

**PROYECTO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO INGENIERO CIVIL**



**APOYO A LA EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S. EN EL DISEÑO DE OBRAS DE
INFRAESTRUCTURA VIAL**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIEROS CYT S.A.S.**

**BRAYAN FERNÁNDEZ MONTERO
CÓDIGO: 100413010503**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
POPAYÁN, CAUCA**

25 DE ENERO DE 2018



**PROYECTO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO INGENIERO CIVIL**



**APOYO A LA EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S. EN EL DISEÑO DE OBRAS DE
INFRAESTRUCTURA VIAL**

**BRAYAN FERNÁNDEZ MONTERO
CÓDIGO: 100413010503**

**DIRIGIDO A
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
POPAYÁN, CAUCA**

25 DE ENERO DE 2018



NOTA DE ACEPTACIÓN

El Director y los Jurados han evaluado este documento, y escuchado la sustentación de este por el estudiante y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante para que desarrolle las gestiones pertinentes para optar al título de Ingeniero Civil.

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Director



AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por sus bendiciones, quien nunca me desamparó, por guiarme en el camino largo y estrecho. A mi madre por luchar incansablemente, por brindarme su apoyo y consejos, por sacrificar su tiempo y darme la oportunidad de vivir. Añado su consejo imborrable: “El que con sabios anda, sabio se vuelve”.

A mi familia que de una u otra manera creyó en mí y aportó con su granito de arena, me ayudo a tener fe y a seguir con la frente en alto a pesar de todas las dificultades. Aquellos que supieron esperarme y confiaron en mí cuando más lo necesitaba. A mi novia quien en últimas logró conquistarme.

A mis compañeros de Universidad, fue una gran odisea que con gran ánimo y persistencia logramos superar todas las dificultades. Sin ellos no hubiera risas incansables y anécdotas que perdurarán hasta que ya no estemos.

A mis profesores de universidad, que lograron transmitir su conocimiento para que esto fuese posible, que por mucho que fuese la tormenta el sol iba a volver a brillar; su sacrificio y constancia dan frutos para que muchos dejemos nuestra luz antes de morir. De todos me llevo una pequeña luz.

A mi Director de grado el Ingeniero Efraín Solano, quien se esfuerza en gran manera en sus software.

A Ingenieros CyT por aceptarme y recibirme en su empresa. Allí he puesto en práctica los conocimientos que me brindó el Alma Mater, para mí es todo un reto seguir aprendiendo junto a ustedes, reitero muchas gracias.



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	OBJETIVO GENERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3	INFORMACIÓN GENERAL DE PROYECTOS	11
4	ENTIDAD RECEPTORA	12
5	METODOLOGÍA	13
5.1	ACTIVIDADES PREVISTAS	13
6	COMPROMISOS DE LAS PARTES	14
6.1	UNIVERSIDAD DEL CAUCA	14
6.2	EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S.....	14
6.3	PASANTE	14
7	TRABAJO LABORADO Y/O CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS	16
7.1	INTRODUCCIÓN	16
7.2	FORMULACIÓN DEL ESTUDIO.....	16
7.2.1	Objetivo general	16
7.2.2	Objetivos específicos	16
7.2.3	Antecedentes	18
7.2.4	Justificación	18
7.2.5	Alcance	18
7.2.6	Metodología	18
7.3	MARCO CONCEPTUAL	20
7.3.1	El Sistema Integral del Transporte (SIT)	20
7.3.2	El transporte como sistema integral de interrelaciones.....	20
7.3.3	Planeación, Transporte y Desarrollo	23
7.3.4	Evolución del sistema de transporte (T): parque automotor y población.....	24
7.4	LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	25
7.5	VOLÚMENES VEHÍCULARES	27
7.5.1	Variables Medidas	27
7.5.2	Fecha de Realización	28



7.5.3	Método de realización	28
7.5.4	Intersecciones y movimientos aforados	30
7.5.5	Caracterización del tránsito.....	32
7.5.6	Tránsito actual	34
7.6	PROYECCIONES DE TRÁNSITO	39
7.6.1	Tránsito generado.....	39
7.6.2	Tránsito atraído.....	40
7.6.3	Tránsito Desarrollado.....	40
7.6.4	Crecimiento normal de tránsito	40
7.6.5	Crecimiento generado por habitantes del municipio	41
7.6.6	Resumen del TPD actual de la Calle 2	43
7.6.7	Resumen del TPD actual de la Carrera 1	44
7.6.8	Tránsito actual total para la Calle 2.....	44
7.6.9	Tránsito actual total para la Carrera 1.....	45
7.6.10	Tasa de crecimiento para la Calle 2 y Carrera 1	45
7.7	CUANTIFICACIÓN DEL TRÁNSITO EN EJES EQUIVALENTES	56
7.7.1	Determinación del Factor Daño para vehículos comerciales (Pavimento Flexible).....	56
7.7.2	Estimación del número de ejes equivalentes de 8.2 Toneladas en los carriles de diseño 57	
7.7.3	Resumen de la evaluación variable tránsito.....	64
7.7.4	Tránsito en la etapa de construcción	64
7.8	ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	65
7.8.1	Capacidad.....	65
7.8.2	Nivel de servicio.....	68
7.9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
7.10	BIBLIOGRAFÍA.....	75
8	CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS	79
9	CRONOGRAMA DE TARBAJO	80
9.1	NOTAS:	81
10	PRESUPUESTO DE LA PASANTÍA.....	82
11	AÑEXOS.....	83



LISTADO DE FIGURAS

Figura 7.3.2-1 Modelo Sintético del Sistema Integral de Transporte	22
Figura 7.3.4-1 Localización General del Proyecto	25
Figura 7.3.4-2 Localización Particular de los estudios	26
Figura 7.3.4-3 Localización de vías a diseñar	26
Figura 7.3.4-4 Estado actual k0 + 230 (Calle 2)	27
Figura 7.5.3-1 Sitio de aforos (Intersección Calle 2 con Cra 1)	29
Figura 7.5.3-2 Intersección Calle 2 con Cra.1	29
Figura 7.5.3-3 Cámara #1 intersección Calle 2 con Carrera 1	30
Figura 7.5.4-1 Ubicación e identificación de movimientos aforados. Intersección Calle 2-Carrera 1	31
Figura 7.6.10-1 Regresión - Crecimiento de la producción de café en el departamento del Cauca	47
Figura 7.6.10-2 Regresión - Crecimiento de área cultivada de café en el departamento del Cauca	49
Figura 7.6.10-3 Regresión – TPDs El Estrecho - Balboa que representa la dispersión de los puntos	52

LISTADO DE TABLAS

Tabla 7.5-1 Resumen del sitio y movimientos aforados	31
Tabla 7.5-2 Categorías vehiculares especificadas por el INVIAS	32
Tabla 7.5-3 Tránsito Promedio Diario semanal Movimiento 1	34
Tabla 7.5-4 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 2	34
Tabla 7.5-5 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 3	35
Tabla 7.5-6 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 4	35
Tabla 7.5-7 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 5	35
Tabla 7.5-8 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 6	36
Tabla 7.5-9 Variación horaria	37
Tabla 7.5-10 Suma de movimientos en la Calle 2	38
Tabla 7.5-11 Composición adoptada para el carril de diseño del corredor de la Calle 2	38
Tabla 7.5-12 Suma de movimientos Carrera 1	39
Tabla 7.5-13 Composición adoptada para el carril de diseño del corredor de la Carrera 1	39
Tabla 7.6-1 PIB del transporte en el Cauca en miles de millones de pesos	41
Tabla 7.6-2 Tasa de crecimiento de habitantes en el municipio	42
Tabla 7.6-3 Resumen del TPD actual de la Calle 2	43
Tabla 7.6-4 Resumen del TPD actual de la Carrera 1	44
Tabla 7.6-5 Tránsito actual + tasa de crecimiento + tránsito atraído + tránsito generado + crecimiento normal tránsito Calle 2	45
Tabla 7.6-6 Tránsito actual + tasa de crecimiento + tránsito atraído + tránsito generado + crecimiento normal tránsito Carrera 1	45
Tabla 7.6-7 Producciones en toneladas de café en el departamento del Cauca	46
Tabla 7.6-8 Crecimiento de la población en el municipio	48
Tabla 7.6-9 Modelos de regresión para el crecimiento de área cultivada de café en el departamento del Cauca	50
Tabla 7.6-10 Áreas cultivadas de café en el departamento del Cauca	51
Tabla 7.6-11 TPD (1997-2006) y composición vehicular, Estación de conteo INVIAS No. 655 El Estrecho – Balboa	52
Tabla 7.6-12 Modelos de regresión, vía El Estrecho – Balboa	53
Tabla 7.6-13 Tasa de crecimiento anual en porcentaje del tramo El Estrecho- Balboa	54
Tabla 7.6-14 Proyección de tránsito promedio diario semanal de la Calle 2 en el sector urbano	55



Tabla 7.6-15 Proyección de tránsito promedio diario semanal de la Carrera 1 en el sector urbano.	56
Tabla 7.7-1 Factor Daño	57
Tabla 7.7-2 Ejes equivalentes para Diseños de Pavimentos Flexibles de la Calle 2.	58
Tabla 7.7-3 Ejes equivalentes para Diseños de Pavimentos Flexibles de la Carrera 1.	60
Tabla 7.7-4 Cálculo de repeticiones esperadas cada año por tipo de eje en los carriles de diseños de la Calle 2.	62
Tabla 7.7-5 Cálculo de repeticiones esperadas de cada año por tipo de eje en los ejes de diseño en la Carrera 1	63
Tabla 7.7-6 Resumen de la evaluación de tránsito, Calle 2.	64
Tabla 7.7-7 Resumen de la evaluación de tránsito, Carrera 1.	64
Tabla 7.8-1 Factores de equivalencia Vehicular	65
Tabla 7.8-2 Conversión ADE en vías urbanas Calle 2.	66
Tabla 7.8-3 Conversión ADE en vías urbanas Carrera 1.	66
Tabla 7.8-4 Tabla de confiabilidad o remanente de la capacidad del tránsito de la Calle 2.	67
Tabla 7.8-5 Tabla de confiabilidad o remanente de la capacidad del tránsito de la Carrera 1.	67
Tabla 7.8-6 Criterio para definir nivel de servicio en carreteras de dos carriles, tramos en terreno general.	70
Tabla 7.8-7 Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional.	70
Tabla 7.8-8 Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carriles y acotamientos, o distancia a obstáculos laterales.	71
Tabla 7.8-9 Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados	71
Tabla 7.8-10 Resumen de datos y cálculos	72
Tabla 1.9-1 Composición vehicular actual de la Calle 2	73
Tabla 1.9-2 Composición vehicular de la Carrera 1	73
Tabla 1.9-3 Resumen de evaluación de la variable tránsito de la Calle 2	74
Tabla 1.9-4 Resumen de evaluación de la variable tránsito de la Carrera 1	74
Tabla 9-1 Cronograma de trabajo	80
Tabla 10-1 Presupuesto de la pasantía	82

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1 AFOROS VEHICULARES	77
ANEXO 2 EJES EQUIVALENTES Y TPD FUTURO	78
ANEXO 3 COPIA CARTA DE PRESENTACIÓN DEL ESTUDIANTE HACIA LA EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S. ..	83
ANEXO 4 CARTA DE ACEPTACIÓN DEL ESTUDIANTE POR PARTE DE LA EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S. ...	84
ANEXO 5 APROBACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 202 DE 2017 Y CERTIFICADO DE PRÁCTICA (CUMPLIMIENTO CON EL TIEMPO ESTIPULADO POR LA UNIVERSIDAD)	85



1 INTRODUCCIÓN

Durante el transcurso del desarrollo de la humanidad el hombre ha optado por mejorar sus condiciones de supervivencia donde ha dado lugar el uso de razón, e inherente a ella, la necesidad ha iniciado el nacimiento de la ingeniería. Anteriormente las civilizaciones han establecido importantes cambios en el modo de cazar, transportar insumos, cultivar y salvaguardarse de los peligros de la naturaleza. La ingeniería se ha destacado por brindar soluciones a problemas que enfrenta día a día el ser humano, como su transporte, vivienda, aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que transforma el estado natural elementos, su composición química, biológica y sobresaltando el estudio de la física como el elemento indisociable.

Pasando de un tema de gran envergadura como lo es la ingeniería, la ingeniería civil surgió luego del gran desarrollo que aportó la ingeniería militar en el mundo. La ingeniería civil logra solucionar un sin número de problemas donde satisface las necesidades del hombre; entre las cualidades de un ingeniero civil de destaca el diseño, la planeación, construcción, administración, intervención, prevención y operación de infraestructuras tales como edificaciones, puentes, vías, represas, canales, aeropuertos entre otros.

El presente documento tiene por finalidad la elaboración del TRABAJO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL, referido al departamento de vías de la universidad del Cauca, bajo la colaboración de la empresa INGENIEROS CYT S.A.S quien titula como receptora de pasantía. Para obtener el título de ingeniero civil bajo la modalidad de pasantía, es necesario poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el programa de ingeniería civil en la empresa a realizar la pasantía. Entre estos conocimientos se tiene la aplicación de la topografía, diseño geométrico, elaboración de presupuestos, procesos en el área administrativa y técnica, conceptos teóricos que conllevan practicar el sentido común y el razonamiento lógico, áreas de la ingeniería tránsito y manejo de software.

Por los motivos mencionados anteriormente se establece realizar la práctica en la Facultad de Ingeniería Civil, la cual en su resolución N° 820 del 2014 define la posibilidad de que el estudiante del presente programa mediante la modalidad de práctica profesional o pasantía pueda realizar su trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Civil.

La modalidad de práctica profesional o pasantía permite adquirir experiencia, para que a futuro pueda verse reflejado en un nivel profesional, dado que se aplican criterios ingenieriles a lo largo del periodo de aprendizaje.

El trabajo de grado se autoriza por la Universidad del Cauca en la resolución 202 del 27 de septiembre de 2017 en la PRÁCTICA PROFESIONAL – PASANTÍA bajo la dirección del Ingeniero Civil Efraín de Jesús Solano Fajardo avalado por el consejo de facultad de Ingeniería Civil.



2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaboración del trabajo de grado bajo modalidad pasantía, para obtener el título de ingeniero civil en colaboración con la empresa INGENIEROS CYT S.A.S. ubicada en la ciudad de Cali, Valle bajo la dirección del Ingeniero Efraín de Jesús Solano Fajardo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Informar de manera general en los proyectos de participación.
- Describir la entidad receptora
- Describir la metodología
- Mencionar el compromiso de las partes
- Describir el trabajo elaborado y/o conocimientos adquiridos.
- Elaborar las actividades previstas.
- Modificar el cronograma de actividades previstas.
- Informar de los resultados esperados.



3 INFORMACIÓN GENERAL DE PROYECTOS

Se lleva a cabo el trabajo de grado bajo la modalidad de pasantía en la empresa INGENIEROS CYT S.A.S. encargada de elaborar estudios, diseños y construcción de obras civiles. Actualmente la empresa desarrolla estudios y diseños en la Universidad del Valle, vías urbanas en Argelia, departamento del Cauca, algunas vías del Valle del Cauca y estudios de consultoría en la Ciudad de Popayán. La totalidad de los estudios mencionados anteriormente se centran estudios de consultoría.

La empresa INGENIEROS CYT S.A.S. elabora los siguientes estudios y diseños:

- Estudio de Topografía.
- Estudio de tránsito, capacidad y niveles de servicio.
- Diseño geométrico de vías.
- Diseño arquitectónico.
- Estudios de hidrología.
- Estudios de hidráulica.
- Estudios de suelos
- Estudios de geotecnia
- Estudios geológicos
- Estudios ambientales
- Elaboración de presupuestos
- Estudios estructurales
- Estudios de socialización
- Estudio y diseño de señalización vial
- Informes finales (Resúmenes de los anteriores estudios, recomendaciones y prevenciones).
- Construcción de obras civiles.



4 ENTIDAD RECEPTORA

- Nombre de la empresa: INGENIEROS CYT S.A.S
- Nit: 900528107-7
- Dirección: Avenida 6ta no 52 n 24, Torre 1 apartamento 804.
- Teléfono: 4021943
- Director: Jamirson Cuellar Ángel.
- Página web: Actualmente no presenta.
- Correo electrónico: Ingenieroscyt@gmail.com
- Tipo de sociedad: Sociedad por acciones simplificada.
- Actividad principal: Estudios y diseños de vías.

INGENIEROS CYT S.A.S es una empresa dedicada a la consultoría, interventoría y construcción de obras civiles, en los campos de infraestructura vial, estructural, ambiental y de edificaciones. Actualmente es una empresa que labora en la ciudad de Cali elaborando estudios comúnmente en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca (Incluyendo sus adentros).

