



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y SOLUCIÓN AL
CONGESTIONAMIENTO DE TRÁFICO EN EL KILÓMETRO 29, CARRETERA CA-1
OCCIDENTE, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**

Marvin Estuardo Castellanos de León

Asesorado por el MSc. Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y SOLUCIÓN AL
CONGESTIONAMIENTO DE TRÁFICO EN EL KILÓMETRO 29, CARRETERA CA-1
OCCIDENTE, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARVIN ESTUARDO CASTELLANOS DE LEÓN
ASESORADO POR EL MSC. ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Walter Rolando Salazar González
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO DE TRÁFICO EN EL KILÓMETRO 29, CARRETERA CA-1 OCCIDENTE, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha marzo de 2018.

Marvin Estuardo Castellanos de León



FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000Ext. 86226

AGS-MIVPP-001-2017

Guatemala, 24 de noviembre de 2017.

Director
 Hugo Leonel Montenegro Franco
 Escuela de Ingeniería Civil
 Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación de la estudiante Marvin Estuardo Castellanos de León con carné número 199812393, quien opto la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría de Ingeniería Vial.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

Dennis Salvador Argueta Mayorga

INGENIERO CIVIL
 MAESTRO EN INGENIERIA VIAL
 MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA
 COLEGIADO 8297

MSc. Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga
 Asesor (a)

"Id y Enseñad a todos"

MSc. Ing. Armando Fuentes Ro
 Coordinador de Infraestructura

MSc. Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
 Director
 Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo/la

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesor MSc. Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga y del Coordinador del Área de Infraestructura MSc. Ing. Armando Fuentes Rocá , al trabajo de graduación del estudiante Marvin Estuardo Castellanos de León, quien optó por la modalidad del PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO, con el Diseño de Investigación titulado **ANÁLISIS Y SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO DE TRÁFICO EN EL KILÓMETRO 29, CARRETERA CA-1 OCCIDENTE, MUNICIPIO DE SAN LUCAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ** , da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio 2018

/mrrm.

Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua

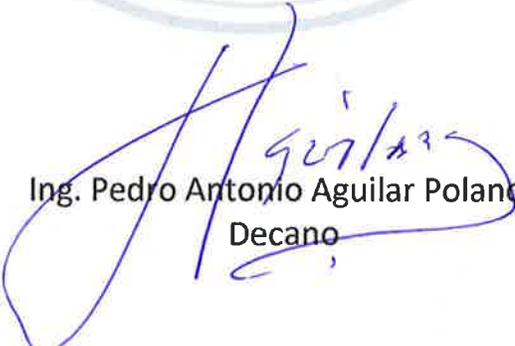




DTG. 247.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO DE TRÁFICO EN EL KILÓMETRO 29, CARRETERA CA-1 OCCIDENTE, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Marvin Estuardo Castellanos de León**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, julio de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser guía en mi carrera y agradezco haberme bendecido con sabiduría y perseverancia.
- Mis padres** Bernardo Castellanos González y Gloria Luz de León González. Su amor y apoyo, serán siempre mi inspiración.
- Mis hermanos** Cristian, Wendy y Waleska Castellanos, por recibir de ellos el amor fraternal.
- Mis tías** Reyna, Elizabeth y Herlinda de León (q.e.p.d.), por ser mis consejeras.
- Mis primos** Luis y Maynor Oliva, Hector, Vinicio, Martha, Stephany y Rocio de León, Dany y Elvis Bautista, por ser mis mejores amigos, de toda la vida.
- Mis abuelos** Audato de León (q.e.p.d.), Estefan González (q.e.p.d.), Vicente Castellanos (q.e.p.d.) y Candelaria González (q.e.p.d.), por ser un ejemplo en mi vida.

Mis amigos

Por darme su apoyo incondicional en cada momento y etapa de mi vida. Pasando por los buenos y malos momentos.

Mis sobrinos

Fátima, Julián y Brianna Rafael, por ser quienes me dan alegrías.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas y llenarme de conocimientos para mí carrera. Mi <i>alma mater</i> .
Facultad de Ingeniería	Por darme una excelente formación y donde conocí colegas y grandes personajes.
Mis amigos de la Facultad	Con los que nos aplicamos en las clases y disfrutamos los tiempos libres.
Mis catedráticos	Por ser una importante influencia en mi carrera y no ser egoístas con el conocimiento. Del cual me alegro haber estudiado con cada uno de ellos.
Mi asesor	MSc. Ing. Dennis Argueta, por ser un guía y apoyarme en el proyecto.
Los Ingenieros	Ing. Marco Antonio Tzoc, Ing. José Antonio Rodas, Ing. Juan Carlos Gramajo, Ing. Sofía Fernández, Ing. Enio Orellana. Por ser, amigos, guías, líderes, compañeros y ejemplos a seguir.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. CAPÍTULO UNO	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema	4
1.2.1. Pregunta central	4
1.2.2. Preguntas secundarias	5
1.3. Justificación	6
1.4. Necesidades por cubrir y esquema de solución	8
1.5. Alcances	9
2. CAPÍTULO DOS.....	11
2.1. Marco teórico.....	11
3. CAPITULO TRES.....	17
3.1. Propuesta de índice de contenidos	17
4. CAPÍTULO CUATRO	19
4.1. Metodología.....	19
4.1.1. Fase 1 (fase práctica).....	20

