **Días de Aforo**

El aforo fue realizado desde las 0:00 horas del 26 de agosto de 2022 hasta las 23:59 horas del 1 de septiembre de 2022, el conteo se lo ha realizado cada hora durante las 24 horas por siete días consecutivos incluidos sábado y domingo. Los vehículos se clasificaron en: livianos, buses, pesados, extra pesados, esta clasificación se la hizo para cada sentido de circulación. Se empleó el siguiente formato para el conteo volumétrico.

HORA	AUTOMÓVILES		CAMIONETAS		BUSES		BUSETAS		CAMIONES							
									20	3A	251	252	253	351	352	353
0:00 - 1:00																
1:00 - 2:00																
2:00 - 3:00																
3:00 - 4:00																
4:00 - 5:00																
5:00 - 6:00																
6:00 - 7:00																
7:00 - 8:00																
8:00 - 9:00																
9:00 - 10:00																
10:00 - 11:00																
11:00 - 12:00																
12:00 - 13:00																
13:00 - 14:00																
14:00 - 15:00																
15:00 - 16:00																
16:00 - 17:00																
17:00 - 18:00																
18:00 - 19:00																
19:00 - 20:00																
20:00 - 21:00																
21:00 - 22:00																
22:00 - 23:00																
23:00 - 0:00																

Figura 5. Formato de conteo volumétrico

Estaciones de conteo

Se ubicó una estación maestra de conteo en el inicio del proyecto, coordenadas N9718912, E0570255, abscisa 2+650 de la vía San Antonio – San Miguel, teniendo en cuenta lo siguiente:

- ❖ Coordinación con técnicos de la prefectura del Guayas y de la consultoría
- ❖ Su ubicación se realiza en función de la condición geométrica de la vía.
- ❖ Se toma en cuenta la existencia de intersección con otros caminos.
- ❖ El tramo elegido debe tener pendientes longitudinales suaves.
- ❖ Visibilidad apropiada para identificar claramente los tipos de vehículos.
- ❖ Evitar la cercanía de centros poblados, para evadir aforo de tráfico urbano.

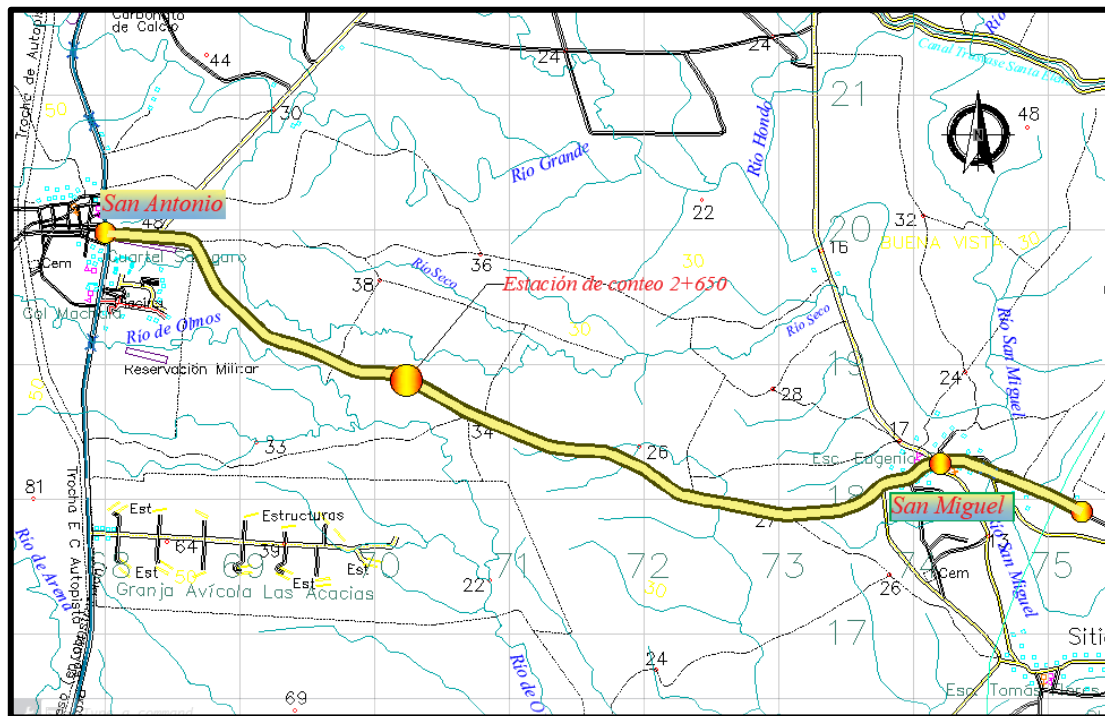


Figura 6. Estación Única (Abscisa 2+650)



Figura 7. Estación Única (2+650)

- **Digitalización y procesamiento de datos**

Una vez terminado el conteo vehicular en sitio, se procedió a revisar la información tomada en campo y cuantificar los totales de los diferentes tipos de vehículos de cada día en los dos sentidos, para luego continuar con el ingreso de datos en Excel y realizar los gráficos de los resultados correspondientes obtenidos con hora pico para cada día, para así posterior proceder al cálculo del (TPDA) Tráfico Promedio Diario Anual.

6 PROYECCIONES DE TRÁFICO

Es necesario realizar un estudio de la situación actual, es decir tal como se presenta la vía, para luego realizar un análisis crítico de los datos obtenidos, y así determinar



lo más recomendable, lo cual involucra adicionalmente, una serie de cálculos y procedimientos que se detallan a continuación:

- **Tipos de tráfico para las proyecciones**

Para poder determinar las proyecciones del tráfico, es necesario partir de la definición de los tipos de tráfico que circulan por la vía, en este caso se tendrá:

Tráfico Normal: es aquel que crece de forma natural conforme crece la economía del sector, sin intervenciones externas que produzcan crecimientos.

Tráfico Generado: es el tráfico que circulará en la vía en función de las mejoras a las condiciones de transporte.

Tráfico Atraído: es aquel que llegará a la vía en vista de las mejoras que le proporcionará la intervención, este tráfico se desviará de otras vías para utilizar las mejoras, ya sea por asuntos de confort, de menores costos de operación, de mejoras condiciones geométricas, de mejoras en la seguridad vial, por presentar menores distancias de viajes, etc.

- **Tráfico actual**

Para un estudio de tráfico, la medición básica más importante es el conteo o aforo de los vehículos, que se realizan para obtener estimaciones de volúmenes de tráfico que circulan por la vía intervenida. El volumen de tráfico es el número de vehículos que pasan por un punto de un carril o de una calzada durante un período determinado.

En el estudio de tráfico es importante conocer el tamaño y peso de los vehículos. Para la determinación de las características por tipo de vehículos, se tomó la clasificación general de los vehículos de acuerdo a las normas del MTOP.

En general los vehículos que transitan por una carretera pueden agruparse en dos grandes tipos generales que son:

Livianos: tienen características semejantes a un automóvil mediano. Están constituidos por automóviles, jeep, camionetas y todo vehículo que no tenga doble llanta en su eje trasero.

Pesados: son todos aquellos vehículos destinados al transporte de pasajeros y carga que tengan uno o más ejes de doble llanta, se incluyen en esta clasificación los buses, camiones y auto tractores.

Antes de determinar el **TPDA**, es importante conocer el tamaño y peso de los vehículos. Para las características por tipo de vehículos, se tomó la clasificación general de los vehículos de acuerdo a las normas del MTOP, tal como se muestra a continuación:



TIPO DE VEHICULO		No. de EJES	ESQUEMA	SÍMBOLO
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVILES	2		P
	CAMIONETAS			C
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B
	CAMIONES	2		2-S
		3		3-S
				2-S1
		4		2-S2
		5		3-S2
			OTRAS COMBINACIONES	
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES		VARIABLE	En variable
	MAQUINARIA AGRICOLA			
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			
	OTROS			

Figura 8. Clasificación general de los vehículos

- Situación actual**

Con los conteos de Tráfico obtenidos, se procedió a determinar el máximo volumen vehicular de los días de la semana, en este análisis no es necesario clasificar los días laborables con los de los fines de semana, puesto que el tráfico del fin de semana es semejante, por lo que no implicaría cambio alguno en el análisis, de los resultados obtenidos.

Además, se hace notar la falta de una carpeta de rodadura capaz de soportar las cargas aplicadas por el paso de los vehículos, razón por la cual este camino se encuentra en regulares condiciones.