La empresa cuenta con 12 trabajadores que sujetan un contrato de trabajo (trabajadores de planta) y una variedad de personal que realiza prestación de servicios. Contiene aproximadamente 6 años de fundada. Su fundador el Ingeniero Jamirson Cuellar Ángel egresado de la Universidad del Cauca dirige actualmente la empresa.

De los trabajadores presentes que sujetan un contrato de trabajo, 5 de ellos han realizado estudios como ingenieros civiles en Universidad del Cauca. Un cierto número de trabajadores que realizan y lograron realizar estudios mediante prestación de servicios, también proceden de la universidad mencionada anteriormente.

Entre los estudios licitados y celebrados por la empresa, varios contratos de ellos son mediante consorcios y de índole propia.



5 METODOLOGÍA

Se lleva a cabo el trabajo de grado mediante la modalidad de pasantía en la ciudad de Cali, departamento del Valle del Cauca, en los estudios y diseños para la pavimentación de las vías en la cabecera municipal de Argelia, Departamento del Cauca. Los tramos a intervenir se consideran de carácter urbano, dado que se encuentran en la cabecera municipal. En la zona de estudio intervienen:

La Calle 1, Calle 2, Calle 2ª, Calle 3, Calle 4, Carrera 3, Carrera 6 y Carrera 7.

Se pretende además elaborar estudios y diseños en las vías de Popayán y la Universidad del Valle, respaldados por un coordinador asignado de la empresa INGENIEROS CYT S.A.S.

Los estudios y diseños se desarrollan en oficina, cumpliendo un horario de trabajo y aprobados por el director de la empresa.

5.1 ACTIVIDADES PREVISTAS

- Elaborar un estudio e informe de tránsito en el municipio de Argelia bajo la dirección de un especialista en vías terrestres.
- Aprender el manejo de software Civil Cad 3D y por tal diseño de vías.
- Elaborar informes de señalización vial y sus correspondientes planos.
- Realizar el Plan de Manejo de Tránsito PMT y sus cantidades.
- Elaborar aforos vehiculares (conteos) y su correspondiente trabajo de oficina.
- Inspeccionar planos y diseños.
- Responder solicitudes y peticiones de estudios y diseños, requeridos por interventoría en obras.
- Elaborar documentos y expresiones de ingeniería bajo el software Microsoft Excel.
- Dirigir en casos excepcionales a personal de la empresa.
- Disponer de la totalidad del tiempo legal y requerido por la empresa.
- Informar a tiempo situaciones de imprevistos que se presenten durante el desarrollo de estudios y diseños.
- Participar en el planteamiento de soluciones a problemáticas presentadas.



6 COMPROMISOS DE LAS PARTES

6.1 UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Seguimiento y apoyo con colaboración de un director durante el proceso asignado al trabajo de grado mediante la modalidad de pasantía. La Universidad debe realizar las siguientes funciones:

- Asesorar al estudiante
- Revisar y evaluar los informes de avance.
- Durante el desarrollo de la práctica realizar un seguimiento.
- Informar al estudiante de cualquier petición o reclamo.
- Disponibilidad de tiempo para las anteriores funciones.

Respecto a las funciones mencionadas, el departamento de vías y transporte asignará un director que regule, revise, informe y evalúe los informes mensuales de las actividades realizadas y se actualice del proceso del trabajo de grado planteado. Se contacta con el ingeniero Efraín Solano Fajardo, docente de la facultad de ingeniería civil, con el propósito de solicitar ser director para el trabajo de grado planteado, donde se obtiene una respuesta positiva para continuar con el proceso actual del trabajo de grado mediante la modalidad de pasantía, y la obtención del título de Ingeniero Civil por parte del estudiante Brayan Fernández Montero, con cédula: 1061778315 de Popayán y código de la presente universidad: 100413010503.

6.2 EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S.

- Garantizar la vinculación del estudiante como pasante y asegurar dicha vinculación a los riesgos laborales durante el periodo de la práctica profesional.
- Asignar al trabajo de grado mediante la modalidad de pasantía un coordinador técnico quien desempeñe actividades de supervisión, coordinación y asesoramiento de las actividades técnicas a realizar.

6.3 PASANTE

- Elaborar actividades designadas por el coordinador de la empresa de la mejor manera, brindando soluciones con criterio que pretendan exponer lo aprendido en la universidad.
- Realizar estudios y diseños en el tiempo establecido de las obras de infraestructura vial.
- Revisar y reportar anomalías de los estudios y diseños elaborados.
- Participar de manera activa y responsable de todas las actividades asignadas, brindando las mejores soluciones con criterios ingenieriles.



- Atender a las recomendaciones, aportes y correcciones que se presenten por parte del coordinador asignado y trabajadores de la empresa.
- Brindar apoyo y respaldo en la elaboración de los estudios y diseños con base en las normas y especificaciones vigentes.
- Colaborar con la empresa en las peticiones o requerimientos legales de los objetos de los proyectos a elaborar, para que éstos se cumplan y se elaboren de la mejor manera posible.
- Disponibilidad de tiempo para el cumplimiento de las horas exigidas por parte de la universidad y horarios establecidos por la empresa.
- Responder con prontitud a las solicitudes impartidas por la universidad y la empresa.
- Poner en práctica las normatividades y especificaciones legales de la Ingeniería Civil en el ámbito nacional e internacional.



7 TRABAJO LABORADO Y/O CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS

Se presenta a continuación el estudio de tránsito, capacidad y niveles de servicio para la pavimentación de algunas vías (La Calle 1, Calle 2, Calle 2ª, Calle 3, Calle 4, Carrera 3, Carrera 6 y Carrera 7) en la cabecera municipal de Argelia-Departamento del Cauca:

7.1 INTRODUCCIÓN

La necesidad del ser humano por trasladarse a otros lugares mediante diversos medios de transporte, logra avanzar progresivamente. Por otro lado, se presentan inconvenientes como la poca o nula existencia de una infraestructura vial como ofertante que no logra satisfacer la respectiva demanda. Actualmente la ingeniería de tránsito reconoce, investiga y opera respecto a los requerimientos del transporte terrestre actual, con proyecciones a futuro del tránsito, con relaciones de variables que generan éste aumento en el tránsito vehicular, mediciones, niveles de servicio, actualidad del tránsito (cuantificación y cualificación), su correspondiente capacidad vial, donde se utilizan especialmente en la planeación, administración, estudios y diseños de sistemas de transporte y de vías.

El estudio de tránsito descrito en este informe, contiene en la sección inicial, la formulación del estudio, que logra conformarse elementalmente por objetivos, antecedentes, justificación, alcance y metodología propuesta para su ejecución. Se desarrolla una serie de instrucciones metodológicas para realizarlo con conclusiones y recomendaciones.

El lugar de atribución del estudio se ubica en la cabecera municipal de Argelia, Cauca. La zona urbana del municipio cuenta con aproximadamente 1.5 Km.

7.2 FORMULACIÓN DEL ESTUDIO

7.2.1 Objetivo general

Realización de “ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ARGELIA-DEPARTAMENTO DEL CAUCA” en el área de tránsito, que corresponde a establecer la demanda actual y proyectada del volumen y carga vehicular que tiene el proyecto, donde se logra definir claramente las cuantificaciones y clasificaciones de vehículos que podrá sobrellevar la vía en el futuro.

7.2.2 Objetivos específicos

- Estipular el conteo vehicular o aforo para obtener datos representativos e ideales del presente estudio.
- Determinar el volumen de tránsito actual (cuantificación y cualificación del flujo vehicular).



-Establecer el tránsito generado y atraído, mediante características socioeconómicas provenientes del territorio.



- Definir las condiciones que se establecen en la infraestructura vial y en el respectivo comportamiento del tránsito.
- Determinar los parámetros básicos para el diseño geométrico y la evaluación de la estructura de pavimento.

7.2.3 Antecedentes

Se realiza la búsqueda en entidades gubernamentales, locales del municipio, Instituto nacional de vías INVIAS, Agencia nacional de infraestructura ANI y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Se encuentra el corredor vial El Estrecho-Balboa-Argelia, cercano al punto de estudio.

7.2.4 Justificación

El proyecto de estudios y diseños para la pavimentación de las vías en la cabecera municipal de Argelia-departamento del Cauca, solicita como soporte técnico el desarrollo de los estudios de tránsito, que permitan determinar el comportamiento del flujo vehicular a lo largo de la vida útil en vías urbanas seleccionadas del presente municipio, y se conocerán en el desarrollo del documento.

7.2.5 Alcance

Este estudio se realiza con una metodología adecuada donde se obtiene la operación presente y futura de la vía, a través de la determinación del tránsito vehicular, adoptando parámetros de diseño estructural y diseño geométrico, brindando los suministros o elementos básicos para el diseño del pavimento, determinar costos de operación y facilitar la programación de las obras.

7.2.6 Metodología

La metodología para el presente estudio es la siguiente:

❖ Revisión de estudios previos e información existente

No se tienen estudios previos e información existente en el área urbana del municipio. Se toma en cuenta datos de las entidades nombradas en los antecedentes.



❖ **Recopilación de información primaria**

Uno de los fines de la recopilación o toma de datos, es determinar datos representativos respecto a las condiciones existentes. En el estudio se registran aforos vehiculares con una secuencia de movimientos las 24 horas del día, durante 6 días.

Se obtienen archivos digitales retornados a físicos, de los datos nombrados en el párrafo anterior y de los cuales se tienen en cuenta hacia las actividades de recopilación de información primaria.

❖ **La planificación operativa:**

Esta actividad esencial logra depender de la confiabilidad de la modelación que se propone. Se tiene presente la ubicación de puntos de aforos vehiculares y la disposición de equipos de grabación de video, que logran prestar atención y registrar claramente los elementos adecuados para el correcto procedimiento de los estudios.

❖ **Elaboración de formatos:**

Se traslada la información obtenida inicialmente de manera digital hacia un orden cualitativo y cuantitativo de manera sistemática, que a su vez logra la buena y ágil comprensión de la información. Este tipo de información se almacena en un formato estándar, que establece las direcciones o sentidos del tránsito, los intervalos de tiempo que realizan la distribución del flujo son 15 minutos y la composición vehicular (C2p, C2g, C3, C4, C5 y >C5). Lo anterior permite agilizar el procedimiento para constituir los aforos a través del personal encargado, mediante la observación de los registros de cada estación de conteo.

❖ **Capacitación de los aforadores:**

Se realiza una respectiva capacitación al personal encargado de los aforos vehiculares, de manera que pueda disminuir los tiempos de procesamiento de la información, obteniendo en pocas palabras mayores rendimientos. Se utilizan en esta sección, equipos tecnológicos, los cuales requieren ser reproducidos en un software especial.

❖ **Análisis de la información:**

Una vez ya elaborada la información elemental, se efectúa el análisis. El análisis consiste en establecer factores predominantes en la vía, como el TPD (tránsito promedio diario), la distribución vehicular, distribución direccional, condiciones geométricas, que logran establecer las medidas para el diseño de la estructura del pavimento.



❖ **Determinación del tránsito futuro y cálculos para diseño de la estructura de pavimento:**

Con base en estudios del anterior párrafo, se logra determinar de manera análoga la proyección o demanda futura del tránsito y los ejes equivalentes. Éstos se logran basar en el crecimiento del parque automotor urbano.

❖ **Conclusiones y recomendaciones**

Basados en los resultados de las anteriores etapas se concluye y recomienda los elementos o parámetros de diseño para áreas como el diseño geométrico, pavimentos y evaluación económica. Este análisis se presenta con base en los resultados obtenidos bajo condiciones analizadas en varias temáticas del informe.

7.3 MARCO CONCEPTUAL

7.3.1 El Sistema Integral del Transporte (SIT)

Entendiendo al transporte como un sistema compuesto por diferentes elementos que interactúan al interior de un entorno físico y socioeconómico creado por el hombre, siguiendo procesos dinámicos, no terminados, generando fundamentalmente movilidad de personas y bienes, es preciso introducir como herramienta conceptual, un modelo sintético que permita entender los procesos y relaciones que brotan en toda la trama del transporte, de tal suerte que su interpretación, análisis e intervención (delicada y deliberada), satisfaga las necesidades de una sociedad demandante.

El comportamiento del flujo vehicular se considera como una manifestación del sistema integral del transporte, fruto de un proceso que exige la intersección de dos subsistemas (A) y (T), caracterizados específicamente por sus componentes. De esta forma, el abordar al (SIT) como una matriz donde se conjugan toda una serie de relaciones, que generan diferentes productos, permite finalmente interpretar, analizar y proponer alternativas de solución a su comportamiento.

7.3.2 El transporte como sistema integral de interrelaciones

Concebir el transporte como un sistema individual, resulta desatinado si en verdad se procura tomar decisiones que optimicen su funcionalidad. Tratar de entender su comportamiento requiere no sólo de dar magnitud a su infraestructura y operación, sino modelarlo de manera sintética como la suma de varios subsistemas que generan una serie de interacciones del cual se producen impactos positivos y negativos, de mayor o menor intensidad, que afectan a cada uno de los elementos que conforman el denominado sistema total o integral del transporte.



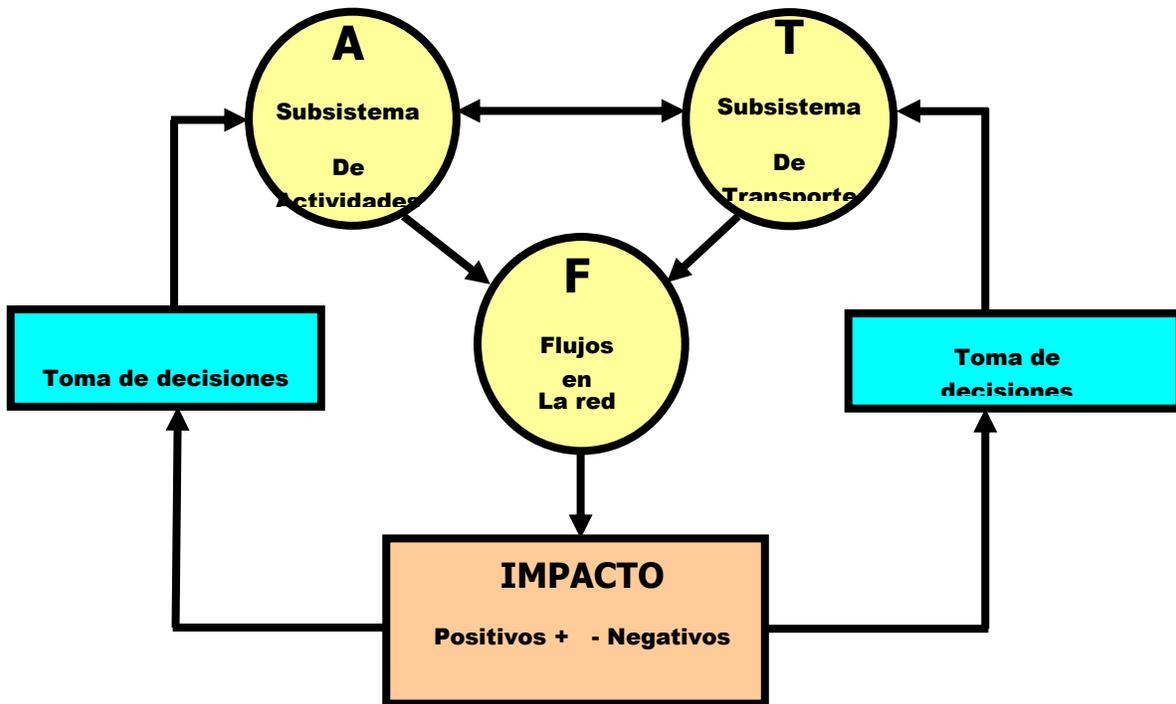
Tradicionalmente, el enfoque dado a la evaluación del funcionamiento de las vías en la literatura de tránsito y transporte, ha sido abordado bajo una extensa calificación numérica y cualitativa de los estudios de capacidad y niveles de servicio. Sin embargo, y partiendo de la premisa según la cual el sistema integral de transporte incluye la infraestructura vial, los vehículos y los usuarios se puede inferir que la evaluación ha explicado rigurosamente una sola componente - infraestructura vial -. Evidentemente, no compartiendo este criterio de evaluación del sistema, surge el análisis del flujo vehicular como el mejor proceso para identificar y establecer consideraciones que logren expresar de manera integral las interrelaciones ocurridas entre los distintos componentes de éste. Reconociendo al hombre (usuario) como elemento dinamizador, así como, entendiendo que es esta dinámica la que propicia las relaciones internas del sistema, es labor de la ciencia y la técnica interpretar como se gestan dichas relaciones.

Procurando ser más explícitos, la siguiente figura presenta el modelo sintético sugerido para llevar a cabo el estudio. En primera instancia se abordará el Sistema de Transporte (T) como elemento básico del Sistema Integral del Transporte (SIT). Como es claro, el ejercicio de esta sección apunta a presentar los elementos conceptuales y descriptivos que den dimensión general a T, en su infraestructura, vehículos y operación; así, se aborda el diagnóstico general de la red vial carretera, la inversión en el sector y la evolución del parque automotor impulsado por los cambios fundamentales en la concepción global de la economía, que finalmente propicia cambios en hábitos del consumidor (la sociedad). El sistema de actividades se concibe como la conjunción de los siguientes componentes:

- Actividades socio-económicas
- Hábitos, educación y cultura
- Desarrollo económico
- Manifestaciones de violencia

Lo anterior no implica que sólo estos elementos conformen el sistema, simplemente resultan ser los más relevantes para el análisis a efectuarse en el transcurso del estudio.

Figura 7.3.2-1 Modelo Sintético del Sistema Integral de Transporte



Fuente: Elaboración Propia

El Sistema (A), requiere, exige y necesita (como demandante) de un Sistema (T) para poder ejecutar de mejor manera sus actividades al interior de una sociedad. De igual forma el Sistema T como receptor de las demandas resulta ser el oferente que las suple. No por esto está ausente de la dinámica y la movilidad que tenga un demandante (A), evidenciándose entonces una situación de doble vía:

- El Sistema (T) condiciona, pero así mismo se ve condicionado por el Sistema (A)
- El Sistema (A) propicia la existencia de un Sistema (T), que a su vez refleja el contexto histórico de éste.

Se presenta una relación indisoluble entre los dos sistemas, originándose en el mercado unos flujos continuos de mutuas retroalimentaciones que se ejecutan por medio de la implementación de modelos de desarrollo, de las políticas públicas y privadas de inversión, y la dinámica social-cultural de una sociedad que utiliza y se ve condicionada por el Sistema (T).



(A) refleja el comportamiento y el transcurrir de una sociedad en su conjunto. Sin embargo, el escenario socioeconómico, distinto, fragmentado y heterogéneo que evidencia el municipio, dan como resultado la sumatoria de diferentes y variadas formas de interpretar un conjunto de actividades. Esas interpretaciones, esas normas de convivencia establecidas generan unas demandas o requerimientos que se contestan o satisfacen mediante el surgimiento de un determinado Sistema (T), que corresponde a la dinámica que éstas le dictan. Colombia presenta entonces una diversidad enorme de Sistemas (A) y (T), que fluctúan los unos junto a los otros para regularse, condicionarse, potenciarse y/o obstaculizarse.

7.3.3 Planeación, Transporte y Desarrollo

Si bien se desea en este numeral, postular algunos conceptos básicos que permitan orientar la “línea de ceros” en lo concerniente a planeación, transporte y desarrollo, es necesario advertir, que la realización del presente estudio no desconoce la existencia de un sistema integral del transporte, por el contrario, lo reivindica y reconoce como bandera en el desarrollo nacional, regional y local. Especialmente el carretero, que a lo largo de la historia, ha causado la esencia de su crecimiento, propiciando movilidad de bienes y personas, llegando a representar en el mejor de los casos hasta el 5% de PIB. Sin embargo, su concepción como sistema integral dentro de un proceso amplio de planeación, no ha sido clara, ni consecuente con las características propias de una nación singular en lo social, económico, político, ambiental y geográfico. Las políticas que regulan su operación han desconocido al usuario como dinamizador esencial de un proceso de desarrollo, como creador de una cultura de transporte, relegándolo a una posición de simple demandante de un servicio, ofrecido por cualquier tipo de vía, gris y sin valor propio.

Se ha dicho que el sistema integral del transporte tiene una gran representación en los sectores de la economía del país, la región y la ciudad, así mismo su concepción como sistema, ha vulnerado el rol del usuario frente a su estructura por considerarlo agente pasivo en su propia evolución. En otras palabras el juego de oferta y demanda, en la planeación del transporte, percibe al hombre como “actor ausente” en la creación de un entorno, no sólo bio-físico, sino principalmente socio-económico



Alrededor del transporte surgen poblaciones, mitos, sueños y culturas; no es simplemente la infraestructura y su movilidad, el transporte trasciende los hemisferios de la tecnología, para dar paso a los conglomerados humanos, para propiciar estrechas relaciones entre personas, entre grupos sociales, entre regiones urbanas o rurales.

El transporte concebido como estructurador de territorio, aborda al hombre como su finalidad primera y última, es su esencia; es su principal y único dinamizador. El transporte es por y para el hombre. Entonces, planear transporte, no solamente puede ser concebir infraestructura y parque automotor, es planear cultura, comportamiento, sociedad, es planear regiones, territorios.

Tradicionalmente el análisis del sistema integral de transporte ha sido abordado con mayor énfasis en la componente técnica, fundamentado en la formación de sus especialistas, insinuando apenas la trama de relaciones sociales y económicas que lo dinamizan, generando con esto, sesgos en la interpretación del comportamiento del flujo vehicular.

7.3.4 Evolución del sistema de transporte (T): parque automotor y población

Ligar el parque automotor con la población debiera permitir hacer una descripción sintética de las relaciones (oferta - demanda) presentes en los subsistemas (A) y (T), siempre y cuando éstas surgieran como fruto de un proceso de planeación amplio del Sistema Integral del Transporte (SIT), donde se concibiera la gama de variables que en él se conjugan. Sin embargo, y en consecuencia con la estructura propia del SIT colombiano, así como de los cambios fundamentales en la planeación de la economía del país, el proceso evolutivo del parque automotor hacia su renovación no es tan claro como lo muestran las cifras, ni consecuente con un plan que logre ligar las condiciones típicas de la geografía Colombiana, evidenciada en un sistema carretero con limitaciones geométricas. Si la evolución del parque automotor se mira desde el punto de vista oferta - demanda, se puede evidenciar la evolución de (T) derivada del cambio en los hábitos de (A) inmersos en el juego del consumo sin limitaciones.

De esta misma forma, si se desea mirar cómo se han dado los cambios respecto al uso de los vehículos, que de alguna manera interpreta la evolución del parque automotor en las carreteras nacionales, se observa que el movimiento promedio de viajes para 1980 se hacía en un 52% en autos, 12.3% en bus y 35.2% en camiones; para 1990 el 60.2% de los viajes en carretera se realizó en autos, 9.5% en buses y 30.3% en camiones; finalmente para 1997, los autos propiciaron el 64% de los viajes en las carreteras del país, los buses el 8% y los camiones el 28%.

Queda claro que ante un crecimiento en población, se evidencia un crecimiento en el parque automotor, fundamentado en cambios de hábitos del sistema de actividades, como respuesta individual al problema masivo de transporte; es así como el grado de motorización muestra variaciones diferenciables en los límites de 1992 por los efectos de la apertura; este último



parámetro varió entre 1986 y 1997 de 42.07 hasta 60.12 vehículos por cada mil habitantes, correspondiendo a 24 y 17 habitantes por cada vehículo en forma respectiva.

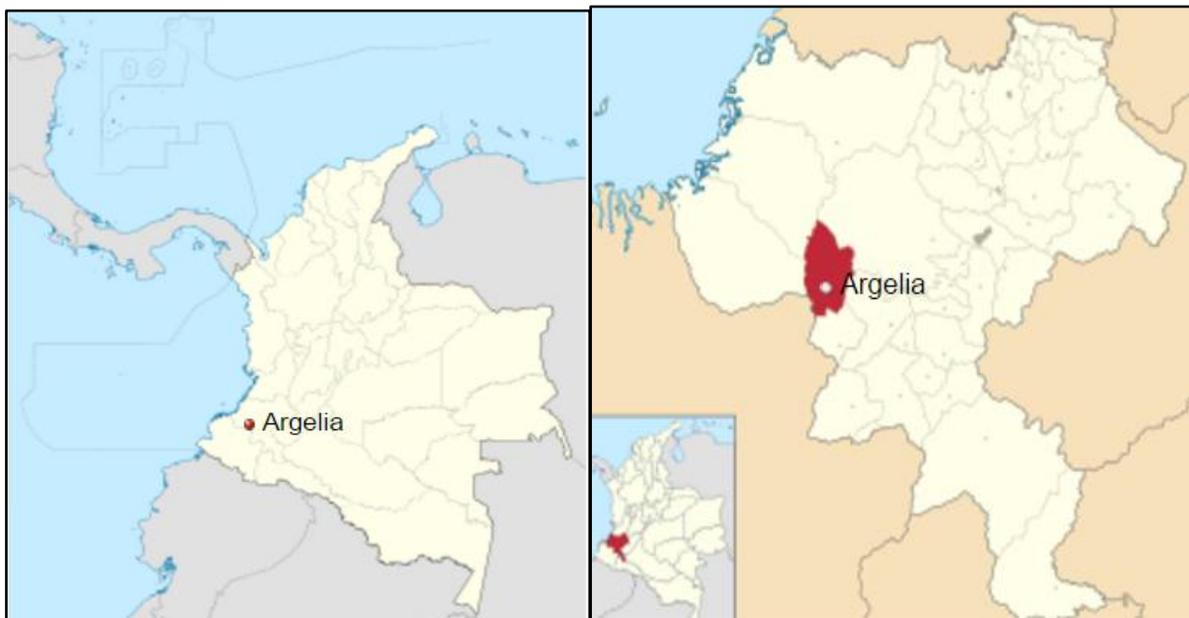
7.4 LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El Departamento de Cauca está situado en el suroeste del país entre la región andina y pacífica; localizado entre los 2°27'00" de latitud norte y los 76°37'00" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 29.308 km² lo que representa el 2.56 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el departamento del Valle del Cauca, por el Este con los departamentos de Tolima, Huila y Caquetá, por el Sur con Nariño y Putumayo y por el Oeste con el océano Pacífico.

El municipio de Argelia logra ser uno de los 42 municipios del departamento del Cauca, ubicado al suroccidente del Departamento del Cauca.

El tramo en estudio se encuentra localizado en la cabecera municipal de Argelia Cauca. Como se indica en la figura 1.3.8 3 Localización de vías a diseñar.

Figura 7.3.4-1 Localización General del Proyecto



Fuente: Wikipedia.



Figura 7.3.4-2 Localización Particular de los estudios



Fuente: Propia.

Figura 7.3.4-3 Localización de vías a diseñar



VIAS A DISEÑAR

Fuente: Propia.

Figura 7.3.4-4 Estado actual k0 + 230 (Calle 2)



Fuente: Propia.

7.5 VOLÚMENES VEHICULARES

Reiterando, la información base para el cálculo del tránsito actual se fundamenta en aforos vehiculares realizados en puntos definidos. Considerando que el flujo vehicular permite determinar parámetros de evaluación, no solo técnica y económica, sino también social, el estudio de flujo vehicular es de gran importancia para el proyecto.

En lo técnico se debe establecer el volumen de vehículos que se movilizan en el corredor, su distribución por tipo de vehículo y por movimiento, con lo cual es posible determinar la carga que debe soportar el pavimento durante el horizonte del proyecto y la condición de tránsito actual y esperado con la implementación del proyecto.

7.5.1 Variables Medidas

Dadas las características de la vía y el objetivo del presente proyecto, el estudio de volúmenes vehicularestiene mayor énfasis en la determinación de la distribución vehicular típica de la zona y la estimación del volumen de vehículos pesados. Se encuentra en los aforos vehiculares:



- Automóviles:
Autos, camperos, camionetas, vehículos livianos.
- Buses:
Buses, Busetas.
- Camiones:
C2 : Camión de 2 ejes pequeño y 2 ejes grande.
C3 : Camión de 3 ejes.
C4 : Camión de 4 ejes.
C5 : Camión de 5 ejes.
>C5 : Camión de más de 5 ejes.
- Motos:

7.5.2 Fecha de Realización

Los conteos vehiculares se realizan en el mes de junio del año 2017 durante los días jueves 01 (día 1), viernes 02 (día 2), lunes 05 (día 3), martes 06 (día 4), miércoles 07 (día 5), y sábado 24 (día 6), en los cuales se registra la información durante 24 horas mediante el uso de equipos de filmación.

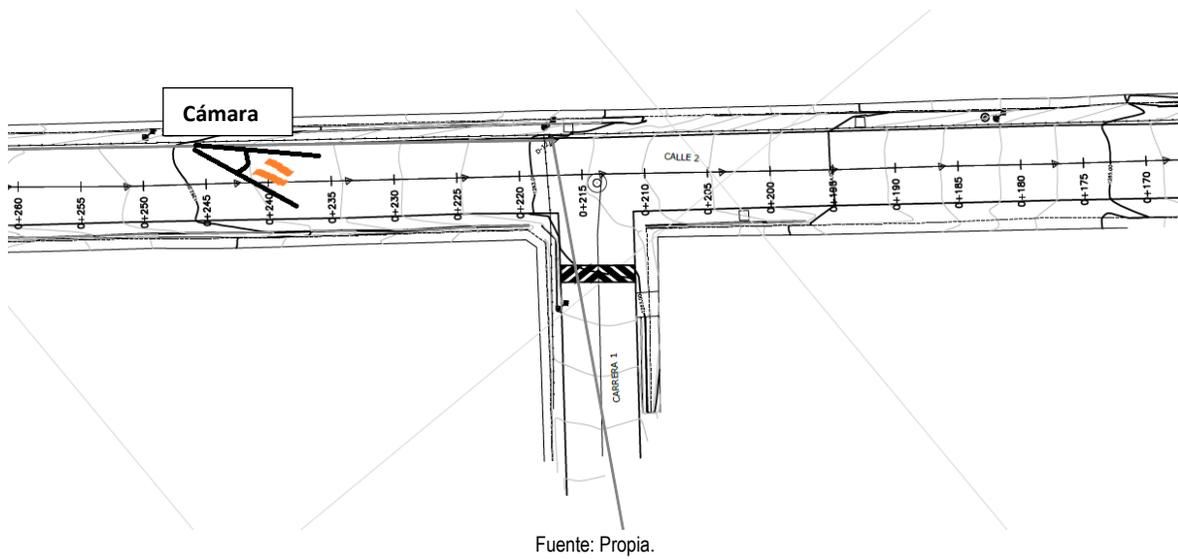
7.5.3 Método de realización

El método empleado en campo se hace mediante el uso de cámaras de video dispuestas estratégicamente en los puntos de aforo, las cuales registran los movimientos de los vehículos durante las 24 horas del día.

Con el fin de obtener la mejor perspectiva de la zona, permitiendo registrar claramente los tipos de vehículos que transitan por los puntos de aforo y sus movimientos, se ubica una cámara en la calle 2, con vista hacia la intersección de la Calle 2 con Carrera 1.

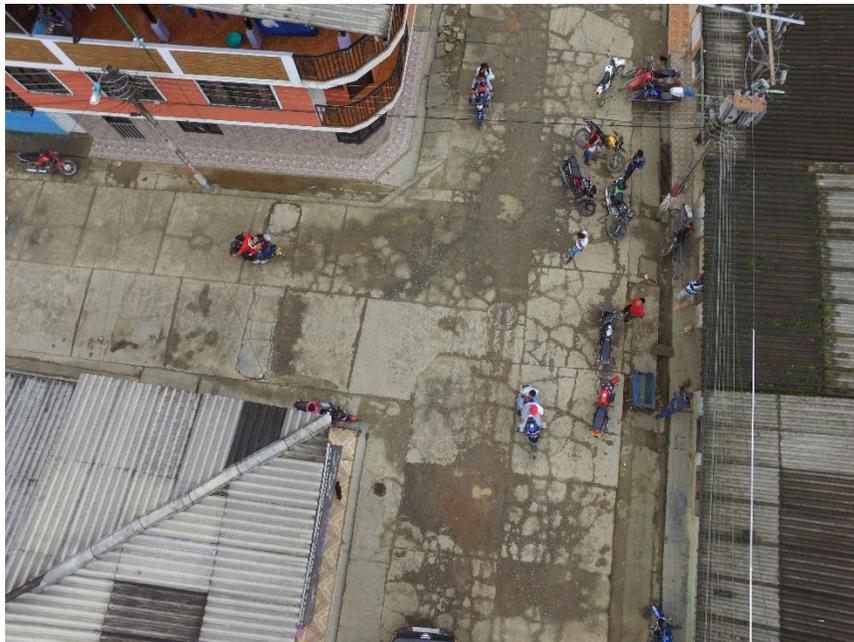
En las figuras a continuación se presenta la localización del punto seleccionado para realizar los aforos:

Figura 7.5.3-1Sitio de aforos (Intersección Calle 2 con Cra 1).