Características del Sistema Vial y de Transporte.

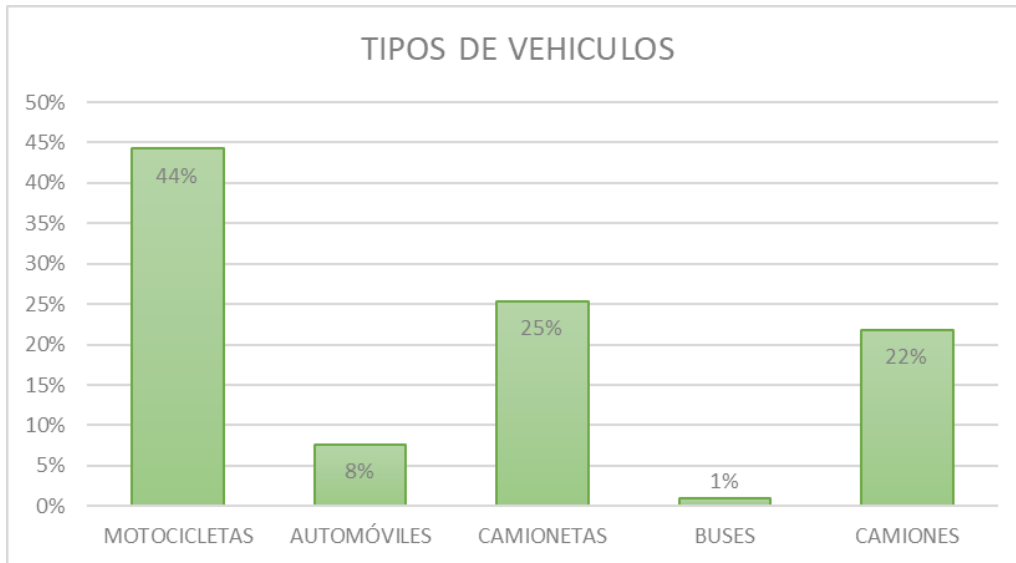


Figura 9. Características del Sistema Vial

Como se evidencia en el grafico anterior la mayor circulación vehicular corresponde a motocicletas con una presencia del 44%, esto se debe a que el mayor tipo de transporte utiliza la población para su movilización es a través del servicio de motocicletas.

Para el análisis del tráfico se ha excluido las motocicletas, en vista de que estas no afectan el pavimento ni influyen en el ancho del camino.

Circulación actual del Trafico promedio diario semanal

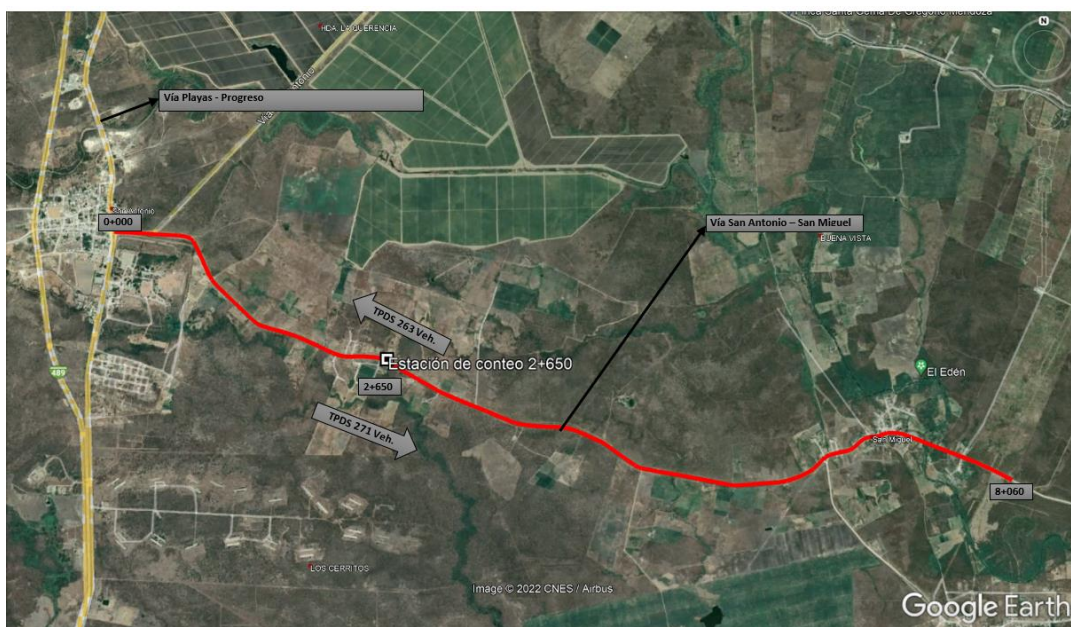


Figura 10. Tráfico promedio diario semanal de la vía



7 ANÁLISIS DEL TRÁFICO

Estación Única: Kilómetro 2+650 de la vía San Antonio – San Miguel.

Entrada: Sentido San Antonio – San Miguel

ESTACIÓN:	2+650			
SENTIDO:	San Antonio - San Miguel			
VIERNES 26 - JUEVES 1				
DÍA DE LA SEMANA	VEHICULOS POR SENTIDO			
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
VIERNES	155	4	99	258
SABADO	145	4	103	252
DOMINGO	106	2	63	171
LUNES	158	8	126	292
MARTES	193	5	133	331
MIÉRCOLES	172	5	116	293
JUEVES	198	6	98	302
TOTAL	1127	34	738	1899
T.P.D.S.	161	5	105	271
% T.P.D.S.	59.35%	1.79%	38.86%	100.00%

Tabla 1. Tráfico observado por días de la semana – Entrada

PERIODO	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
0:00 - 1:00	0	2	1	0	4	1	0
1:00 - 2:00	1	2	2	2	1	3	0
2:00 - 3:00	1	1	3	0	1	1	1
3:00 - 4:00	0	0	0	3	0	0	0
4:00 - 5:00	2	4	1	1	3	5	2
5:00 - 6:00	7	9	1	14	7	7	8
6:00 - 7:00	17	18	19	20	12	15	14
7:00 - 8:00	25	18	8	21	24	23	28
8:00 - 9:00	17	17	6	24	31	29	15
9:00 - 10:00	17	12	10	16	26	26	29
10:00 - 11:00	17	15	10	18	25	16	33
11:00 - 12:00	15	13	8	14	39	19	18
12:00 - 13:00	15	22	14	21	25	20	20
13:00 - 14:00	21	12	16	21	14	14	17
14:00 - 15:00	26	14	11	20	23	18	21
15:00 - 16:00	25	16	14	24	28	21	27
16:00 - 17:00	18	25	7	22	27	12	19
17:00 - 18:00	13	10	10	11	12	19	19
18:00 - 19:00	7	9	6	14	4	13	12
19:00 - 20:00	3	7	4	7	6	17	5
20:00 - 21:00	4	9	4	11	8	6	4
21:00 - 22:00	2	9	4	3	0	5	3
22:00 - 23:00	1	4	7	3	7	0	2
23:00 - 0:00	4	4	5	2	4	3	5
SUMAN	258	252	171	292	331	293	302

Tabla 2. Tráfico Horario en Días Observados en la Semana - Entrada



Salida: Sentido San Miguel – San Antonio

ESTACIÓN:	2+650			
SENTIDO:	San Miguel - San Antonio			
VIERNES 26 - JUEVES 1				
DÍA DE LA SEMANA	VEHICULOS POR SENTIDO			
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
VIERNES	165	5	97	267
SABADO	128	2	96	226
DOMINGO	117	3	67	187
LUNES	136	6	107	249
MARTES	176	2	134	312
MIÉRCOLES	170	8	122	300
JUEVES	196	3	101	300
TOTAL	1088	29	724	1841
T.P.D.S.	155	4	103	263
% T.P.D.S.	59.10%	1.58%	39.33%	100.00%