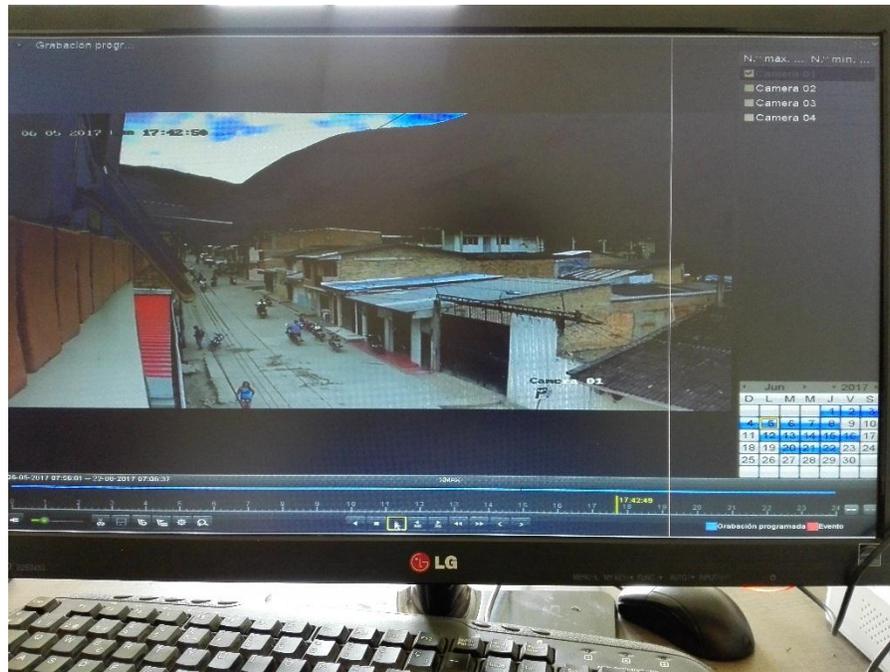
Fuente: Propia.

Figura 7.5.3-2Intersección Calle 2 con Cra.1.



Fuente: Propia

Figura 7.5.3-Cámara #1 intersección Calle 2 con Carrera 1.

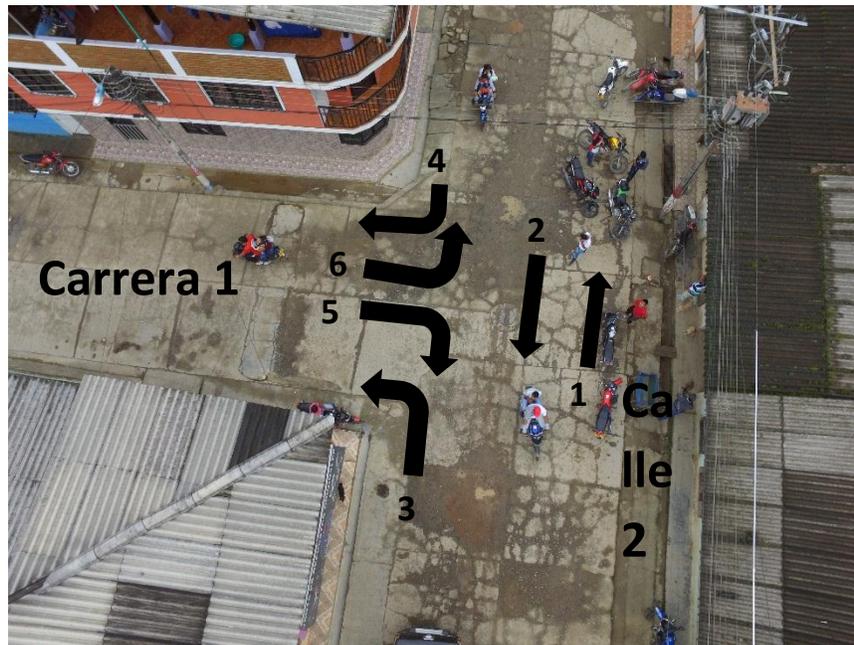


Fuente: Propia

7.5.4 Intersecciones y movimientos aforados

Para la selección de los puntos de conteo y los movimientos a aforar se tiene en cuenta las intersecciones y tramos de vías más importantes, así como los sitios de confluencia vehicular. La ubicación estratégica de la estación de conteo permite identificar tanto la hora pico de la mañana como la de la tarde, de igual manera, es posible determinar los volúmenes vehiculares y composición.

Figura 7.5.4-1 Ubicación e identificación de movimientos aforados. Intersección Calle 2-Carrera 1.



Fuente: Propia

Tabla 7.5-1 Resumen del sitio y movimientos aforados

PUNTO DE AFORO	UBICACIÓN	MOVIMIENTOS AFORADOS	PERIODOS DEL DÍA	DIAS DE AFORO
1	Intersección Calle 2- Carrera 1.	1,2,3,4,5 y 6.	00:00-24:00	6

Fuente: Propia



7.5.5 Caracterización del tránsito

La información de los aforos se procesa con la ayuda del computador para obtener resúmenes de cada hora, volúmenes horarios y realizar gráficos de variaciones horarias. Se contabilizan los volúmenes vehiculares en los movimientos según las categorías manejadas por el Instituto Nacional de Vías, INVÍAS, tal como se relaciona en la tabla:

Tabla 7.5-2 Categorías vehiculares especificadas por el INVÍAS

Tipo de Vehículo	Abreviatura
Autos	Autos
Buseta	Buseta
Bus	Bus
Camión de dos ejes pequeño	C2P
Camión de dos ejes grande	C2G
Camión de tres y cuatro ejes	C3-C4
Camión de cinco ejes	C5
Camión de más de cinco ejes	> C5

Fuente: INVÍAS

Para el presente estudio no se cuenta con camiones mayores o iguales a C4, C5 y >C5.



Figura 7.5.5.1 Caracterización del tránsito

		ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ARGELIA- DEPARTAMENTO DEL CAUCA.	CODIGO:		CONSORCIO VÍAS ARGELIA
			VERSIÓN No:	PÁGINA:	
CLASIFICACIÓN VEHICULAR			FECHA:	CONTRATO DE CONSULTORÍA N° F3-F39-148-2017	
LIVIANOS					
					
					
BUSETAS (MICROBUSES Y COLECTIVOS)					
					
BUSES					
					
C2P	C2P	C2P	C2P		
					
C2G	C2G	C2G	C2G		
					
C3	C3	C3	C4		
					
C5		C6	C6		
					

Fuente: Propia



7.5.6 Tránsito actual

Para determinar el tránsito actual sobre la vía, se hace un proceso de pos edición de los videos obtenidos en campo en la respectiva estación de conteo, por consiguiente, se hace necesario el uso de formatos que permiten acumular los vehículos cada 15 minutos, discriminados por tipo de vehículo (Auto, Bus, Busetas, Moto, Camión (C2P, C2G, C3, C4, C5, >C5)). Durante los 6 días, se realizan conteos las 24 horas, con el propósito de obtener el volumen promedio horario, el volumen máximo diario y la distribución vehicular que caracterizan el tránsito en la zona.

En el anexo 1.1. Formatos de Campo, se presenta el procesamiento de la información obtenida de las grabaciones realizadas en campo.

Para el cálculo del tránsito actual se tiene en cuenta cada uno de los movimientos aforados mencionados anteriormente.

Tabla 7.5-3 Tránsito Promedio Diario semanal Movimiento 1

TPD (24 HORAS) SEMANAL													
DIA	AUTOS	BUSES	BUSETAS	MOTOCICLETAS	CAMIONES						TOTAL	TOTAL SIN MOTOS TPDs	TPDs
					C2p	C2g	C3	C4	C5	>C5			
1	131	0	8	370	16	10	0	0	0	0	26	165	535
2	89	3	3	696	9	34	0	0	0	0	43	138	834
3	101	1	6	507	12	15	0	0	0	0	27	135	642
4	114	1	6	523	9	27	6	0	0	0	42	163	686
5	126	1	6	509	30	10	4	0	0	0	44	177	686
6	168	2	9	161	10	29	9	0	0	0	48	227	388
TPD	122	1	6	461	14	21	3	0	0	0	38	168	629
COMP VEH %	19.3%	0.2%	1.0%	73.3%							6.1%		
					2.3%	3.3%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.5-4 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 2

TPD (24 HORAS) SEMANAL													
DIA	AUTOS	BUSES	BUSETAS	MOTOCICLETAS	CAMIONES						TOTAL	TOTAL SIN MOTOS TPDs	TPDs
					C2p	C2g	C3	C4	C5	>C5			
1	143	1	5	411	15	14	0	0	0	0	29	178	589
2	107	3	3	773	10	18	0	0	0	0	28	141	914
3	96	2	4	544	10	24	0	0	0	0	34	136	680
4	103	0	5	354	4	24	5	0	0	0	33	141	495
5	100	1	6	554	28	9	4	0	0	0	41	148	702
6	148	1	4	216	17	21	1	0	0	0	39	192	408
TPD	116	1	5	475	14	18	2	0	0	0	34	156	631
COMP VEH %	18.4%	0.2%	0.7%	75.3%							5.4%		
					2.2%	2.9%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%			

Fuente: Elaboración propia



Tabla 7.5-5 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 3

DIA	AUTOS	BUSES	BUSETAS	MOTOCICLETAS	TPD (24 HORAS) SEMANAL							TOTAL SIN MOTOS TPDs	TPDs
					CAMIONES						TOTAL		
					C2p	C2g	C3	C4	C5	>C5			
1	14	0	0	311	1	2	0	0	0	0	3	17	328
2	17	0	0	266	2	1	0	0	0	0	3	20	286
3	17	1	0	206	3	1	0	0	0	0	4	22	228
4	12	0	0	230	3	1	0	0	0	0	4	16	246
5	27	0	0	371	4	0	1	0	0	0	5	32	403
6	59	1	0	69	4	1	0	0	0	0	5	65	134
TPD	24	0	0	242	3	1	0	0	0	0	4	29	271
COMP VEH %	9.0%	0.1%	0.0%	89.4%	1.0%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.5-6 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 4

DIA	AUTOS	BUSES	BUSETAS	MOTOCICLETAS	TPD (24 HORAS) SEMANAL							TOTAL SIN MOTOS TPDs	TPDs
					CAMIONES						TOTAL		
					C2p	C2g	C3	C4	C5	>C5			
1	70	0	2	1347	1	4	0	0	0	0	5	77	1424
2	79	1	3	1035	6	2	0	0	0	0	8	91	1126
3	83	0	3	772	4	1	0	0	0	0	5	91	863
4	80	0	0	572	1	5	0	0	0	0	6	86	658
5	84	0	0	779	9	2	0	0	0	0	11	95	874
6	155	0	0	332	8	1	0	0	0	0	9	164	496
TPD	92	0	1	806	5	3	0	0	0	0	7	101	907
COMP VEH %	10.1%	0.0%	0.1%	88.9%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.5-7 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 5

DIA	AUTOS	BUSES	BUSETAS	MOTOCICLETAS	TPD (24 HORAS) SEMANAL							TOTAL SIN MOTOS TPDs	TPDs
					CAMIONES						TOTAL		
					C2p	C2g	C3	C4	C5	>C5			
1	19	0	0	267	0	4	1	0	0	0	5	24	291
2	16	0	0	232	1	0	0	0	0	0	1	17	249
3	20	0	0	161	0	0	0	0	0	0	0	20	181
4	29	0	0	436	2	2	0	0	0	0	4	33	469
5	44	0	0	550	2	1	1	0	0	0	4	48	598
6	52	0	1	43	4	6	0	0	0	0	10	63	106
TPD	30	0	0	282	2	2	0	0	0	0	4	34	316
COMP VEH %	9.5%	0.0%	0.1%	89.2%	0.5%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 7.5-8 Tránsito Promedio Diario Semanal Movimiento 6

DIA	AUTOS	BUSES	BUSETAS	MOTOCICLETAS	TPD (24 HORAS) SEMANAL							TOTAL SIN MOTOS TPDs	TPDs
					CAMIONES								
					C2p	C2g	C3	C4	C5	>C5	TOTAL		
1	76	1	1	1328	2	2	0	0	0	0	4	82	1410
2	77	1	1	1157	3	4	0	0	0	0	7	86	1243
3	75	0	2	868	4	5	0	0	0	0	9	86	954
4	90	0	0	729	2	3	0	0	0	0	5	95	824
5	72	0	0	773	3	2	0	0	0	0	5	77	850
6	159	0	1	322	11	6	0	0	0	0	17	177	499
TPD	92	0	1	863	4	4	0	0	0	0	8	101	963
COMP VEH %	9.5%	0.0%	0.1%	89.6%	0.4%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%		

Fuente: Elaboración propia

El TPD sobre la intersección de la calle 2 y carrera 1 para los movimientos M1, M2, M3, M4, M5, y M6 corresponden a 168, 156, 29, 101, 34 y 101 vehículos mixtos respectivamente, excluyendo motos.

7.5.6.1 Variación horaria

Según el comportamiento que tienen las vías descritas, se realiza un análisis del comportamiento del tráfico de cada uno de los movimientos que se presentan. Este análisis da como resultado:



Tabla 7.5-9 Variación horaria



Fuente: Propia

Como se muestra en las figuras, se analiza que el periodo con mayor tránsito es de 08:00 a 09:00 am. El día con mayor tráfico lo representa el día sábado.



7.5.6.2 Tránsito actual adoptado

En el análisis y posterior selección del TPD, se realiza una suma de movimientos que están ligados intrínsecamente hacia la mayor afectación que se tendrá en la vía y por el cual, éste se debe seleccionar para adoptar el carril de diseño en el corredor.

-Sobre la Calle 2:

En el análisis sobre la Calle 2 se realiza la suma de los movimientos M6 + M4 + M1 + M2. Ésta suma logra contener una representación acertada, respecto al tránsito que circula por la vía. Se tienen los siguientes resultados:

Tabla 7.5-10 Suma de movimientos en la Calle 2

CALLE 2
SUMA DEL TPDs, MOVIMIENTOS 6, 4, 1 y 2
525

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto se adopta para la Calle 2 un TPDs de 525 vehículos mixtos, donde se excluyen las motocicletas, con una composición vehicular de 80.2% autos, 0.6% buses, 2.5% busetas y 16.7% camiones.

Tabla 7.5-11 Composición adoptada para el carril de diseño del corredor de la Calle 2

	AÑO	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
TPD	2017	421	3	13	37	45	5	0	0	0	525
COMPOSICIÓN		80.2%	0.6%	2.5%	7.1%	8.6%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	

Fuente: Elaboración propia

-Sobre la Carrera 1:

En el análisis sobre la Carrera 1 se realiza la suma de los movimientos M5 + M6 + M3 + M4. Ésta suma logra contener una representación acertada, respecto al tránsito que circula por la vía. Se tienen los siguientes resultados:



Tabla 7.5-12 Suma de movimientos Carrera 1

CARRERA 1
SUMA DEL TPDs, MOVIMIENTOS 5, 6, 3 y 4
264

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente se adopta para la Carrera 1 un TPDs de 264 vehículos mixtos, donde se excluyen las motocicletas, con una composición vehicular de 90% autos, 0.3% buses, 0.9% busetas y 8.8% camiones.

Tabla 7.5-13 Composición adoptada para el carril de diseño del corredor de la Carrera 1.

CARRERA 1

	AÑO	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
TPD	2017	238	1	2	13	9	1	0	0	0	264
COMPOSICIÓN		90.0%	0.3%	0.9%	5.1%	3.5%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	

Fuente: Elaboración propia

7.6 PROYECCIONES DE TRÁNSITO

El estudio parte de algunos análisis de información secundaria dirigido a identificar las condiciones socio económicas en el área del respectivo proyecto y de su contexto departamental, entre ellas los informes de coyuntura económica regional del departamento, EOT del municipio y fuentes estadísticas del país como el DANE en el departamento. Las siguientes conforman parte de la Calle 2 y Carrera 1:

7.6.1 Tránsito generado

Para el cálculo del tránsito generado del sitio de estudio, unas de las fuentes confiables como INVIAS, ANI, gobernación y alcaldía, no presentan aforos en la zona urbana del municipio. Para éste caso se adopta mediante registros bibliográficos, la fuente "INGENIERÍA DE TRÁNSITO", un rango apreciativo, en el cual para el tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y 25%. Se asume el valor del 5% en la tasa de incremento para el tránsito generado, debido a nuevos viajes generados por la pavimentación de la vía Balboa - Argelia



7.6.2 Tránsito atraído

Por su definición el tránsito atraído logra representar a aquellos conductores que viajando por una cierta vía frecuente con menos beneficios que una nueva que se acaba de construir, con mejores condiciones, optan por decidir viajar en ella y verse beneficiados por transitarla. Se tiene que debido al mejoramiento de las condiciones de las vías que plantea el proyecto y mediante el EOT en el sector urbano, se logra tener presente información y conocimiento respectivo de los usos urbanos del suelo, en específico el sistema vial. Para esta sección, con base en esto y por tratarse de una vía urbana, se trae como referencia al Instituto de Ingenieros de Estados Unidos, donde se selecciona el valor mínimo del rango de 5 – 25%. Por criterios mencionados en el párrafo se procede a adoptar el valor de crecimiento porcentual de 5.

7.6.3 Tránsito Desarrollado

Se plantea que según la experiencia de algunos autores en el libro “INGENIERÍA DE TRÁNSITO”, para carreteras que se construyen con altas especificaciones, se genera un tránsito adicional, el cual logra denominarse tránsito desarrollado con valores del 5% del tránsito actual. Por lo anteriormente descrito, se procede a tomarse como criterio un valor igual a 0%.

7.6.4 Crecimiento normal de tránsito

En este campo se hace énfasis a una correlación con la fuente del DANE, que por medio del valor agregado según la actividad económica, a precios corrientes en miles de millones de pesos, se desarrolla un PIB en el departamento del CAUCA en variaciones de los años 2001 hasta el año 2016. Aquí se presentan algunas tasas de crecimiento correspondientes a la mayoría de años ya mencionados:



Tabla 7.6-1 PIB del transporte en el Cauca en miles de millones de pesos.

Valor agregado según actividad económica, a precios corrientes "miles de millones de pesos"																
Transporte por vía terrestre, Cauca.																
Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Valor	53	59	83	88	79	97	111	110	120	123	120	120	128	141	157	160
Tasa de crecimiento		10%	29%	6%	-11%	19%	13%	-1%	8%	2%	-2%	0%	6%	9%	10%	2%

Fuente: DANE

Valor promedio	7%
----------------	----

Fuente: Propia

Se observa el rango de un fenómeno que no es constante y presenta muchas variaciones en el periodo de tiempo descrito. Por lo tanto, se decide determinar un promedio que caracterice dicho fin, esta apreciación es igual al 7% (valor adoptado como tasa de incremento).

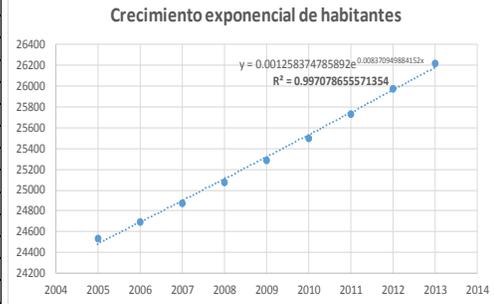
7.6.5 Crecimiento generado por habitantes del municipio

En esta sección se toma como criterio importante, el crecimiento poblacional del municipio, al tránsito futuro por valor aproximado del 1%.



Tabla 7.6-2 Tasa de crecimiento de habitantes en el municipio.

TASA DE CRECIMIENTO			
(Fuente de registrados: DANE)			
MUNICIPIO DE ARGELIA			
AÑO	HABITANTES REGISTRADOS	HABITANTES PROYECTADOS	TASA DE CRECIMIENTO
2005	24538		
2006	24695		0.64%
2007	24881		0.75%
2008	25076		0.78%
2009	25289		0.84%
2010	25507		0.85%
2011	25733		0.88%
2012	25983		0.96%
2013	26221		0.91%
2014		26401	0.68%
2015		26623	0.83%
2016		26847	0.83%
2017		27072	0.83%
2018		27300	0.83%
2019		27530	0.83%
2020		27761	0.83%
2021		27994	0.83%
2022		28230	0.83%
2023		28467	0.83%
2024		28706	0.83%
2025		28948	0.83%
2026		29191	0.83%
2027		29436	0.83%
2028		29684	0.83%
2029		29933	0.83%
2030		30185	0.83%
2031		30439	0.83%
2032		30694	0.83%
2033		30952	0.83%
2034		31213	0.83%
2035		31475	0.83%
2036		31740	0.83%
2037		32006	0.83%
2038		32275	0.83%



Tasa más alta | 0.96%

Fuente: Elaboración propia



7.6.6 Resumen del TPD actual de la Calle 2

Se presenta un resumen a continuación del crecimiento generado por habitantes del municipio, por el tránsito atraído, generado, desarrollado y por el crecimiento normal del tránsito en la región:

Tabla 7.6-3 Resumen del TPD actual de la Calle 2

	%	AUTOS	BUSES	BUNETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
CRECIMIENTO	1.0%	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5
ATRAÍDO	5.0%	21	0	1	2	2	0	0	0	0	26
GENERADO	5.0%	21	0	1	2	2	0	0	0	0	26
DESARROLLADO	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CREC. NORMAL TRANSITO	7%	28	0	1	2	3	0	0	0	0	35

Fuente: Elaboración propia



7.6.7 Resumen del TPD actual de la Carrera 1

Se presenta un resumen a continuación del crecimiento generado por habitantes del municipio, por el tránsito atraído, generado, desarrollado y por el crecimiento normal del tránsito en la región:

Tabla 7.6-4 Resumen del TPD actual de la Carrera 1

	%	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
CRECIMIENTO	1.0%	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	%	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
ATRAÍDO	5.0%	12	0	0	1	0	0	0	0	0	13
	%	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
GENERADO	5.0%	12	0	0	1	0	0	0	0	0	13
	%	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
DESARROLLADO	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
CREC. NORMAL TRANSITO	7%	16	0	0	1	1	0	0	0	0	18

Fuente: Elaboración propia

7.6.8 Tránsito actual total para la Calle 2

Teniendo en cuenta los resultados, se calcula el tránsito promedio diario para la vía de diseño y se muestra la siguiente tabla:



Tabla 7.6-5 Tránsito actual + tasa de crecimiento + tránsito atraído + tránsito generado+ crecimiento normal tránsito Calle 2.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD) ACTUAL
+ 1% TASA DE CRECIMIENTO + 5% TRÁNSITO ATRAÍDO + 5% GENERADO + 0% TRÁNSITO DESARROLLADO + 7% CREC. NORM. TRANSITO

	AÑO	AUTOS	BUSES	BUNETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
TPD	2017	495	4	15	44	53	6	0	0	0	617
COMPOSICIÓN		80.2%	0.6%	2.5%	7.1%	8.6%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	

Fuente: Elaboración propia

7.6.9 Tránsito actual total para la Carrera 1

Posteriormente se calcula el tránsito promedio diario para ésta vía de diseño y se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.6-6 Tránsito actual + tasa de crecimiento + tránsito atraído + tránsito generado+ crecimiento normal tránsito Carrera1.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD) ACTUAL
+ 1% TASA DE CRECIMIENTO + 5% TRÁNSITO ATRAÍDO + 5% GENERADO + 0% TRÁNSITO DESARROLLADO + 7% CREC. NORM. TRANSITO

	AÑO	AUTOS	BUSES	BUNETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
TPD	2017	280	1	3	16	11	1	0	0	0	311
COMPOSICIÓN		90.0%	0.3%	0.9%	5.1%	3.5%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	

Fuente: Elaboración propia

7.6.10 Tasa de crecimiento para la Calle 2 y Carrera 1

En este tema se hace evalúan varios conceptos. El primero de ellos, es que se hace una búsqueda de información en la ANI, EOT urbano del municipio, DANE, ministerio de transporte, alcaldía, gobernación del departamento del Cauca, DPN, algunos motores de búsqueda y el INVIAS acerca de vehículos en el sector urbano y no se logra encontrar resultado alguno del parque automotor. Se procede entonces a encontrar variables representativas que logren generar una correlación respecto a una tasa de crecimiento que evalúe el tránsito y transporte:



7.6.10.1 Primera variable

La primera variable que genera una correlación apropiada respecto al transporte vehicular del municipio, es evaluar uno de los indicadores con mayor influencia de la región según el EOT y para ello se selecciona el café como producto principal en el ámbito legal. En el municipio no se encuentra referencias algunas y/o valores históricos del café (el ente encargado a nivel nacional es la Federación Nacional de Cafeteros en Colombia, sector del Cauca, en especial el Sistema de Información Cafetera SICA). Mediante lo expresado en lo anterior el DANE presenta actualmente informes de coyuntura económica regional anualmente, donde en lo posible confirma variaciones en toneladas (antes en arrobas) en el departamento de estudio. Allí se valió año tras año desde el 2000 hasta el 2013 (sin tener presencia el año 2007) las cantidades dichas.

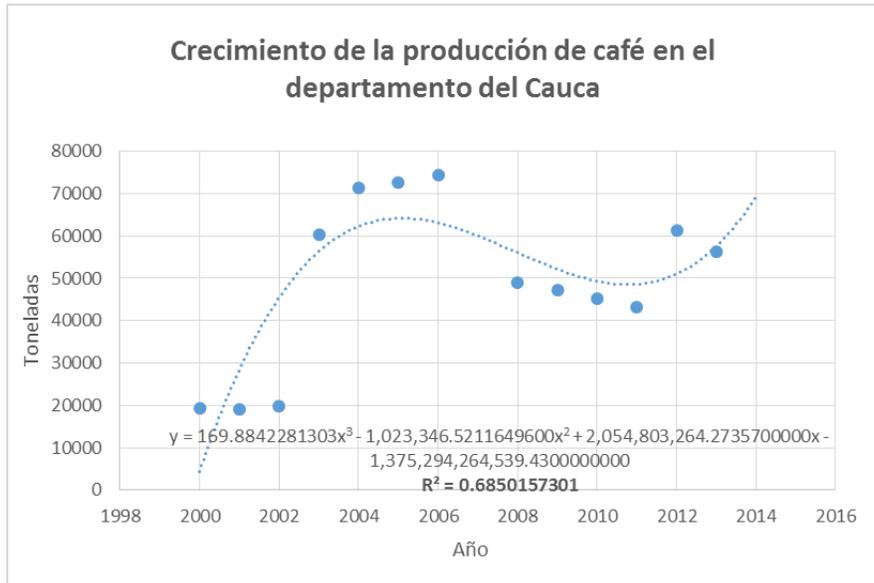
Tabla 7.6-7 Producciones en toneladas de café en el departamento del Cauca

PRODUCCIÓN EN TONELADAS DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA		Fuente: ICER Informe de coyuntura económica regional	
EXISTENTES			
AÑO	TONELADAS	PROYECTADAS	TASA DE CRECIMIENTO
2000	19311	4390.270264	
2001	19082	28436.17896	-1%
2002	19934	45419.0896	4%
2003	60203	56358.30542	67%
2004	71252	62273.13208	16%
2005	72711	64182.87573	2%
2006	74432	63106.84204	2%
2007		60064.33472	
2008	49094	56074.66138	100%
2009	47221	52157.12524	-4%
2010	45113	49331.03394	-5%
2011	43117	48615.69019	-5%
2012	61201	51030.40112	30%
2013	56301	57594.47144	-9%
2014		69327.20776	
2015		87247.91431	
2016		112375.8958	
2017		145730.4587	
2018		188330.908	
2019		241196.5496	
2020		305346.6882	
2021		381800.6301	
2022		471577.679	
2023		575697.1418	
2024		695178.3225	
2025		831040.5286	
2026		984303.0632	
2027		1155985.233	
2028		1347106.343	
2029		1558685.698	
2030		1791742.605	
2031		2047296.367	
2032		2326366.292	
2033		2629971.683	
2034		2959131.846	
2035		3314866.089	
2036		3698193.713	
2037		4110134.026	
2038		4551706.333	

Fuente: Elaboración propia



Figura 7.6.10-1 Regresión - Crecimiento de la producción de café en el departamento del Cauca



Fuente: Elaboración propia

Como se ve previamente el fenómeno representado, se desarrolla una dispersión significativa de los datos obtenidos, con un coeficiente de determinación R^2 aproximadamente de 0.69%. Esto indica que el nivel de confiabilidad del fenómeno es bajo, y por tal no genera una representación adecuada. La regresión que mejor se adapta a la dispersión de los datos es una ecuación polinómica de grado 3. Por estar tan dispersa la información, se abstiene de realizar los modelos de regresión lineal, logarítmica, exponencial y potencial. Por lo tanto, esta variable se descarta.

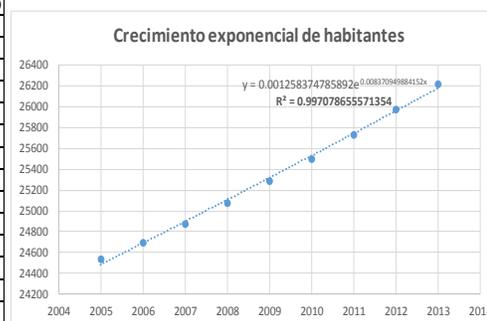


7.6.10.2 Segunda variable

La segunda variable es el porcentaje de crecimiento de la población del municipio:

Tabla 7.6-8 Crecimiento de la población en el municipio.

TASA DE CRECIMIENTO			
(Fuente de registros: DANE)			
MUNICIPIO DE ARGELIA			
AÑO	HABITANTES REGISTRADOS	HABITANTES PROYECTADOS	TASA DE CRECIMIENTO
2005	24538		
2006	24695		0.64%
2007	24881		0.75%
2008	25076		0.78%
2009	25289		0.84%
2010	25507		0.85%
2011	25733		0.88%
2012	25983		0.96%
2013	26221		0.91%
2014		26401	0.68%
2015		26623	0.83%
2016		26847	0.83%
2017		27072	0.83%
2018		27300	0.83%
2019		27530	0.83%
2020		27761	0.83%
2021		27994	0.83%
2022		28230	0.83%
2023		28467	0.83%
2024		28706	0.83%
2025		28948	0.83%
2026		29191	0.83%
2027		29436	0.83%
2028		29684	0.83%
2029		29933	0.83%
2030		30185	0.83%
2031		30439	0.83%
2032		30694	0.83%
2033		30952	0.83%
2034		31213	0.83%
2035		31475	0.83%
2036		31740	0.83%
2037		32006	0.83%
2038		32275	0.83%



Tasa más alta | 0.96%

Fuente: Elaboración propia

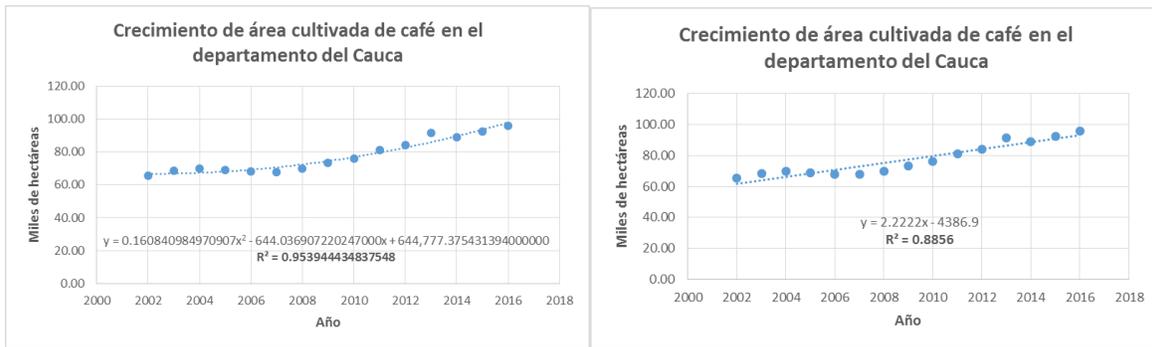
Ésta se descarta por ser un valor relativamente bajo, aproximadamente es el 1%.



7.6.10.3 Tercera variable

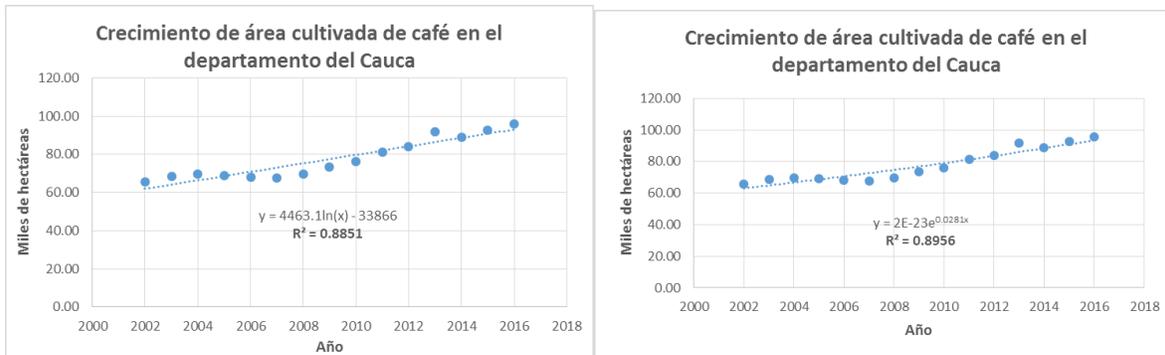
La Tercer variable representativa es el cultivo de café, en hectáreas (Ha). Éste valor logra recolectar datos según el DANE a nivel departamental en el periodo de años de 2002 al 2016. A continuación, se presentan los siguientes datos:

Figura 7.6.10-2 Regresión - Crecimiento de área cultivada de café en el departamento del Cauca



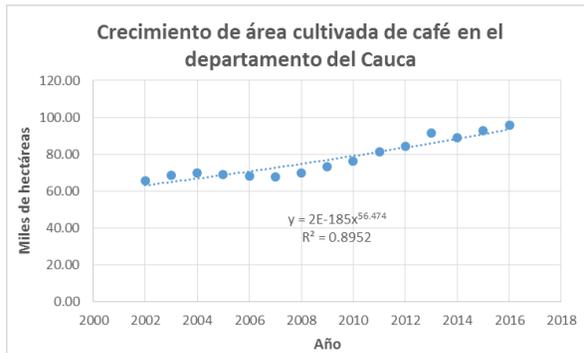
Polinómica

Lineal



Logarítmica

Exponencial



Potencial

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.6-9 Modelos de regresión para el crecimiento de área cultivada de café en el departamento del Cauca

MODELO	ECUACIÓN	A	B	C	r ²
Polinómica	$Y = A * X^2 + B * X + C$	0.16084098	-644.036907	644,777.38	0.95394443
Lineal	$Y = A * x + B$	2.2222	-4386.9	-	0.8856
Exponencial	$Y = A - e^{(B * X)}$	2×10^{-23}	0.0281	-	0.8956
Logarítmica	$Y = A + B * \ln(X)$	-33866	4463.1	-	0.8851
Potencial	$Y = A * X^B$	2×10^{-185}	56.474	-	0.8952

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados en las regresiones se observa que el modelo polinómico es el más ajustado, obteniendo así el mayor coeficiente de determinación. Por lo tanto, se selecciona la regresión polinómica que representa este fenómeno.