Tabla 3. Tráfico observado por días de la semana – Salida

PERIODO	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLE	JUEVES
0:00 - 1:00	7	1	0	0	7	8	3
1:00 - 2:00	0	5	10	3	0	0	11
2:00 - 3:00	3	0	9	0	4	6	2
3:00 - 4:00	1	1	6	3	7	9	1
4:00 - 5:00	1	5	2	2	7	1	4
5:00 - 6:00	5	21	6	14	11	21	11
6:00 - 7:00	7	2	8	4	7	10	3
7:00 - 8:00	4	10	3	13	11	19	13
8:00 - 9:00	9	7	12	12	15	13	22
9:00 - 10:00	10	13	9	16	18	18	6
10:00 - 11:00	14	4	7	14	16	14	22
11:00 - 12:00	15	18	11	6	11	20	12
12:00 - 13:00	22	11	11	22	23	16	21
13:00 - 14:00	22	18	5	11	30	19	15
14:00 - 15:00	18	14	12	19	22	21	20
15:00 - 16:00	16	9	8	21	20	10	26
16:00 - 17:00	36	26	12	27	28	20	27
17:00 - 18:00	28	13	9	16	24	23	28
18:00 - 19:00	25	15	17	16	22	14	27
19:00 - 20:00	7	5	13	14	16	18	15
20:00 - 21:00	6	8	5	7	5	8	6
21:00 - 22:00	5	6	6	1	3	6	2
22:00 - 23:00	1	3	1	3	4	5	2
23:00 - 0:00	5	11	5	5	1	1	1
SUMAN	267	226	187	249	312	300	300

Tabla 4. Tráfico Horario en Días Observados en la Semana - Salida



Ambos sentidos

ESTACIÓN:	2+650			
SENTIDO:	AMBOS SENTIDOS			
VIERNES 26 - JUEVES 1				
DÍA DE LA SEMANA	VEHICULOS POR SENTIDO			
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
VIERNES	320	9	196	525
SABADO	273	6	199	478
DOMINGO	223	5	130	358
LUNES	294	14	233	541
MARTES	369	7	267	643
MIÉRCOLES	342	13	238	593
JUEVES	394	9	199	602
TOTAL	2215	63	1462	3740
T.P.D.S.	316	9	209	534
% T.P.D.S.	59.22%	1.68%	39.09%	100.00%

Tabla 5. Tráfico observado por días de la semana – Ambos sentidos

PERIODO			VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
0:00	-	1:00	7	3	1	0	11	9	3
1:00	-	2:00	1	7	12	5	1	3	11
2:00	-	3:00	4	1	12	0	5	7	3
3:00	-	4:00	1	1	6	6	7	9	1
4:00	-	5:00	3	9	3	3	10	6	6
5:00	-	6:00	12	30	7	28	18	28	19
6:00	-	7:00	24	20	27	24	19	25	17
7:00	-	8:00	29	28	11	34	35	42	41
8:00	-	9:00	26	24	18	36	46	42	37
9:00	-	10:00	27	25	19	32	44	44	35
10:00	-	11:00	31	19	17	32	41	30	55
11:00	-	12:00	30	31	19	20	50	39	30
12:00	-	13:00	37	33	25	43	48	36	41
13:00	-	14:00	43	30	21	32	44	33	32
14:00	-	15:00	44	28	23	39	45	39	41
15:00	-	16:00	41	25	22	45	48	31	53
16:00	-	17:00	54	51	19	49	55	32	46
17:00	-	18:00	41	23	19	27	36	42	47
18:00	-	19:00	32	24	23	30	26	27	39
19:00	-	20:00	10	12	17	21	22	35	20
20:00	-	21:00	10	17	9	18	13	14	10
21:00	-	22:00	7	15	10	4	3	11	5
22:00	-	23:00	2	7	8	6	11	5	4
23:00	-	0:00	9	15	10	7	5	4	6
SUMAN			525	478	358	541	643	593	602

Tabla 6. Tráfico Horario en Días Observados en la Semana – Ambos sentidos



Hora pico: Ambos sentidos

DIAS	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
PERIODO	16:00 - 17:00	16:00 - 17:00	6:00 - 7:00	16:00 - 17:00	16:00 - 17:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00
LIVIANOS	38	28	9	21	34	28	35
BUSES	0	0	0	1	0	0	1
CAMIONES	16	23	18	27	21	16	19
TOTAL	54	51	27	49	55	44	55

Tabla 7. Volumen horario de máxima demanda por días de la semana - Ambos Sentidos

El Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) obtenido en la estación maestra (2+650) es el siguiente:

Estación de conteo: Abscisa 2+650

TPDS = 534 veh. mixtos/día/ambos sentidos

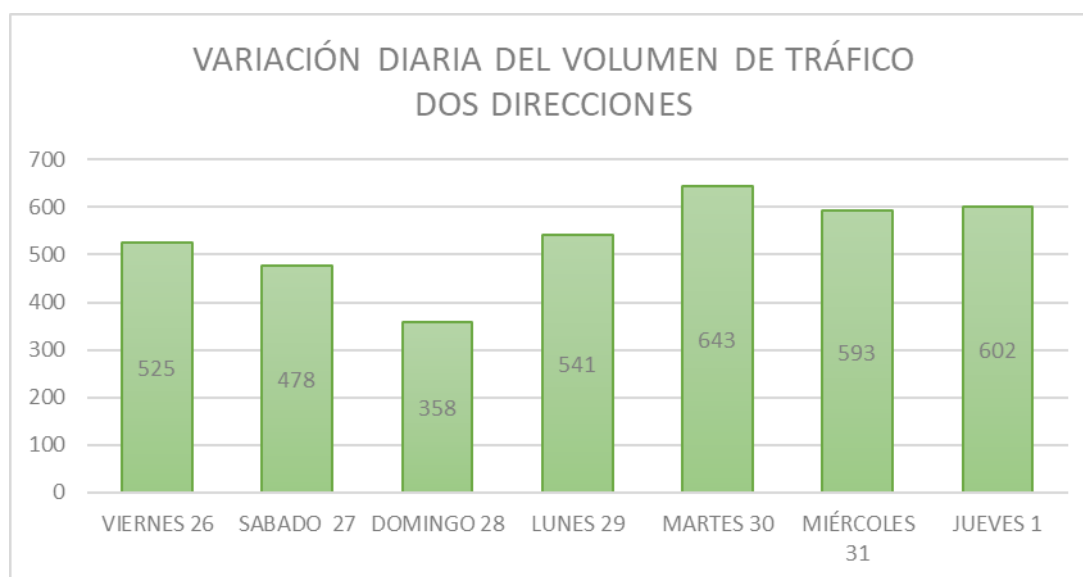


Figura 11. Tráfico observado en la semana Ambos sentidos

Elaborado por: Consultor

VARIACIÓN DIARIA DEL TRÁFICO	
DIAS	VEHICULOS
VIERNES	525
SÁBADO	478
DOMINGO	358
LUNES	541
MARTES	643
MIÉRCOLES	593
JUEVES	602

Tabla 8. Variación diaria del tráfico



$$T.P.D.S. = \frac{5}{7} \times \sum \frac{D_n}{m} + \frac{2}{7} \times \sum \frac{D_e}{m}$$

T.P.D.S. = Tráfico Promedio Diario Semanal

$\sum$ = Sumatoria

D_n = Días normales (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

m = Número de días que se realizó el conteo

$$T.P.D.S. = \frac{5}{7} \times \frac{(541 + 643 + 593 + 602 + 525)}{5} + \frac{2}{7} \times \frac{(478 + 358)}{2} \dots$$

TPDS = **534** veh. mixtos/día/ambos sentidos

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) Actual

En el análisis del volumen de tránsito, la media poblacional o tránsito promedio diario anual (TPDA), se estima con base en la media muestral o tránsito promedio diario semanal (TPDS) según la siguiente expresión:

$$T.P.D.A = T.P.D.S \pm A$$

Donde:

A = Diferencia máxima entre en TPDA y el TPDS

Como se observa, el valor de **A**, sumado o restado del TPDS, define el intervalo de confianza dentro del cual se encuentra el TPDA.

Para un determinado nivel de confiabilidad, el valor de **A** es:

$$A = k * E$$

Donde:

K = Desviación estándar de conteos

E = Error estándar de la media

Estadísticamente se ha demostrado que las medias de diferentes muestras, tomadas de la misma población, se distribuyen normalmente alrededor de la media poblacional con una desviación estándar equivalente al error estándar, Por lo que se puede expresar:

$$E = \frac{\hat{\sigma}}{\sigma}$$



$\hat{\sigma}$: Estimador de desviación estándar poblacional

El valor estimado de la desviación estándar poblacional, se determina por la siguiente expresión:

$$\hat{\sigma} = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

Donde:

S = Desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario o desviación estándar muestral.

n = Tamaño de la muestra en número de días de aforo.

N = Tamaño de la población en número de días del año.