Teniendo en cuenta esta información se presenta el cálculo de la tasa de crecimiento:



Tabla 7.6-10 Áreas cultivadas de café en el departamento del Cauca.

ÁREAS CULTIVADAS DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA			Fuente: DANE
EXISTENTES			
AÑO	MILES DE HECTÁREAS	PROYECTADAS	TASA DE CRECIMIENTO
2002	65.68	66.79830379	
2003	68.50	66.92954138	4%
2004	69.85	67.38246094	2%
2005	68.92	68.15706247	-1%
2006	68.00	69.25334597	-1%
2007	67.80	70.67131144	0%
2008	69.80	72.41095887	3%
2009	73.34	74.47228828	5%
2010	76.19	76.85529966	4%
2011	81.17	79.55999301	6%
2012	84.06	82.58636832	3%
2013	91.61	85.93442561	8%
2014	88.83	89.60416487	-3%
2015	92.62	93.5955861	4%
2016	95.75	97.90868929	3%
2017		102.5434745	7%
2018		107.4999416	5%
2019		112.7780907	5%
2020		118.3779218	5%
2021		124.2994348	5%
2022		130.5426298	5%
2023		137.1075068	5%
2024		143.9940658	5%
2025		151.2023067	5%
2026		158.7322296	5%
2027		166.5838345	5%
2028		174.7571213	5%
2029		183.2520901	5%
2030		192.0687409	5%
2031		201.2070736	5%
2032		210.6670884	4%
2033		220.4487851	4%
2034		230.5521637	4%
2035		240.9772243	4%
2036		251.7239669	4%
2037		262.7923915	4%
2038		274.182498	4%

Fuente: Elaboración propia



7.6.10.4 Cuarta variable

Por otro lado, según la información obtenida por el INVIAS en su cartilla de Volúmenes de tránsito, se tiene:

Tabla 7.6-11 TPD (1997-2006) y composición vehicular, Estación de conteo INVIAS No. 655EI Estrecho – Balboa

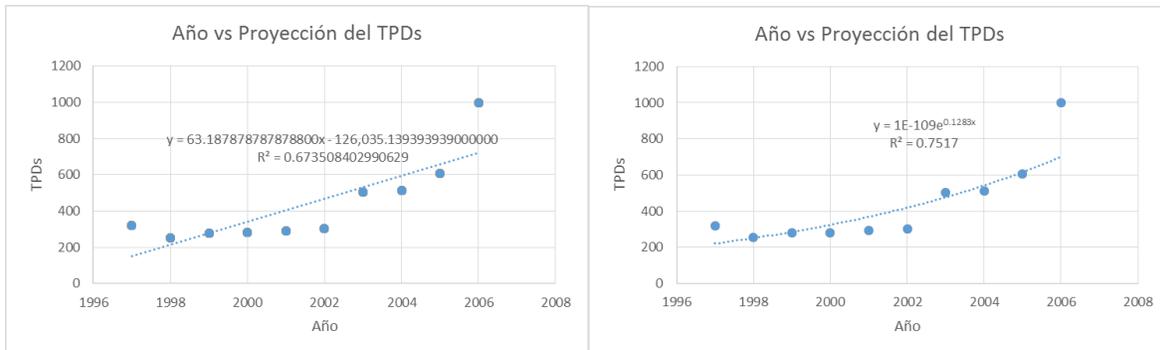
- El Estrecho – Balboa

AÑO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	TPD			
				TOTAL	AUTOS	BUSES	CAMIONES
1997	70%	6%	24%	320	224	19	77
1998	69%	7%	24%	254	175	18	61
1999	73%	6%	21%	280	204	17	59
2000	71%	6%	23%	281	200	17	65
2001	74%	7%	19%	292	216	20	55
2002	72%	8%	20%	304	219	24	61
2003	76%	7%	17%	504	383	35	86
2004	81%	4%	15%	513	416	21	77
2005	78%	8%	14%	608	474	49	85
2006	69%	8%	23%	998	689	80	230

Fuente: INVIAS

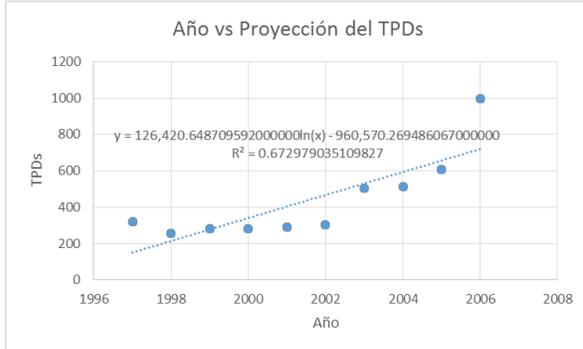
A continuación, se realiza una regresión con los datos obtenidos, para encontrar un comportamiento del fenómeno tránsito.

Figura 7.6.10-3 Regresión – TPDs El Estrecho - Balboa que representa la dispersión de los puntos

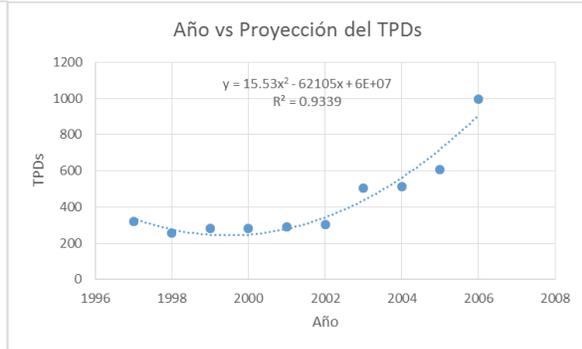


Lineal

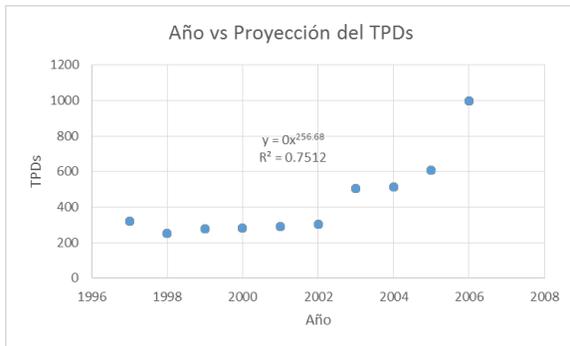
Exponencial



Logarítmico



Polinómico



Potencial

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.6-12 Modelos de regresión, vía El Estrecho – Balboa

MODELO	ECUACIÓN	A	B	C	r ²
Polinómica	$Y = A \cdot X^2 + B \cdot X + C$	15.53	-62105	6.00E+07	0.9339
Lineal	$Y = A \cdot x + B$	63.188	-126035	-	0.6735
Exponencial	$Y = A \cdot e^{(B \cdot X)}$	1.00E-109	0.1283	-	0.7517
Logarítmica	$Y = A + B \cdot \text{LN}(X)$	-960570	126421	-	0.6735
Potencial	$Y = A \cdot X^B$	0	256.68	-	0.7512

Fuente: Elaboración propia



Se analizan las regresiones:

Las regresiones exponenciales, potencial y polinómicas logran generar un crecimiento en la proyección de manera arbitraria que no logra dar un margen de seguridad confiable. Por último, se define la tendencia lineal por tener mayor coeficiente de determinación respecto al modelo logarítmico. A continuación, se tienen las correspondientes proyecciones lineales:

Tabla 7.6-13 Tasa de crecimiento anual en porcentaje del tramo El Estrecho- Balboa

Porcentaje de crecimiento anual			Porcentaje de crecimiento anual		
Año	Valor lineal de tránsito	Tasa de crecimiento	Año	Valor lineal de tránsito	Tasa de crecimiento
1997	151		2018	1478	
1998	214	29.5%	2019	1541	4.1%
1999	277	22.8%	2020	1604	3.9%
2000	341	18.6%	2021	1668	3.8%
2001	404	15.6%	2022	1731	3.7%
2002	467	13.5%	2023	1794	3.5%
2003	530	11.9%	2024	1857	3.4%
2004	593	10.6%	2025	1920	3.3%
2005	657	9.6%	2026	1984	3.2%
2006	720	8.8%	2027	2047	3.1%
2007	783	8.1%	2028	2110	3.0%
2008	846	7.5%	2029	2173	2.9%
2009	909	6.9%	2030	2236	2.8%
2010	972	6.5%	2031	2299	2.7%
2011	1036	6.1%	2032	2363	2.7%
2012	1099	5.8%	2033	2426	2.6%
2013	1162	5.4%	2034	2489	2.5%
2014	1225	5.2%	2035	2552	2.5%
2015	1288	4.9%	2036	2615	2.4%
2016	1352	4.7%	2037	2679	2.4%
2017	1415	4.5%	2038	2742	2.3%

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en información anterior, se logra tener una proyección del tránsito hacia el año 2038 de manera lineal.

Se elige la variable 4 por tener mayor uniformidad en su información.



Con la información de los aforos vehiculares y el cálculo de la tasa de crecimiento se realiza el TPDS proyectado para la Calle 2 y la Carrera 1 que se muestran a continuación.

Tabla 7.6-14 Proyección de tránsito promedio diario semanal de la Calle 2 en el sector urbano.

PRONOSTICO DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD) FUTURO

No. AÑOS PERIODO DE DISEÑO (n)	AÑO	AUTOS		BUSES		CAMIONES							TPD TOTAL (*)
		TASA	TPD	TASA	TPD	TASA	C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
	2018		495		19		44	53	6	0	0	0	617
1	2019	4.10%	516	4.10%	20	4.10%	46	56	6	0	0	0	642
2	2020	3.94%	536	3.94%	21	3.94%	48	58	6	0	0	0	668
3	2021	3.79%	556	3.79%	21	3.79%	49	60	6	0	0	0	693
4	2022	3.65%	576	3.65%	22	3.65%	51	62	7	0	0	0	718
5	2023	3.52%	597	3.52%	23	3.52%	53	64	7	0	0	0	744
6	2024	3.40%	617	3.40%	24	3.40%	55	66	7	0	0	0	769
7	2025	3.29%	637	3.29%	24	3.29%	57	69	7	0	0	0	794
8	2026	3.19%	658	3.19%	25	3.19%	58	71	8	0	0	0	820
9	2027	3.09%	678	3.09%	26	3.09%	60	73	8	0	0	0	845
10	2028	2.99%	698	2.99%	27	2.99%	62	75	8	0	0	0	870
11	2029	2.91%	719	2.91%	28	2.91%	64	77	8	0	0	0	895
12	2030	2.83%	739	2.83%	28	2.83%	66	80	8	0	0	0	921
13	2031	2.75%	759	2.75%	29	2.75%	67	82	9	0	0	0	946
14	2032	2.67%	779	2.67%	30	2.67%	69	84	9	0	0	0	971
15	2033	2.60%	800	2.60%	31	2.60%	71	86	9	0	0	0	997
16	2034	2.54%	820	2.54%	31	2.54%	73	88	9	0	0	0	1022
17	2035	2.48%	840	2.48%	32	2.48%	75	90	10	0	0	0	1047
18	2036	2.42%	861	2.42%	33	2.42%	76	93	10	0	0	0	1073
19	2037	2.36%	881	2.36%	34	2.36%	78	95	10	0	0	0	1098
20	2038	2.30%	901	2.30%	35	2.30%	80	97	10	0	0	0	1123

Fuente: Elaboración propia



Tabla 7.6-15 Proyección de tránsito promedio diario semanal de la Carrera 1 en el sector urbano.

PRONOSTICO DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD) FUTURO

No. AÑOS PERIODO DE DISEÑO (n)	AÑO	AUTOS		BUSES		CAMIONES							TPD TOTAL (*)
		TASA	TPD	TASA	TPD	TASA	C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
	2018		280		4		16	11	1	0	0	0	311
1	2019	4.10%	291	4.10%	4	4.10%	16	11	1	0	0	0	323
2	2020	3.94%	302	3.94%	4	3.94%	17	12	1	0	0	0	336
3	2021	3.79%	314	3.79%	4	3.79%	18	12	1	0	0	0	349
4	2022	3.65%	325	3.65%	4	3.65%	18	13	1	0	0	0	361
5	2023	3.52%	337	3.52%	4	3.52%	19	13	1	0	0	0	374
6	2024	3.40%	348	3.40%	5	3.40%	20	14	1	0	0	0	387
7	2025	3.29%	360	3.29%	5	3.29%	20	14	1	0	0	0	400
8	2026	3.19%	371	3.19%	5	3.19%	21	15	1	0	0	0	412
9	2027	3.09%	383	3.09%	5	3.09%	21	15	1	0	0	0	425
10	2028	2.99%	394	2.99%	5	2.99%	22	15	1	0	0	0	438
11	2029	2.91%	406	2.91%	5	2.91%	23	16	1	0	0	0	451
12	2030	2.83%	417	2.83%	6	2.83%	23	16	1	0	0	0	463
13	2031	2.75%	429	2.75%	6	2.75%	24	17	1	0	0	0	476
14	2032	2.67%	440	2.67%	6	2.67%	25	17	1	0	0	0	489
15	2033	2.60%	451	2.60%	6	2.60%	25	18	1	0	0	0	502
16	2034	2.54%	463	2.54%	6	2.54%	26	18	1	0	0	0	514
17	2035	2.48%	474	2.48%	6	2.48%	27	19	1	0	0	0	527
18	2036	2.42%	486	2.42%	6	2.42%	27	19	1	0	0	0	540
19	2037	2.36%	497	2.36%	7	2.36%	28	20	1	0	0	0	552
20	2038	2.30%	509	2.30%	7	2.30%	29	20	1	0	0	0	565

Fuente: Elaboración propia

7.7 CUANTIFICACIÓN DEL TRÁNSITO EN EJES EQUIVALENTES

7.7.1 Determinación del Factor Daño para vehículos comerciales (Pavimento Flexible)

De los pesajes de vehículos comerciales realizados a nivel nacional en 1998 se obtuvo los factores de daño por tipo de camión para vehículos cargados que muestra la Tabla 1.7.1 1 Factor Daño, los cuales son utilizados para efectos del presente diseño, ya que se carece de la posibilidad de realizar un análisis particular de cargas por ejes mediante pesajes. Aplica el factor daño para la Calle 2 y Carrera 1.



Tabla 7.7-1 Factor Daño

Tipo de Vehículo	Factor Daño
Autos	0
Buses Actuales	1
C2P	1,14
C2G	3,44
C3	3,76
C4	3,42
C5	4,4
>C5	4,72

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito.

7.7.2 Estimación del número de ejes equivalentes de 8.2 Toneladas en los carriles de diseño

El tránsito definido para pavimentos flexibles se calcula a través del producto del número de vehículos que se esperan que transiten en el periodo de diseño por el factor daño de cada vehículo. A partir de los datos del tránsito promedio diario esperado para cada año del periodo de diseño, se calcula el número de ejes equivalentes de 8.2 Toneladas por tipo de vehículo pesado, utilizando la siguiente fórmula:

$$N_i = 365 * C_i * F_i * F_d$$

En la cual:

N_i = Numero de ejes equivalentes de 8.2 Toneladas en el Año i

C_i = Cantidad de vehículos comerciales diarios (TPD) del tipo i

F_i = Factor daño de vehículo comercial Tipo i

F_d = Factor de Distribución Direccional

Para el cálculo del tránsito equivalente, se debe determinar la distribución en porcentaje de vehículos pesados con las connotaciones particulares de las condiciones de tránsito en la vía de estudio. Se adopta para la Calle 2 y la Carrera 1 un factor direccional (F_d) igual a 0.75.