La desviación estándar muestral **S**, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - T.P.D.S)^2}{n-1}}$$

Donde:

TD_i = Volumen de Tránsito del día i.

En la distribución normal, para niveles de confiabilidad del 90% y 95% los valores de la constante **K** son: K = 1.64 y K = 1.96

Para:

N = 365 días

n = 7 días

K = 1.96 (95.00 %)

Tenemos:

TPDS = 534 vehículos/día

$$S^2 = \frac{(525 - 534)^2 + (478 - 534)^2 + (358 - 534)^2 + (541 - 534)^2 + (643 - 534)^2 + (593 - 534)^2 + (602 - 534)^2}{6 \text{ días}}$$

S = 95 (Desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario o desviación estándar muestral)



Determinamos la desviación estándar poblacional estimada.

$$\hat{\sigma} = \frac{95}{7^{0,5}} \times \frac{(365 - 7)^{0,5}}{(365 - 1)^{0,5}}$$

$$\hat{\sigma} = 36 \quad (\text{Estimador de desviación estándar poblacional})$$

$$E = \hat{\sigma}$$

Ahora se procede a calcular la máxima diferencia entre el TPDA y el TPDS

$$A = 1.96 \times 36$$

$$A = 71$$

Entonces el TPDA para un nivel de confianza del 95% con K=1.96:

$$\text{TPDA} = 534 + 71 = 605 \text{ (Limite superior)}$$

$$\text{TPDA} = 534 - 71 = 463 \text{ (Limite inferior)}$$

Por lo tanto:

$$\text{TPDA} = 605 \text{ vehículos/día (Limite superior)}$$

$$\text{TPDA} = 463 \text{ vehículos/día (Limite inferior)}$$

Composición de tráfico por tipo de vehículo en la Estación de Conteo.

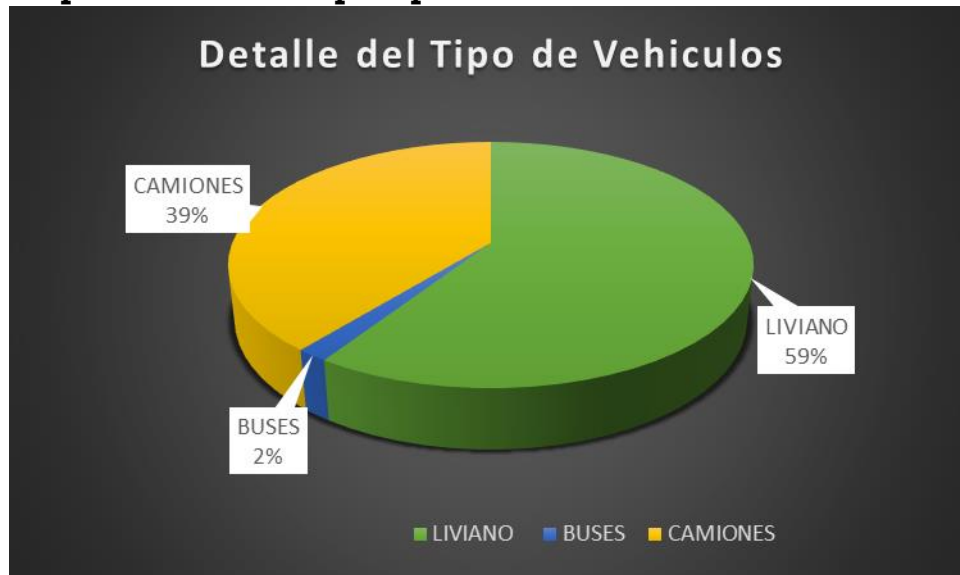


Figura 12. Composición de tráfico

Fuente: Elaboración del Consultor con base en aforo

En cuanto a la participación por tipo de vehículo, se puede observar que existe un 59% es de vehículos livianos, un 2% de buses y busetas y un 39 % de camiones.



8 CÁLCULO DE LA DEMANDA PROYECTADA

Tráfico futuro

El pronóstico del volumen de tráfico futuro, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera utilicen la carretera existente.

Para la proyección del tráfico futuro previamente se debe obtener el valor del tráfico asignado, según la siguiente expresión:

$$\text{Tráfico asignado} = \text{T.P.D.A. existente} + \text{TG} + \text{TD}$$

Para el presente estudio el T.P.D.A. existente es el siguiente:

$$\text{TPDA} = \text{TPDA existente} = 605 \text{ veh. mixtos/día/ambos sentidos (Límite superior)}$$

$$\text{TPDA} = \text{TPDA existente} = 463 \text{ veh. mixtos/día/ambos sentidos (Límite inferior)}$$

El transito generado TG

Consta de aquellos viajes vehiculares, distintos a los del transporte público, que no se realizarían si no se construye la nueva carretera. El transito generado se compone de tres categorías:

- I. Transito Inducido**
Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- II. Transito convertido**
Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- III. Transito trasladado**
Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento de tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico.

En consecuencia, se ha establecido que el volumen de tráfico generado que provoca la determinación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto. Este porcentaje se estima equivalente a la mitad del ahorro en los costos a los usuarios expresado también como porcentaje. Este tráfico, en forma proyectada es el que conjuntamente con el existente, queda establecido, como consecuencia de la aplicación de variables socioeconómicas representadas por los factores y tasas empleadas en las proyecciones. Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio. Con estos antecedentes, de acuerdo



al TPDA obtenido en la Estación Única para la Vía SAN ANTONIO – SAN MIGUEL. Se tiene que el Tráfico generado para esta vía se estima en un 20%, por lo que el tráfico generado máximo sería igual a $605 \times 20\% = 121$ veh. mixtos/día/ambos sentidos.

Con los datos constituidos T.P.D.A. Existente (Límite superior) y tráfico generado, podemos calcular el Tráfico Asignado con el cual se realizará la proyección a 20 años.

T asig. =	T.P.D.A. existente + Tg
T asig. =	605 + 121
T asig. =	726 veh. mixtos/día/ambos sentidos

Similarmente, con los datos constituidos T.P.D.A. Existente (Límite inferior) y tráfico generado, podemos calcular el Tráfico Asignado con el cual también se realizará la proyección a 20 años, Se tiene que el Tráfico generado para esta vía se estima en un 20%, por lo que el tráfico generado sería igual a $463 \times 20\% = 93$ veh. mixtos/día/ambos sentidos.

T asig. =	T.P.D.A. existente + Tg
T asig. =	463 + 93
T asig. =	556 veh. mixtos/día/ambos sentidos

Tráfico por desarrollo (TD)

Incremento del volumen del tráfico debido a las mejoras de los predios adyacentes a la carretera. Forma parte del crecimiento normal del tráfico.

Se tiene que el Tráfico por desarrollo para esta vía se estima en un 5%, por lo que el tráfico generado máximo sería igual a $605 \times 5\% = 30$ veh. mixtos/día/ambos sentidos y el tráfico generado mínimo sería igual a $463 \times 5\% = 23$ veh. mixtos/día/ambos sentidos.

TRÁFICO FUTURO

Con los datos establecidos T.P.D.A., tráfico generado y tráfico por desarrollo, se procede a calcular el Tráfico futuro y así realizar la proyección a 20 años.

Límite Superior

$$\begin{aligned} T.F. &= T.P.D.A. + TG + TD \\ T.F. &= 605 + 121 + 30 \\ T.F. &= 756 \text{ vehículos} \end{aligned}$$

Límite Inferior

$$\begin{aligned} T.F. &= T.P.D.A. + TG + TD \\ T.F. &= 463 + 93 + 23 \\ T.F. &= 579 \text{ vehículos} \end{aligned}$$



Composición del Tráfico (Límite Superior):

TPDS			
TIPO DE VEHICULO		NUMERO	%
LIVIANOS		316	59.22%
BUSES		9	1.68%
CAMIONES 2D		172	32.14%
CAMIONES 3A		28	5.21%
CAMIONES 2S1		1	0.11%
CAMIONES 2S2		1	0.16%
CAMIONES 2S3		0	0.03%
CAMIONES 3S2		6	1.07%
CAMIONES 3S3		2	0.37%
TOTAL		534	100%
T. ASIGNADO			
TIPO DE VEHICULO		NUMERO	%
LIVIANOS		448	59.22%
BUSES		13	1.68%
CAMIONES 2D		243	32.14%
CAMIONES 3A		39	5.21%
CAMIONES 2S1		1	0.11%
CAMIONES 2S2		1	0.16%
CAMIONES 2S3		0	0.03%
CAMIONES 3S2		8	1.07%
CAMIONES 3S3		3	0.37%
TOTAL		756	100%

Tabla 9. Composición del Tráfico (Límite Superior)

Composición del Tráfico (Límite Inferior):

TPDS			
TIPO DE VEHICULO		NUMERO	%
LIVIANOS		316	59.22%
BUSES		9	1.68%
CAMIONES 2D		172	32.14%
CAMIONES 3A		28	5.21%
CAMIONES 2S1		1	0.11%
CAMIONES 2S2		1	0.16%
CAMIONES 2S3		0	0.03%
CAMIONES 3S2		6	1.07%
CAMIONES 3S3		2	0.37%
TOTAL		534	100%
T. ASIGNADO			
TIPO DE VEHICULO		NUMERO	%
LIVIANOS		343	59.22%
BUSES		10	1.68%
CAMIONES 2D		186	32.14%
CAMIONES 3A		30	5.21%
CAMIONES 2S1		1	0.11%
CAMIONES 2S2		1	0.16%
CAMIONES 2S3		0	0.03%
CAMIONES 3S2		6	1.07%
CAMIONES 3S3		2	0.37%
TOTAL		579	100%

Tabla 10. Composición del Tráfico (Límite Inferior)



9 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO A 20 AÑOS (TF)

Con el tráfico asignado se realiza la proyección del tráfico y su composición hasta los 20 años, según la siguiente expresión:

$$Tf = Tasig. (1 + i)^n$$

Tf =	Tráfico futuro o proyectado
Tasig. =	Tráfico asignado
i =	Tasa de crecimiento del tráfico
n =	Período de proyección, expresado en años

Para realizar las proyecciones de tráfico se tomó en consideración los siguiente: El número de vehículos matriculados desde el 2009 – 2019, Proyección de la población del cantón Playas 2010 – 2020 y el Producto Interno Bruto 2012 – 2019.

Se han considerado las siguientes tasas de crecimiento de acuerdo con el tipo de tráfico siendo estos Livianos, Buses y Camiones. Las tasas de crecimiento adoptadas para el tráfico Liviano están en función del crecimiento de los vehículos matriculados desde el 2009 – 2019. Las tasas adoptadas para los Buses se ha considerado el crecimiento poblacional del cantón Playas 2010- 2020 y las tasas para Camiones con la proyección del Producto Interno Bruto (PIB) del sector transporte.



NUMERO	AÑO	VEHICULOS	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL
1	2009	872388	
2	2010	1226349	40.57%
3	2011	1488023	21.34%
4	2012	1558158	4.71%
5	2013	1719597	10.36%
6	2014	1752712	1.93%
7	2015	1925368	9.85%
8	2016	2056213	6.80%
9	2017	2237264	8.81%
10	2018	2403651	7.44%
11	2019	2311960	-3.81%
12	2020	2615062	13.11%
13	2021	2754668	5.34%
14	2022	2894275	5.07%
15	2023	3033881	4.82%
16	2024	3173487	4.60%
17	2025	3313093	4.40%
18	2026	3452699	4.21%
19	2027	3592305	4.04%
20	2028	3731911	3.89%
21	2029	3871517	3.74%
22	2030	4011123	3.61%
23	2031	4150730	3.48%
24	2032	4290336	3.36%
25	2033	4429942	3.25%
26	2034	4569548	3.15%
27	2035	4709154	3.06%
28	2036	4848760	2.96%
29	2037	4988366	2.88%
30	2038	5127972	2.80%
31	2039	5267578	2.72%
32	2040	5407185	2.65%
33	2041	5546791	2.58%
34	2042	5686397	2.52%

Tabla 11. Cálculo de Tasas de Crecimiento para Vehículos Livianos, de acuerdo al número de vehículos matriculados desde el 2009 – 2019.

Fuente: (ecuadorencifras.gob.ec) https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2019/2019_ANET_PPT.pdf.



NUMERO	AÑO	POBLACIÓN	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL
1	2010	43151	
2	2011	44635	3.44%
3	2012	46159	3.41%
4	2013	47717	3.38%
5	2014	49311	3.34%
6	2015	50940	3.30%
7	2016	52607	3.27%
8	2017	54308	3.23%
9	2018	56044	3.20%
10	2019	57817	3.16%
11	2020	59628	3.13%
12	2021	61006	2.31%
13	2022	62654	2.70%
14	2023	64301	2.63%
15	2024	65949	2.56%
16	2025	67597	2.50%
17	2026	69244	2.44%
18	2027	70892	2.38%
19	2028	72540	2.32%
20	2029	74187	2.27%
21	2030	75835	2.22%
22	2031	77483	2.17%
23	2032	79130	2.13%
24	2033	80778	2.08%
25	2034	82426	2.04%
26	2035	84074	2.00%
27	2036	85721	1.96%
28	2037	87369	1.92%
29	2038	89017	1.89%
30	2039	90664	1.85%
31	2040	92312	1.82%
32	2041	93960	1.78%
33	2042	95607	1.75%

Tabla 12. Cálculo de Tasas de Crecimiento para Buses, de acuerdo a la Proyección de la población del cantón Playas 2010 – 2020.

Fuente: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>



NUMERO	AÑO	PIB	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL
1	2012	64362	
2	2013	67546	4.9%
3	2014	70105	3.8%
4	2015	70175	0.1%
5	2016	69314	-1.2%
6	2017	70956	2.4%
7	2018	71871	1.3%
8	2019	71909	0.1%
9	2020	73609	2.4%
10	2021	74516	1.23%
11	2022	75422	1.22%
12	2023	76329	1.20%
13	2024	77235	1.19%
14	2025	78142	1.17%
15	2026	79048	1.16%
16	2027	79955	1.15%
17	2028	80861	1.13%
18	2029	81768	1.12%
19	2030	82674	1.11%
20	2031	83581	1.10%
21	2032	84487	1.08%
22	2033	85394	1.07%
23	2034	86300	1.06%
24	2035	87207	1.05%
25	2036	88113	1.04%
26	2037	89020	1.03%
27	2038	89926	1.02%
28	2039	90833	1.01%
29	2040	91739	1.00%
30	2041	92646	0.99%
31	2042	93552	0.98%

Tabla 13. Cálculo de Tasas de Crecimiento para Camiones, de acuerdo a Producto Interno Bruto 2012 – 2019.

Fuente: <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1359-la-economia-ecuatoriana-crecio-01-en-2019>