Tabla 7.7-2 Ejes equivalentes para Diseños de Pavimentos Flexibles de la Calle 2.

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2. TONELADAS POR AÑO EN LOS CARRILES DE DISEÑO

Numero de Carriles por sentido:	1
Factor de Distribución por Carril:	1
Factor de Distribución por Sentido:	0.75

No. AÑOS PERIODO DE DISEÑO (n)	AÑO	BUSES		CAMIONES												TOTAL
		1.00		1.14		3.44		3.76		3.42		4.4		> 4.72		EJES EQUIVALENTES
		FD	EJES	FD	EJES	FD	EJES	FD	EJES	FD	EJES	FD	EJES	FD	EJES	
TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	
1	2019	20	5419	46	14267	56	52275	6	6092	0	0	0	0	0	0	78,053
2	2020	21	5633	48	14829	58	54334	6	6332	0	0	0	0	0	0	81,127
3	2021	21	5846	49	15390	60	56393	6	6572	0	0	0	0	0	0	84,201
4	2022	22	6060	51	15952	62	58452	7	6812	0	0	0	0	0	0	87,276
5	2023	23	6273	53	16514	64	60511	7	7052	0	0	0	0	0	0	90,350
6	2024	24	6486	55	17076	66	62570	7	7292	0	0	0	0	0	0	93,424
7	2025	24	6700	57	17638	69	64628	7	7532	0	0	0	0	0	0	96,498
8	2026	25	6913	58	18200	71	66687	8	7771	0	0	0	0	0	0	99,572
9	2027	26	7127	60	18762	73	68746	8	8011	0	0	0	0	0	0	102,646
10	2028	27	7340	62	19324	75	70805	8	8251	0	0	0	0	0	0	105,720

TOTAL EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO (PERIODO 10 AÑOS) 918,867

Fuente: Elaboración propia

9.19E+05



El método AASHTO-93 considera una confiabilidad en las estructuras de pavimento la cual involucra la incertidumbre de la estimación de la variable tránsito. Las diferencias entre el tránsito estimado para el diseño y el tránsito que realmente soporta la vía presentan una distribución normal con una desviación estándar, en pavimentos asfálticos de $\sigma = 0,05$

Por número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño para un período de 10 años se establece:

$$N'_{80kn \text{ Diseño}} = N_{80kn \text{ Diseño}} * [10^{\sigma * Z_r}]$$

Dado que las proyecciones de tránsito se realizaron sin series histórica de tránsito del municipio de Argelia pero con series históricas de una zona aledaña a ella, es necesario realizar un ajuste al tránsito proyectado incluyendo el nivel de confiabilidad que aplica al tramo del proyecto. Para una confiabilidad del 90 se tiene un Z_r de 1.282.

Con lo cual se tiene:

$$N'_{80kn \text{ Diseño}} = 9.19 * 10^5 * [10^{0.05 * 1.282}]$$

$$N'_{80kn \text{ Diseño}} = 1.32E + 06$$



Tabla 7.7-3 Ejes equivalentes para Diseños de Pavimentos Flexibles de la Carrera 1

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2. TONELADAS POR AÑO EN LOS CARRILES DE DISEÑO

Numero de Carriles por sentido:	1
Factor de Distribución por Carril:	1
Factor de Distribución por Sentido:	0.75

No. AÑOS PERIODO DE DISEÑO (n)	AÑO	BUSES		CAMIONES												TOTAL
		FD	1.00	C2P		C2G		C3		C4		C5		> C5		EJES EQUIVALENTES
				FD	1.14	FD	3.44	FD	3.76	FD	3.42	FD	4.4	FD	4.72	
				TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	TPD	EJES	
1	2018	4	1062	16	5095	11	10763	1	630	0	0	0	0	0	0	17,550
2	2019	4	1103	17	5296	12	11186	1	655	0	0	0	0	0	0	18,241
3	2020	4	1145	18	5497	12	11610	1	680	0	0	0	0	0	0	18,932
4	2021	4	1187	18	5697	13	12034	1	705	0	0	0	0	0	0	19,623
5	2022	4	1229	19	5898	13	12458	1	729	0	0	0	0	0	0	20,314
6	2023	5	1271	20	6099	14	12882	1	754	0	0	0	0	0	0	21,005
7	2024	5	1312	20	6299	14	13306	1	779	0	0	0	0	0	0	21,697
8	2025	5	1354	21	6500	15	13730	1	804	0	0	0	0	0	0	22,388
9	2026	5	1396	21	6701	15	14154	1	829	0	0	0	0	0	0	23,079
10	2027	5	1438	22	6901	15	14578	1	854	0	0	0	0	0	0	23,770

TOTAL EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO (PERIODO 10 AÑOS)

206,598

Fuente: Elaboración propia

2.07E+05



El metodo AASHTO-93 considera una confiabilidad en las estructuras de pavimento la cual involucra la incertidumbre de la estimacion de la variable transito. Las diferencias entre el transito estimado para el diseño y el transito que realmente soporta la vía presentan una distribucion normal con una desviacion estandar, en pavimentos asfáticos de $\sigma = 0,05$

Por numero de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño para un periodo de 10 años se establece:

$$N'_{80kn\ Diseño} = N_{80kn\ Diseño} * [10^{\sigma * Z_r}]$$

Dado que las proyecciones de tránsito se realizaron sin series histórica de tránsito del municipio de Argelia pero con series históricas de una zona aledaña a ella, es necesario realizar un ajuste al tránsito proyectado incluyendo el nivel de confiabilidad que aplica al tramo del proyecto. Para una confiabilidad del 90% se tiene un Z_r de 1.282.

Con lo cual se tiene:

$$N'_{80kn\ Diseño} = 2.07 * 10^5 * [10^{0.05 * 1.282}]$$

$$N'_{80kn\ Diseño} = 2.97E + 05$$



Tabla 7.7-5 Cálculo de repeticiones esperadas de cada año por tipo de eje en los ejes de diseño en la Carrera 1

CALCULO DEL NUMERO DE REPETICIONES ESPERADAS CADA AÑO POR TIPO DE EJE EN LOS CARRILES DE DISEÑO, CARRERA 1

Numero de Carriles por sentido: **1**
 Factor de Distribución por Carril: **1**
 Factor de Distribución por Sentido: **0.75**

No. AÑOS PERIODO DE DISEÑO (n)	AÑO	BUSES			CAMIONES																					
		C2P			C2G			C3		C4			C5			> C5										
		TPD	SRS 3,5 Ton	SRD 8,2 Ton	TPD	SRS 3 Ton	SRD 6 Ton	TPD	SRS 6 Ton	SRD 11 Ton	TPD	SRS 6 Ton	TRD 22 Ton	TPD	SRS 6 Ton	SRS 6 Ton	TRD 22 Ton	TPD	SRS 6 Ton	TRD 22 Ton	TRD 22 Ton	TPD	SRS 6 Ton	TRD 22 Ton	TRD 24 Ton	
1	2019	4	1062	1062	16	4470	4470	11	3129	3129	1	168	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2020	4	1103	1103	17	4646	4646	12	3252	3252	1	174	174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2021	4	1145	1145	18	4822	4822	12	3375	3375	1	181	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2022	4	1187	1187	18	4998	4998	13	3498	3498	1	187	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2023	4	1229	1229	19	5174	5174	13	3622	3622	1	194	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2024	5	1271	1271	20	5350	5350	14	3745	3745	1	201	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2025	5	1312	1312	20	5526	5526	14	3868	3868	1	207	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2026	5	1354	1354	21	5702	5702	15	3991	3991	1	214	214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2027	5	1396	1396	21	5878	5878	15	4114	4114	1	220	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2028	5	1438	1438	22	6054	6054	15	4238	4238	1	227	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2029	5	1480	1480	23	6230	6230	16	4361	4361	1	234	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2030	6	1521	1521	23	6406	6406	16	4484	4484	1	240	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2031	6	1563	1563	24	6582	6582	17	4607	4607	1	247	247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2032	6	1605	1605	25	6758	6758	17	4731	4731	1	253	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	2033	6	1647	1647	25	6934	6934	18	4854	4854	1	260	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2034	6	1689	1689	26	7110	7110	18	4977	4977	1	267	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	2035	6	1730	1730	27	7286	7286	19	5100	5100	1	273	273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	2036	6	1772	1772	27	7462	7462	19	5223	5223	1	280	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2037	7	1814	1814	28	7638	7638	20	5347	5347	1	286	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2038	7	1856	1856	29	7814	7814	20	5470	5470	1	293	293	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL		29174	29174		122836	122836		85985	85985		4606	4606		0	0	0		0	0	0		0	0	0	0

ESPECTRO DE CARGAS

EJES EQUIVALENTES	EJES SENCILLOS					EJES TÁNDEM	EJES TRIDEM
	3 Ton	3,5 Ton	6 Ton	8,2 Ton	11 Ton		
2.97.E+05	122,836	29,174	213,427	29,174	85,985	4,606	0

Fuente: elaboración propia

7.7.3 Resumen de la evaluación variable tránsito

Se muestra en breve el resumen de la evaluación realizada para la variable tránsito, en el cual los valores establecen la base para el diseño de estructuras de pavimento, para un periodo de diseño de 20 años.

Tabla 7.7-6 Resumen de la evaluación de tránsito, Calle 2

ESPECTRO DE CARGAS							
EJES EQUIVALENTES	EJES SENCILLOS					EJES TÁNDEM	EJES TRÍDEM
1.32.E+06	3 Ton	3,5 Ton	6 Ton	8,2 Ton	11 Ton	22 Ton	24 Ton
	343,941	148,939	806,111	148,939	417,642	44,528	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 7.7-7 Resumen de la evaluación de tránsito, Carrera 1

ESPECTRO DE CARGAS							
EJES EQUIVALENTES	EJES SENCILLOS					EJES TÁNDEM	EJES TRÍDEM
2.97.E+05	3 Ton	3,5 Ton	6 Ton	8,2 Ton	11 Ton	22 Ton	24 Ton
	122,836	29,174	213,427	29,174	85,985	4,606	0

Fuente: elaboración propia

7.7.4 Tránsito en la etapa de construcción

Teniendo en cuenta las cantidades de obra preliminares, rendimientos y requerimientos cabalmente con el cronograma de ejecución se determina el tránsito de construcción como el número de vehículos C2g (Volquetas, Retroexcavadora, Carro tanques, Vibrocompactadores, Bulldozer o Cargadores y Compactador Pata e Cabra) y C3 (Motoniveladoras), que serán necesarios para la construcción de la vía en el año 2018 y circularán inicialmente en el año respectivo por el corredor en estudio, es igual a 8.49E+04 Ejes de 8.2 Ton

En resumen, se constituyen 88 vehículos C2g y 2 Vehículos C3 que sólo van a afectar el año 2018 (año de construcción).



7.8 ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

7.8.1 Capacidad

El HCM-2000 define capacidad como el máximo número de peatones o vehículos que de manera razonable se pueda esperar pasen por un punto o tramo uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, en condiciones imperantes o prevalecientes de vía, tránsito y control.

La capacidad de una vía depende principalmente de sus condiciones predominantes como los son: los anchos de carril, anchos de berma, anchos de separadores, pendientes, porcentaje de vehículos pesados, accesos y salidas, estado de la capa de rodadura entre otras, para el caso colombiano la capacidad de una vía se establece mediante una capacidad ideal de 1600 vehículos/hora/carril, multiplicada por ciertos factores, los cuales dependen de las condiciones anteriormente mencionadas.

En estos proyectos es importante el establecimiento de la capacidad de una vía, ya que a partir de ella y otros parámetros de medición se define las condiciones actuales y futuras de operación en el corredor de análisis, el conocimiento de estas condiciones permite establecer medidas que califican la calidad de servicio del trayecto.

Según el libro “INGENIERÍA DE TRÁNSITO”, se define para carreteras ideales de dos carriles, la capacidad de 2800 vehículos livianos/hora/en ambos sentidos, por lo tanto, para un carril se tiene 1400 vehículos livianos/hora.

Se establece una conversión de todo el TPDS (Incluyendo motocicletas) a “AUTOMOVILES DIRECTOS EQUIVALENTES” o ADE.

Tabla 7.8-1 Factores de equivalencia Vehicular

VEHICULO	VIA URBANA	CARRETERA	GLORIETA	INTERSECCION SEMAFORIZAD
Automóvil, vehículo comercial liviano	1.00	1.00	1.00	1.00
Motocicletas	0.75	1.00	0.75	0.33
Vehículo comercial mediano y pesado y vehículos tirados por caballos	2.00	3.00	2.80	1.75
Buses	3.00	3.00	2.80	2.25
Bicicletas	0.33	0.50	0.50	0.20

Fuente: Estudio de seguridad vial, en intersecciones críticas en el tramo vial de la Calle 17 entre Carrera 11 hasta la Carrera 29 de la Ciudad de Pasto.



Tabla 7.8-2 Conversión ADE en vías urbanas Calle 2

		ADES vías urbanas Calle 2										ADE TOTAL
AÑO	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES							
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5		
ADE	2017	1954	421	10	26	75	267	14	0	0	0	2766
COMPOSICIÓN		70.7%	15.2%	0.3%	0.9%	2.7%	9.6%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	

Fuente: Propia

Tabla 7.8-3 Conversión ADE en vías urbanas Carrera 1

		ADES vías urbanas Carrera 1										ADE TOTAL
AÑO	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	CAMIONES							
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5		
ADE	2017	1645	238	3	5	27	195	5	0	0	0	2116
COMPOSICIÓN		77.7%	11.2%	0.1%	0.2%	1.3%	9.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	

Fuente: Propia

Con base en la información de la anterior se reduce el valor de automóviles directos equivalentes ADE diarios y en dos direcciones a ADE por hora y por un sentido, dividiendo entre 2 para obtener un sentido y dividiendo entre 24 para obtener el flujo vehicular en horas.

Para la Calle 2:

$$\frac{ADE}{hora * sentido} \left(\frac{vehiculos livianos}{hora * sentido} \right) = \frac{2766}{24 * 2} = 58 \frac{vehiculos livianos}{hora * sentido}$$

Para la Carrera1:

$$\frac{ADE}{hora * sentido} \left(\frac{vehiculos livianos}{hora * sentido} \right) = \frac{2116}{24 * 2} = 45 \frac{vehiculos livianos}{hora * sentido}$$



El año de inicio de construcción de las vías urbanas es el año 2018, luego el año de funcionamiento de las vías es el 2019: Para el año de 2019 hay un valor de 60 vehículos livianos/hora/en un sentido para la Calle 2. Por otro lado, en la carrera 1 se tiene un valor de 47 vehículos/hora/en un sentido.

Hacia 10 años de prestación del servicio de la vía, se proyecta para el año 2028 un valor de 82 vehículos livianos/hora/en un sentido para la Calle 2 y un valor de 63 vehículos livianos/hora/en un sentido para la Carrera 1.

Entre tanto, en 20 años de la proyección del tránsito en la vía, para el año 2038, se tiene un valor de 106 vehículos livianos/hora/en un sentido para la Calle 2 y un valor de 82 vehículos livianos/hora/en un sentido para la Carrera 1.

Posteriormente se tienen los siguientes valores remanentes que me indican el porcentaje de seguridad a cerca de la capacidad de las vías a diseñar:

Tabla 7.8-4 Tabla de confiabilidad o remanente de la capacidad del tránsito de la Calle2.

Calle 2			
Año	Capacidad proyectada	Capacidad (referencia)	Remanente (%)
2019	60	1400	95.71
2028	82	1400	94.14
2038	106	1400	92.43

Fuente: elaboración propia

Tabla 7.8-5 Tabla de confiabilidad o remanente de la capacidad del tránsito de la Carrera 1.

Carrera 1			
Año	Capacidad proyectada	Capacidad (referencia)	Remanente (%)
2019	47	1400	96.64
2028	63	1400	95.50
2038	82	1400	94.14

Fuente: elaboración propia



7.8.2 Nivel de servicio

Según el HCM 2000 los define como una medida cualitativa que describe las condiciones de circulación de una corriente vehicular, caracterizada generalmente por ciertos parámetros como velocidad y tiempo de recorrido, libertad para maniobrar, interrupciones de la circulación, comodidad y seguridad.

Para este proyecto se analiza el corredor tomando en cuenta las condiciones de operación que se tienen para las vías con dos carriles, cuyas características permite una circulación continua para tránsito de paso, que pueden carecer de separador central y tener en algunos casos semáforos que interrumpen el tránsito.