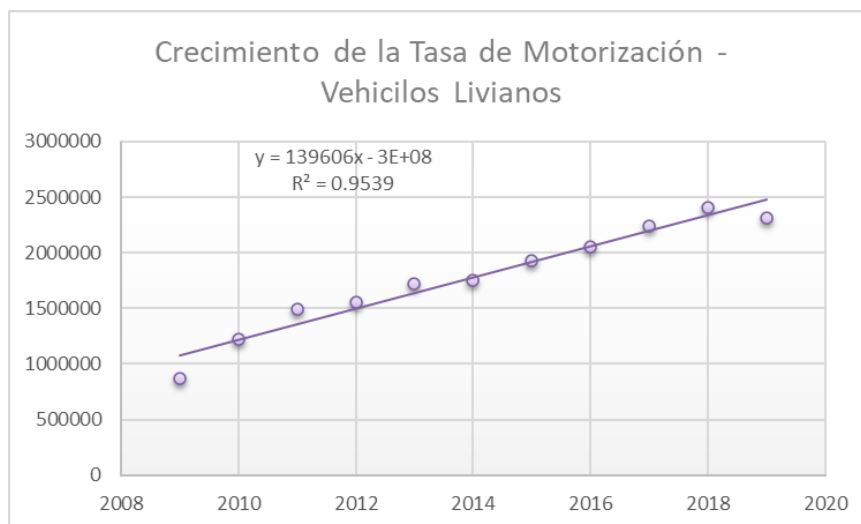


Figura 13. Línea de Tendencia Vehículos Livianos

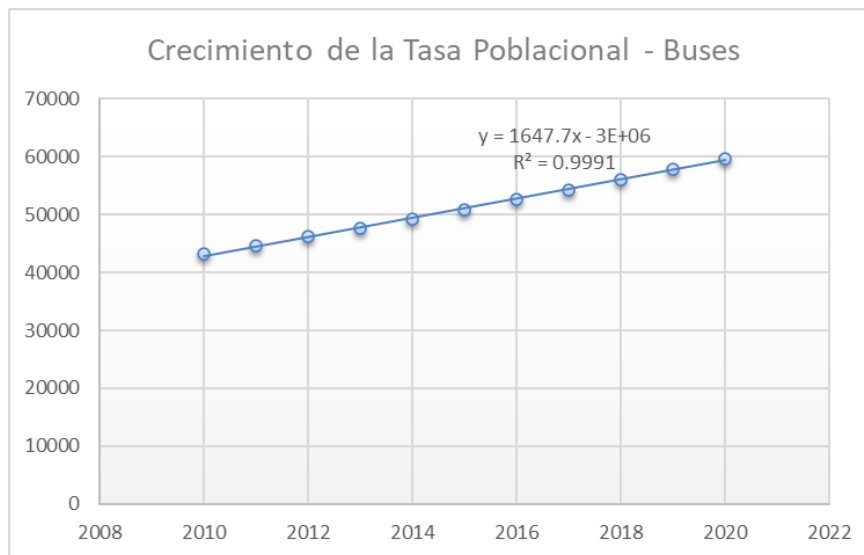


Figura 14. Línea de Tendencia Buses

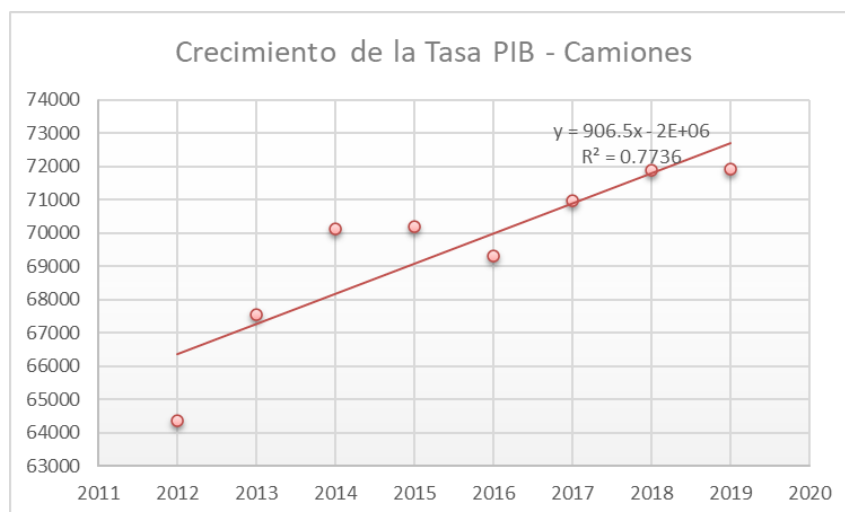


Figura 15. Línea de Tendencia Camiones



AÑOS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2022	5.07%	2.70%	1.22%
2023	4.82%	2.63%	1.20%
2024	4.60%	2.56%	1.19%
2025	4.40%	2.50%	1.17%
2026	4.21%	2.44%	1.16%
2027	4.04%	2.38%	1.15%
2028	3.89%	2.32%	1.13%
2029	3.74%	2.27%	1.12%
2030	3.61%	2.22%	1.11%
2031	3.48%	2.17%	1.10%
2032	3.36%	2.13%	1.08%
2033	3.25%	2.08%	1.07%
2034	3.15%	2.04%	1.06%
2035	3.06%	2.00%	1.05%
2036	2.96%	1.96%	1.04%
2037	2.88%	1.92%	1.03%
2038	2.80%	1.89%	1.02%
2039	2.72%	1.85%	1.01%
2040	2.65%	1.82%	1.00%
2041	2.58%	1.78%	0.99%
2042	2.52%	1.75%	0.98%

Tabla 14. Tasas de Crecimiento Vehicular

Posteriormente, se procedió a proyectar el TPDA de la vía en estudio, considerándose desde el año 2022 un periodo de 20 años.

AÑO	No	TIPO DE VEHICULO									TPDA (mixtos)
		LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES					3S2	3S3	
				2D	3A	2-S1	2-S2	2-S3			
2022	0	448	13	243	39	1	1	0	8	3	756
2023	1	470	13	246	39	1	1	0	8	3	781
2024	2	491	14	249	40	1	1	0	8	3	807
2025	3	513	14	252	40	1	1	0	8	3	832
2026	4	534	14	255	41	1	1	0	8	3	858
2027	5	556	15	258	41	1	1	0	8	3	883
2028	6	578	15	261	42	1	1	0	9	3	909
2029	7	599	15	263	42	1	1	0	9	3	934
2030	8	621	16	266	43	1	1	0	9	3	960
2031	9	642	16	269	43	1	1	0	9	3	985
2032	10	664	16	272	44	1	1	0	9	3	1011
2033	11	686	17	275	44	1	1	0	9	3	1036
2034	12	707	17	278	45	1	1	0	9	3	1062
2035	13	729	17	281	45	1	1	0	9	3	1087
2036	14	751	18	284	46	1	1	0	9	4	1113
2037	15	772	18	287	46	1	1	0	9	4	1138
2038	16	794	18	290	46	1	1	0	10	4	1164
2039	17	815	19	293	47	1	1	0	10	4	1189
2040	18	837	19	296	47	1	1	0	10	4	1215
2041	19	859	19	298	48	1	1	0	10	4	1240
2042	20	880	20	301	48	1	1	0	10	4	1266

Tabla 15. Proyección del TPDA Estación N° 1 – 20 año (Límite Superior)



TPDA (Límite Superior) PROYECTADO A 20 AÑOS	CLASE DE VÍA
1266 vehículos	CLASE II, NORMAS ABSOLUTA

AÑO	No	TIPO DE VEHICULO									TPDA (mixtos)
		LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES					3S2	3S3	
				2D	3A	2-S1	2-S2	2-S3			
2022	0	343	10	186	30	1	1	0	6	2	579
2023	1	360	10	188	30	1	1	0	6	2	599
2024	2	376	11	190	31	1	1	0	6	2	618
2025	3	393	11	193	31	1	1	0	6	2	638
2026	4	409	11	195	31	1	1	0	6	2	657
2027	5	426	11	197	32	1	1	0	6	2	677
2028	6	442	12	199	32	1	1	0	6	2	696
2029	7	459	12	202	33	1	1	0	7	2	716
2030	8	475	12	204	33	1	1	0	7	2	735
2031	9	492	12	206	33	1	1	0	7	2	755
2032	10	508	13	208	34	1	1	0	7	2	774
2033	11	525	13	211	34	1	1	0	7	2	794
2034	12	542	13	213	34	1	1	0	7	2	813
2035	13	558	13	215	35	1	1	0	7	2	833
2036	14	575	14	217	35	1	1	0	7	2	852
2037	15	591	14	220	35	1	1	0	7	2	872
2038	16	608	14	222	36	1	1	0	7	2	891
2039	17	624	14	224	36	1	1	0	7	2	911
2040	18	641	15	226	36	1	1	0	7	2	930
2041	19	657	15	228	37	1	1	0	7	2	950
2042	20	674	15	231	37	1	1	0	7	2	969

Tabla 16. Proyección del TPDA Estación N° 1 – 20 año (Límite Inferior)

TPDA (Límite Inferior) PROYECTADO A 20 AÑOS	CLASE DE VÍA
969 vehículos	CLASE III, NORMAS RECOMENDABLE

10 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE TERRENO

Determinada por la topografía predominante en el tramo en estudio. El tipo de terreno de un tramo de estudio de una vía se puede determinar mediante:

- 1) Las pendientes longitudinales y transversales del terreno:** son las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido longitudinal y transversal del eje de la vía.
- 2) Línea de máxima pendiente sobre el terreno natural:** es la inclinación máxima del terreno natural en cualquier dirección, alrededor del entorno del eje de la vía.



La pendiente media del terreno es de 4.38%, la cual se obtuvo estadísticamente, se aplicó el método de las líneas de máxima pendiente sobre la topografía del terreno natural usando el Software Civil 3D para su respectivo análisis, por lo tanto, el terreno se lo CALIFICA COMO DE TIPO LLANO (0 y 5%) según la clasificación de las normas del ministerio de transporte y obras públicas.