Para este tipo de vías el INVIAS califica la operación de las vías basándose en los siguientes niveles de servicio.

Nivel de servicio A

Representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona.

Nivel de servicio B

Comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno.

Nivel de servicio C

Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos o existir deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.



Nivel de servicio D

El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente.

Nivel de servicio E

Representa la circulación a capacidad cuando las velocidades son bajas pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a capacidad, en condiciones de inseguridad.

Se tienen las consideraciones del libro "INGENIERÍA DE TRÁNSITO" para carreteras de dos carriles:

$$Fsi = 2800 * (v/c)_i * (fD) * (fA) * (fvp)$$

Donde:

Fsi = Flujo de servicio para el nivel i bajo condiciones prevalecientes V_{ph} /ambos sentidos.

$(v/c)_i$ = Máxima relación flujo a capacidad para un nivel de servicio (Tabla 1.8.2-1).

fD = Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional (Tabla 1.8.2-2).

fA = Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carriles y acotamientos, o distancia a obstáculos laterales (Tabla 1.8.2-3).

fvp = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados.

El factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados, como se vio anteriormente, se calcula como:

$$fvp = \frac{100}{(100 + Pc * (Ec - 1) + Pb * (Eb - 1) + Pr * (Er - 1))}$$

Los equivalentes de camión E_c , de buses E_b y de vehículos livianos E_r , se obtienen de la tabla 1.8.2-4.



- Tipo de terreno: Montañoso
- Ancho de carriles: 3 m
- Ancho de acotamientos o bermas: 0 m
- Longitud de rebase restringida: 100%
- Distribución direccional: 90/10 para un factor de distribución direccional de 0.75 (Tabla 1.8.2-2).
- Volumen horario de máxima demanda VHMD: 64 vehículo/hora (distribuidos en 16.7% camiones, 3.1% buses y 80.2% autos)
- Factor hora de máxima demanda FHMD: 0.83

Tabla 7.8-6 Criterio para definir nivel de servicio en carreteras de dos carriles, tramos en terreno general.

TABLE 8-1. LEVEL-OF-SERVICE FOR GENERAL TWO-LANE HIGHWAY SEGMENTS

LOS	PERCENT TIME DELAY	v/c RATIO ^a																				
		LEVEL TERRAIN						ROLLING TERRAIN						MOUNTAINOUS TERRAIN								
		AVG ^b SPEED	PERCENT NO PASSING ZONES						AVG ^b SPEED	PERCENT NO PASSING ZONES						AVG ^b SPEED	PERCENT NO PASSING ZONES					
			0	20	40	60	80	100		0	20	40	60	80	100		0	20	40	60	80	100
A	≤ 30	≥ 58	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	≥ 57	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	≥ 56	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	≤ 45	≥ 55	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	≥ 54	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	≥ 54	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	≤ 60	≥ 52	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	≥ 51	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	≥ 49	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	≤ 75	≥ 50	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	≥ 49	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	≥ 45	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	> 75	≥ 45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	≥ 40	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	≥ 35	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78
F	100	< 45	—	—	—	—	—	—	< 40	—	—	—	—	—	—	< 35	—	—	—	—	—	—

^a Ratio of flow rate to an ideal capacity of 2,800 pcph in both directions.

^b These speeds are provided for information only and apply to roads with design speeds of 60 mph or higher.

Fuente: HCM 3rd edition

Tabla 7.8-7 Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional

TWO-LANE HIGHWAYS

8-9

TABLE 8-4. ADJUSTMENT FACTORS FOR DIRECTIONAL DISTRIBUTION ON GENERAL TERRAIN SEGMENTS

Directional Distribution	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50
Adjustment Factor, f_d	0.71	0.75	0.83	0.89	0.94	1.00

Fuente: HCM 3rd edition



Tabla 7.8-8 Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carriles y acotamientos, o distancia a obstáculos laterales

TABLE 8-5. ADJUSTMENT FACTORS FOR THE COMBINED EFFECT OF NARROW LANES AND RESTRICTED SHOULDER WIDTH, f_w

USABLE ^a SHOULDER WIDTH (FT)	12-FT LANES ^b		11-FT LANES ^b		10-FT LANES ^b		9-FT LANES ^b	
	LOS A-D	LOS E	LOS A-D	LOS E	LOS A-D	LOS E	LOS A-D	LOS E
≥ 6	1.00	1.00	0.93	0.94	0.84	0.87	0.70	0.76
4	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
2	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

^a Where shoulder width is different on each side of the roadway, use the average shoulder width.
^b For analysis of specific grades, use LOS E factors for all speeds less than 45 mph.

Fuente: HCM 3rd edition

Tabla 7.8-9 Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

TABLE 8-6. AVERAGE PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS, RV'S, AND BUSES ON TWO-LANE HIGHWAYS OVER GENERAL TERRAIN SEGMENTS

VEHICLE TYPE	LEVEL OF SERVICE	TYPE OF TERRAIN		
		LEVEL	ROLLING	MOUNTAINOUS
Trucks, E_T	A	2.0	4.0	7.0
	B and C	2.2	5.0	10.0
	D and E	2.0	5.0	12.0
RV's, E_R	A	2.2	3.2	5.0
	B and C	2.5	3.9	5.2
	D and E	1.6	3.3	5.2
Buses, E_B	A	1.8	3.0	5.7
	B and C	2.0	3.4	6.0
	D and E	1.6	2.9	6.5

Fuente: HCM 3rd edition



Se tiene que:

Tabla 7.8-10 Resumen de datos y cálculos

% Participación		(v/c)i (Tabla 1.8.2-1)	
Camiones	16.7	(v/c)A	0.01
Buses	3.1	(v/c)B	0.1
Autos	80.2	(v/c)C	0.16
		(v/c)D	0.33
		(v/c)E	0.78

FD (Tabla 1.8.2-2)	0.75	TODOS
FA (Tabla 1.8.2-3)	0.58	A, B, C y D
FA (Tabla 1.8.2-3)	0.75	E

	Ec (Tabla 1.8.2-4)	Eb (Tabla 1.8.2-4)	Er (Tabla 1.8.2-4)	fvp (Tabla 1.8.2-4)
Nivel A	7	5.7	5	0.186716956
Nivel B y C	10	6	5.2	0.165936546
Nivel D y E	12	6.5	5.2	0.156840603

FHMD	0.833333333
------	-------------

Flujo de servicio	
FSA	2.274212521
FSB	20.21107129
FSC	32.33771406
FSD	63.04051193
FSE	192.6786807

Fsactual	76.8
----------	------

Fuente: Elaboración propia

Según la información suministrada en la tabla 1.8.2-5 se realiza la comparación del flujo de servicio, con el flujo de servicio actual (Fsactual).

$$FSD < Fsactual < FSE (63.04 < 76.8 < 192.68)$$

Por lo tanto, al comparar estos valores, los tramos de carretera de la Calle 2 y la Carrera 1 operan a un nivel de servicio E.



7.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En las variaciones horarias para todos los movimientos, el mayor día de tráfico se presenta en el día sábado. Generalmente, se presenta el mayor tráfico para todos los movimientos en el periodo de 08:00 a 09:00 am
- El porcentaje remanente más crítico que se obtuvo para la Calle 2 y la Carrera 1, dieron un nivel de confiabilidad del 92.43% y 94.14% respectivamente para el año de proyección 2038
- Actualmente la Calle 2 y la Carrera 1 presenta un TPD de 525 y 264 vehículos mixtos respectivamente (sin incluir motos), se presenta también en el mismo orden una composición de 79.5% autos, 3.3% buses y 17.2% de camiones (Calle 2) y una composición de 90% autos, 1.2% buses y 8.8% camiones (Carrera 1).

Tabla 7.9-1 Composición vehicular actual de la Calle 2

	AÑO	AUTOS	BUSES	BUNETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
TPD	2017	421	3	13	37	45	5	0	0	0	525
COMPOSICIÓN		79.5%	0.6%	2.7%	6.9%	9.0%	1.2%	0.1%	0.0%	0.0%	

Tabla 7.9-2 Composición vehicular de la Carrera 1

	AÑO	AUTOS	BUSES	BUNETAS	CAMIONES						TPD TOTAL
					C2P	C2G	C3	C4	C5	> C5	
TPD	2017	238	1	2	13	9	1	0	0	0	264
COMPOSICIÓN		90.0%	0.3%	0.9%	5.1%	3.5%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	

- Para la proyección de vehículos se analizan 4 variables: Tasa de crecimiento por Toneladas de café cultivado en el departamento del Cauca, Tasa de crecimiento por Hectáreas de café cultivado en el departamento del Cauca, Tasa de crecimiento de habitantes en el municipio de Argelia, Cauca y por último la Tasa de crecimiento de la estación de conteo 655 del INVIAS-El Estrecho-Balboa. Se escoge la variable 4, que indica una mejor distribución en la información.
- Se realiza la proyección de tránsito en ejes equivalentes de 8.2 Ton para el cálculo del diseño de Pavimentos flexible a 10 años y espectro de cargas para el diseño de pavimento rígido a 20 años.



Tabla 7.9-3 Resumen de evaluación de la variable tránsito de la Calle 2

ESPECTRO DE CARGAS

EJES EQUIVALENTES	EJES SENCILLOS					EJES TÁNDEM	EJES TRÍDEM
	3 Ton	3,5 Ton	6 Ton	8,2 Ton	11 Ton		
1.32.E+06	343,941	148,939	806,111	148,939	417,642	44,528	0

Tabla 7.9-4 Resumen de evaluación de la variable tránsito de la Carrera 1

ESPECTRO DE CARGAS

EJES EQUIVALENTES	EJES SENCILLOS					EJES TÁNDEM	EJES TRÍDEM
	3 Ton	3,5 Ton	6 Ton	8,2 Ton	11 Ton		
2.97.E+05	122,836	29,174	213,427	29,174	85,985	4,606	0

- Se asume en el presente estudio el año 2018 para la construcción de las vías de estudio. El funcionamiento de la vía con el tránsito proyectado, comienza en el año 2019.
- La proyección del pavimento rígido y articulado es en 20 años. Éstos se establecen en el presente estudio.
- La capacidad de la vía se calcula en ADE (Automóviles directos equivalentes/hora/sentido o vehículos livianos/hora/sentido).
- Se utiliza un nivel de confiabilidad para el cálculo de ejes equivalentes del 90%.

Algunas recomendaciones:

- Que los entes de control de tránsito no permitan el estacionamiento de vehículos en la Calle 2, Calle 1 y Carrera 3 con el fin de mejorar el flujo vehicular del municipio.
- Es necesario ubicar un punto estratégico para las empresas de transporte público que actualmente se encuentran en el parque central, con el fin de mejorar la movilidad en ese sector.



7.10 BIBLIOGRAFÍA

- INGENIERÍA DE TRÁNSITO, Fundamentos y aplicaciones. 7. a. Edición. Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, James Cárdenas Grisales, México D.F. 1994.
- VOLÚMENES DE TRÁNSITO 2010-2011. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.
- MANUAL DE PLANEACIÓN Y DISEÑO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE TRANSITO Y TRANSPORTE, Caí y Mayor y Asociados, Alcaldía de Bogotá, octubre de 2005.
- ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS VÍAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS DE ACCESO A LA CIUDAD DE MANIZALES, Naranjo. V, Universidad Nacional sede Manizales, 2008.
- ESTUDIOS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO, Estrecho-Balboa-Argelia, Informe de 2014.
- HIGHWAY CAPACITY MANUAL, Special Report 209, Third Edition. National Research Council. Washington, D.C. 1998



MUNICIPIO DE ARGELIA, CAUCA

CONTRATO DE CONSULTORÍA N° F3-F39-148-2017

**ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE ARGELIA-DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

ANEXOS

CONSORCIO VÍAS ARGELIA



MUNICIPIO DE ARGELIA, CAUCA

CONTRATO DE CONSULTORÍA N° F3-F39-148-2017

**ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE ARGELIA-DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

ANEXO 1A FOROS VEHICULARES

(VER CD)

CONSORCIO VÍAS ARGELIA

CALI, JULIO DE 2017



MUNICIPIO DE ARGELIA, CAUCA

CONTRATO DE CONSULTORÍA N° F3-F39-148-2017

**ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE ARGELIA-DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**ANEXO 2 EJES EQUIVALENTES Y TPD FUTURO
(VER CD)**

CONSORCIO VÍAS ARGELIA



8 CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS

Actualmente se está desarrollando el diseño geométrico para la Universidad del Valle, respecto a algunas porterías de acceso de dicha entidad.

Se logra avanzar en la etapa de aprendizaje del software Autodesk Civil 3D a un punto tal que, desde ahora, se puede proceder al cálculo de movimiento de tierra, diseño en planta, en perfil, secciones transversales, diseño del corredor, transición de peraltado y memoria de cantidades (volúmenes de pavimento y coordenadas de la nueva vía).

Se finaliza el aprendizaje de levantamiento Topográfico mediante un Dron Phantom 3, que incluye manejo del software Agisoft PhotoScan Professional. El manejo del software PhotoScan incluye la modelación de la topografía en 3D, exportar puntos de terreno, puntos por preferencia específica, creación de Ortophoto y exportar archivos a diferentes formatos (Dxf, txt, pdf entre otros).

Se enviará archivos adjuntos y pantallazos de los conocimientos aquí descritos en el próximo informe de avance.

Se finaliza la elaboración del estudio de señalización para las vías en la ciudad de Popayán, específicamente en la Vereda Gonzales (Nuevas vías).



9 CRONOGRAMA DE TARBAJO

Luego de la resolución 202 del 2017 (respuesta de la Universidad del Cauca) del 27 de septiembre de 2017 se realiza la modificación del cronograma de trabajo:

Tabla 9-1 Cronograma de trabajo

ACTIVIDADES	OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE				
	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Introducción sobre los estudios y diseños a elaborar.															
Elaborar estudios de tránsito que incluye aforos.															
Corrección de estudios y diseños elaborados.															
Realizar estudios y diseños en el tiempo establecido de las obras de infraestructura vial.															
Revisar y reportar anomalías de los estudios y diseños elaborados.															
Brindar apoyo y respaldo en la elaboración de los estudios y diseños con base en las normas y especificaciones vigentes															
Aprender el manejo de software Civil Cad 3D.															
Elaborar topografía mediante un Dron (salidas de campo y software).															
Elaborar documentos y expresiones de ingeniería bajo el software Microsoft Excel.															



ACTIVIDADES	OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE				
	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Presentación de informes de informes mensuales de las actividades realizadas															
Elaboración de informe final.															

Fuente: Elaboración propia

9.1 NOTAS:

- La sustentación del informe final es programada por la Facultad de Ingeniería Civil, previa a la corrección y aprobación del informe final.
- La última semana de diciembre no se entrega el informe mensual de las actividades realizadas debido a que para esa fecha y/o tiempo posterior a ella, se espera la finalización del informe final.
- En el cronograma de trabajo se incluyen todas las actividades previstas descritas en las páginas anteriores.
- Todas las salidas de campo contempladas en las actividades previstas se deben informar en el trabajo final previas a las fechas correspondientes.
- Los permisos que se soliciten a la empresa por cualquier índole y los cuales presenten un retraso en el cronograma, se deben informar en el informe final y al correspondiente director del trabajo de grado mediante la modalidad de pasantía.



10 PRESUPUESTO DE LA PASANTÍA

Tabla 10-1 Presupuesto de la pasantía

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	COSTO POR MES (\$)	N° DE MESES	COSTO TOTAL	ASUMIDO POR
Implementos	Papelería, impresiones y fotocopias	25.000	3	75.000	Pasante
ARL	Pago de la aseguradora de riesgos laborales	49.450	3	148350	INGENIEROS CYT S.A.S.
Transporte	Global	180.000	3	540.000	INGENIEROS CYT S.A.S.
			TOTAL	763.350	

Fuente: Elaboración propia



11 AÑEXOS

ANTEPROYECTO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA OBTENCIÓN DEL TÍTULO INGENIERO CIVIL

ANEXO 3 COPIA CARTA DE PRESENTACIÓN DEL ESTUDIANTE HACIA LA EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S

SANTIAGO DE CALI, 25 DE ENERO DE 2018



**ANTEPROYECTO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO INGENIERO CIVIL**

**ANEXO 4 CARTA DE ACEPTACIÓN DEL ESTUDIANTE POR PARTE DE LA
EMPRESA INGENIEROS CYT S.A.S.**

SANTIAGO DE CALI, 25 DE ENERO DE 2018



**ANTEPROYECTO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO INGENIERO CIVIL**

**ANEXO 5 APROBACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 202 DE 2017 Y CERTIFICADO
DE PRÁCTICA (CUMPLIMIENTO CON EL TIEMPO ESTIPULADO POR LA
UNIVERSIDAD)**

SANTIAGO DE CALI, 25 DE ENERO DE 2018