CALCULO PENDIENTE MEDIA (Pm)					
#	Pend mín. (%)	Pend máx. (%)	Pmi(%)	Ai (m ²)	Pmi*Ai
A1	0.01	0.01	0.01	79948.86	799.49
A2	0.01	0.08	0.05	64582.25	2906.20
A3	0.08	0.39	0.24	45373.53	10662.78
A4	0.39	1.84	1.12	60890.35	67892.74
A5	1.84	9.25	5.55	326881.66	1812558.80
A6	9.25	10.00	9.63	121073.10	1165328.59
				698749.75	3060148.60
Pm =	4.38%				

Tabla 17. Cálculo de la pendiente media del terreno natural

La vía SAN ANTONIO – SAN MIGUEL, corresponde a una Carretera CLASE II, VALOR ABSOLUTA por cuanto su T.P.D.A. = 1266 Veh/día (**para el Límite Superior del TPDA, con un nivel de confianza del 95%**), proyectados a 20 años se encuentra entre 1000 a 3000 vehículos, límite INFERIOR, TERRENO LLANO. Sin embargo, también la vía SAN ANTONIO – SAN MIGUEL, encaja a una Carretera CLASE III, VALOR RECOMENDABLE por cuanto su T.P.D.A. = 969 Veh/día (**para el Límite Inferior del TPDA, con un nivel de confianza del 95%**), proyectados a 20 años se encuentra entre 300 a 1000 vehículos, límite SUPERIOR, TERRENO LLANO.

11 CLASIFICACIÓN FINAL DE VIA SEGÚN EL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

En definitiva, de acuerdo al estudio de tráfico y al análisis realizado, al estar el TPDA Límite Superior, ligeramente mayor a los 1000 vehículos, se sugiere escoger la clasificación obtenida con el TPDA **Límite Inferior**, para un nivel de confianza del 95%, por lo que la clasificación de la vía según las normas vigentes en el País MTOP (Normas de Diseño Geométrico 2003) es: **CLASE III, VALOR RECOMENDABLE, TERRENO LLANO**, y sus parámetros de diseño son:



Velocidad de diseño	90 km/h
Radio mínimo de curvas horizontales	275m
Distancia de visibilidad para parada	135m
Distancia de visibilidad para rebasamiento	640m
Peralte %	Máx. 10
Coeficiente K para:	
Curvas verticales convexas	43
Curvas verticales cóncavas	31
Gradiente longitudinal máxima %	4
Gradiente longitudinal mínima %	0.5
Ancho de pavimento	6.70m
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica
Ancho de espaldones estables	2.00m
Gradiente transversal pavimento %	2
Gradiente transversal espaldones %	4
Curva de transición	Úsense en espirales cuando sea necesario
Carga de diseño	HS 20 – 44; HS-MOP; HS - 25; O ACTUAL NEC 2011
Puente ancho de la calzada	Será la Dimensión de la Calzada de la vía incluido los espaldones
Ancho de Acera	0.50m mínimo

Tabla 18. Valores de diseño recomendados para la vía - Norma de diseño de carreteras 2003

Sin embargo, no siempre es posible conseguir los parámetros mínimos permitidos en la normativa vigente del país debido a que la afectación predial puede ser elevada y por ende costosa, por tanto como alternativa de solución **SE SUGIERE ADOPTAR** lo establecido en las normas de consultas y recomendaciones MDC-DG-2018-PERU y MDGC-2008-COLOMBIA, las cuales permiten la UTILIZACIÓN DE VELOCIDADES VARIABLES Y POR ENDE RADIOS MÍNIMOS VARIABLES PARA UN MISMO TIPO DE VÍA, lo que se asemeja más a la realidad del proyecto, por su topografía y características.



12 CONCLUSIONES

El camino **SAN ANTONIO – SAN MIGUEL**, ubicado en los cantones Guayaquil y Playas de la Provincia del Guayas, se encuentra actualmente en malas condiciones, dificultando el paso de los vehículos, aumentando los tiempos de transporte y costos en mantenimiento vehicular, motivo por el cual es necesario ejecutar su rehabilitación.

La pendiente media del terreno (4.38%), se obtuvo estadísticamente, por el método de las líneas de máxima pendiente sobre la topografía del terreno natural usando el Software Civil 3D, por lo tanto, el terreno se lo **CALIFICA COMO DE TIPO LLANO** (0 y 5%).

Según las Normas de Diseño Geométrico 2003 “MTO” y a la clasificación del tipo de terreno, el camino **SAN ANTONIO – SAN MIGUEL**, ubicado en los cantones Guayaquil y Playas de la Provincia del Guayas, corresponde a una **Carretera CLASE III, NORMAS RECOMENDABLES TIPO LLANO**, con un **TPDA = 969 VEHÍCULOS MIXTOS/DÍA/AMBOS SENTIDOS PROYECTADO A 20 AÑOS**, tomado con el **TPDA Límite Inferior**, para un nivel de confianza del 95%, y al estar el TPDA, Límite Superior (1266 Vehículos), ligeramente mayor a los 1000 Vehículos.

13 RECOMENDACIONES

- De acuerdo al análisis de comportamiento del tránsito que circula en el camino, evidenciado en la estación Única se recomienda diseñar el camino como una carretera de III Orden, de Sección Típica con Normas Recomendable, Tipo Llano, según la proyección de la Tasas adoptadas.
- Mejorar el alineamiento horizontal y vertical de la vía existente, de tal forma que se consiga velocidades según la norma. El ancho del espaldón se puede reducir, quedando a criterio del diseñador vial en coordinación con técnicos de la prefectura, para delimitar su valor final asignado en función de la topografía, anchos existentes, y el trazado geométrico.
- Tomar en cuenta la Proyección de tráfico a un periodo de 10 y 20 años, para el diseño del pavimento.
- Se deja constancia, que la única manera de detectar la existencia de variaciones en la demanda es a través de mediciones rutinarias o permanentes de tráfico, para descifrar las fluctuaciones diarias, mensuales y anuales, que son datos necesarios para realizar y mantener actualizado un Estudio de Tráfico.

CLASE FINAL DE VIA = III NORMAS RECOMENDABLES
TIPO DE TERRENO = LLANO



VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN																																										
NORMAS	CLASE I						CLASE II						CLASE III						CLASE IV						CLASE V																	
	8000			< TPDA < 3000			3000			< TPDA < 1000			1000			< TPDA < 300			300			< TPDA < 100			100			< TPDA < 1														
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3												
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M												
Velocidad de diseño (km/h)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25												
Radio mínimo absoluto de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20												
Distancia de visibilidad de parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25												
Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110												
Fricción + Peralte máximo	10%(Para V > 50 km/h) - 8%(Para V < 50 km/h)																																									
Valor "K" para curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2												
Valor "K" para curvas verticales concavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3												
Gradiente longitudinal máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14												
Gradiente longitudinal mínima (%)	0.5																																									
Ancho de pavimento (m)	7.30						7.30						7.00						6.70						6.00						6.00						4.00					
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas y Hormigón						Carpetas Asfálticas						Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.						D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado																	
Ancho de espaldones estables (m)	3.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	3.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5	0.60 (C.V. Tipo 6 y 7)						-----																	
Gradiente transversal para pavimento (%)	2.0						2.0						2.0						2.5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4.0																	
Gradiente transversal para espaldones (%)	2.0 - 4.0						2.0 - 4.0						2.0 - 4.0						4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						-----																	
Puentes	Curvas de transición																																									
	Carga de diseño																																									
	Ancho de calzada (m)																																									
	Ancho de aceras (m)																																									
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																										
1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicos para más detalles. Para el diseño definitivo o debe considerarse el número de vehículos equivalentes. 2) Longitud de las curvas verticales: $L = K \cdot A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0.60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora. 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m. 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación. 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0.50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos. 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1.20 m de ancho. 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular. 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $VD = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado). NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el PDPA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.																																										

- No obstante, como recomendación final, no siempre es posible conseguir los parámetros mínimos permitidos en la normativa vigente del país debido a que la afectación predial puede ser elevada y por ende costosa, por lo tanto como alternativa de solución se sugiere **ADOPTAR** lo establecido en las normas de consultas y recomendaciones MDC-DG-2018-PERU y MDGC-2008-COLOMBIA, las cuales permiten la UTILIZACIÓN DE VELOCIDADES VARIABLES Y POR ENDE RADIOS MÍNIMOS VARIABLES PARA UN MISMO TIPO DE VÍA, lo que se asemeja más a la realidad del proyecto, por su topografía y características, tal como indica el siguiente cuadro de resumen de valores de diseño establecidos para esta vía, según normativas antes indicadas.



VALORES DE DISEÑO PARA CARRETERAS DE DOS O MAS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN			
NORMAS	NDGDC-2003-ECUADOR	MDC-DG-2018-PERU	MDGC-2008-COLOMBIA
Clasificación funcional	Clase III - RECOMENDABLE	Carreteras de Segunda Clase	Secundaria
Tráfico vehicular= 969 veh/día	1000< TPDA <300	entre 2.000 y 400 veh/día	-----
Clasificación según condiciones orográficas	Terreno plano	Terreno plano (tipo 1)	Terreno plano
Pendiente media del terreno = 4.38%	-----	< 10%	entre 0% y 5%
SECCION TRANSVERSAL SEGÚN NORMAS			
Número de carril	2	2	2
Ancho de pavimento	6.70 m	7.20 m	7.30 m
Gradiente transversal pavimento	2.00%	2.00%	2.00%
Ancho de espaldón	2.00 m	2.00 m	NA
Gradiente transversal espaldón	2%-4%	4.00%	2.00%
Peralte máximo	10.00%	8.00%	8.00%
SECCION TRANSVERSAL DE DISEÑO			
Número de carril	2	2	2
Ancho de pavimento	6.70 m	6.70 m	6.70 m
Gradiente transversal pavimento	2.00%	2.00%	2.00%
Ancho de espaldón	2.00 m	2.00 m	2.00 m
Gradiente transversal espaldón	4.00%	4.00%	4.00%
Peralte máximo	8.00%	8.00%	8.00%
DISEÑO HORIZONTAL			
Velocidad de diseño			
Rango de Velocidad de diseño (km/h)	90	60-70-80-90-100	60-70-80
Velocidad de diseño PI-1	70 km/h	70 km/h	70 km/h
Radio mínimo			
Radio mínimo absoluto de curvas horizontales	275 m	305 m	304 m
Radio mínimo sin necesidad de peralte	4219 m	4219 m	4219 m
Radio mínimo sin curva de transición	800 m	750 m	1000 m
Radio de diseño curva circular PI-1	310 m	310 m	310 m
Longitud mínima de curvas			
Necesidad curva de transición	SI REQUIERE CLOTOIDE	SI REQUIERE CLOTOIDE	SI REQUIERE CLOTOIDE
Longitud mínima curva circular	47 m	-----	50 m
Longitud mínima curva de transición	85 m	77 m	57 m
Longitud máxima curva de transición	80 m	116 m	80 m
Longitud diseño curva de transición PI-1	70 m	70 m	70 m
Sobreechancho curva PI-1			
Cálculo sobreechancho (Veh. Rígido)	0.67 m	0.68 m	-----
Sobreechancho de diseño	0.70 m	0.70 m	-----
Transición del sobreechancho	100%Lt en Longitud Espiral	100%Lt en Longitud Espiral	100%Lt en Longitud Espiral
Peralte de diseño PI-1			
Peralte necesario	8.00%	8.00%	8.00%
Transición de peralte (Lt)	70.00 m	70.00 m	70.00 m
Aplanamiento (N)	17.50 m	17.50 m	17.50 m
Longitud de tangentes			
Long. mín. de tangente entre curvas (S circulares)	157 m	125 m	125 m
Long. mín. de tangente entre curvas (C circulares)	DVS	250 m	375 m
Long. mín. de tangente entre curvas (S espirales)	44 m	DVS	44 m
Long. mín. de tangente entre curvas (C espirales)	DVS	DVS	125 m
Long. máxima de tangente entre curvas	1800 m	1503 m	1350 m
DISEÑO VERTICAL			
Distancia de visibilidad de parada DVF	135 m	160 m	160 m
Distancia de visibilidad de rebasamiento DVS	640 m	615 m	615 m
Valor "K" para curvas verticales convexas	43	39	39
Valor "K" para curvas verticales concavas	31	38	38
Longitud mín. de curva vertical crit. Operación 0.6V	54 m	-----	54 m
Gradiente longitudinal máxima (%)	4.00%	6.00%	6.00%
Gradiente longitudinal mínima (%)	0.00%	0.35%	0.30%
Longitud tangente vertical máxima	Long. Crítica	Long. Crítica	Long. Crítica
Longitud tangente vertical mínima	-----	250 m	-----

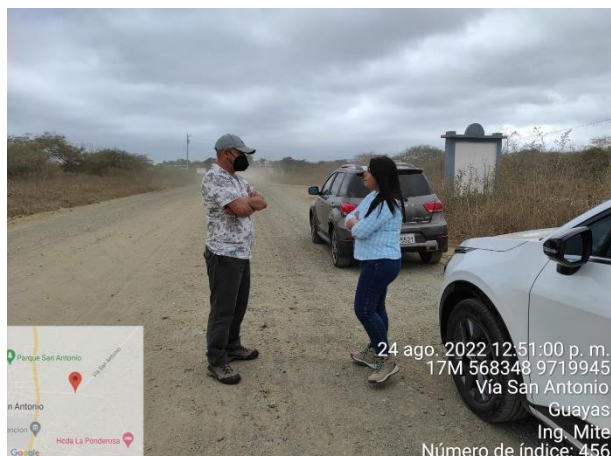
**Tabla 19. Valores de diseño recomendados para la vía - NORMA DE DISEÑO DE CARRETERAS
2003 – MDC-DG-2018-PERU y MD-DG-2008-COLOMBIA**



Visita de campo entre el Consultor y la Supervisión por parte de la Prefectura del Guayas

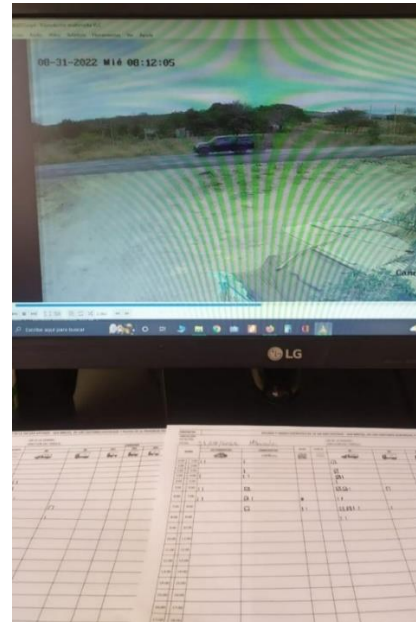
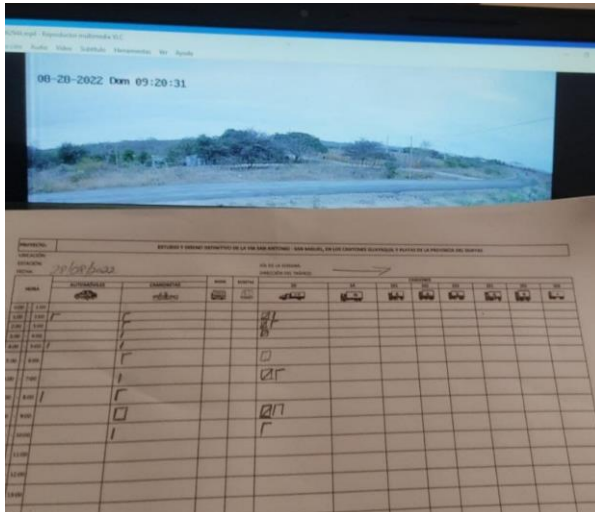
Fecha: 24 de Agosto de 2022

Temas tratados: Determinación de la ubicación de la Estación de conteo.



Registro Fotográfico





Anexo 1: Tablas de Conteo de la Estación.

14 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Normas de Diseño Geométrico del 2003.** Revisión y actualización del manual de las “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” preparado por “T.A.M.S. – ASTEC” y revisadas por el Consorcio de Consultores “LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (New Jersey, USA) - PROTECVIA CIA. LTDA. (Quito-Ecuador)”.
- Manual de diseño geométrico de carreteras 2008, Republica de Colombia
- MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018, Republica del Perú.
- Ingeniería de Tránsito, Conceptos Básicos, Wilson E. Vargas y otros, 2012.
- Estadísticas para Ingenieros, Nel Quezada, 2010.

Marco Apunte Ordoñez
Ingeniero Civil Consultor

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Ing. Ana Mite Proaño	Ing. Ana Torres Bermeo	Ing. Jorge Carrillo Tutivén
Especialista de Tráfico y Transporte	Supervisora del Contrato	Administrador de Contrato