4.1.2.	Fase 2 (fase teórica)	20
4.1.3.	Fase 3 (resultados esperados).....	21
4.2.	Técnicas de análisis de la información.....	21
5.	CAPÍTULO CINCO.....	23
5.1.	Cronograma de actividades	23
5.2.	Factibilidad de estudio.....	25
	CONCLUSIONES.....	31
	BIBLIOGRAFÍA.....	33
	APÉNDICES.....	37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	8
2.	Cronograma de actividades	24

TABLAS

I.	Tabla para tabulación de datos de TPDA.....	22
II.	Recursos físicos para investigación	25
III.	Recursos tecnológicos para investigación.	26
IV.	Recursos materiales para investigación.....	27
V.	Recursos financieros y humanos.	28
VI.	Recursos financieros físicos, tecnológicos y materiales.....	29
VII.	Resumen de presupuesto para la realizacion de la investigación.	30

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Km.	Kilómetro
m.	Metro

GLOSARIO

Aforo	Acción de contar a bordo de la unidad el ascenso y descenso de usuarios en cada una de las paradas y a lo largo de una ruta.
CA-1	Centro Americana Uno
Capacidad de circulación	Número máximo de vehículos que circulan por un carril o sección dada, durante un período de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes tanto de la propia vía como de la operación del tránsito.
Carril	Una de las fajas de circulación en que puede estar dividida la superficie de rodamiento, marcada o no marcada, con anchura suficiente para la circulación de vehículos de motor en una fila.
Congestionamiento vial	Afectación de la vialidad por volumen excesivo de vehículos, alguna causa humana o natural, que impide la circulación normal de los vehículos, ocasionando la concentración de un número considerable de éstos a la vez, en un espacio determinado.
COVIAL	Unidad ejecutora de conservación vial.

DGC	Dirección general de caminos.
EMETRA	Entidad Metropolitana reguladora de transporte y tránsito.
Entidades	Los organismos descentralizados, las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos públicos.
Impacto vehicular	Alteración que sufre un área determinada debido al exceso de vehículos que transitan o estacionan en diversas vías públicas.
Ingeniería de tránsito	Rama de la ingeniería que estudia el movimiento de vehículos en una vía, características y reglamentación del tránsito, aparatos de control del mismo, señales, planificación vial y diseño geométrico. Considera la relación entre la unidad vehicular y la vialidad.
Intersección	Área general donde dos o más caminos se unen o cruzan. Se clasifican en: A nivel; son aquellas en las cuales las vías que se cruzan registran o presentan sus rasantes al mismo nivel. A desnivel son aquellas en las cuales las vías que se cruzan registran o presentan sus rasantes a diferentes niveles.
INVIAS	Instituto nacional de vías.

MSc.	Maestría en ciencias.
Ruta	Conjunto de vías y paradas por las que circulan las unidades para unir un punto de salida y otro de llegada, teniendo un recorrido definido.
TPDA	Tránsito promedio diario anual.
Tráfico	Acción de comerciar con bienes, que involucran movimiento o no.
Tránsito	Movimiento de vehículos y/o peatones que se desplazan sobre una vialidad. Acto de trasladarse.

RESUMEN

El siguiente documento es el protocolo de una investigación que se está elaborando del problema de congestiónamiento de tráfico en el kilómetro 29, de la carretera ruta CA-1 Occidente, municipio de San Lucas Sacatepéquez del departamento de Sacatepéquez.

Se conocerá el problema al cual nos enfrentamos en este punto rojo de congestiónamiento, estudiaremos las solución con base a los métodos de investigación y utilizando la metodología adecuada para la resolución del problema.

Se analizará el problema en su forma de investigación, a la cual nos faltará aplicar la fase práctica y numérica, las cuales se harán en la tesis que llevará el mismo título que este documento de protocolo.

OBJETIVOS

General

Analizar el problema de congestionamiento en la carretera sobre el kilómetro 29 Ruta CA-1 Occidente, frente al municipio de San Lucas Sacatepéquez para proporcionar una solución.

Específicos

1. Realizar un estudio de TPDA y clasificación de vehículos, que circulan por el kilómetro 29.5 en la ruta CA-1 Occidente.
2. Realizar conforme al estudio TPDA una comparación entre los carriles existentes, y los carriles necesarios para el tráfico que pasa por dicho punto.
3. Realizar la observación de factores que afectan el tráfico en el punto crítico de congestionamiento vehicular.
4. Realizar un levantamiento topográfico del tramo carretero frente al municipio de San Lucas Sacatepéquez, del kilómetro 27 hasta el kilómetro 30, con el fin de conocer las pendientes, el alineamiento vertical, curvas horizontales, lo cual ayudará a proponer alternativas.

INTRODUCCIÓN

Como parte imprescindible en el desarrollo de la infraestructura vial del país, el estado debe brindar carreteras seguras y con buen mantenimiento para el adecuado servicio a la población. Esto se ha venido desarrollando en la carretera CA-1 Occidente, desde hace varios años y, hasta el momento, aún se encuentran en reparación algunos tramos y obras que forman parte de la misma. Este es el caso del sector que comprende el paso principal hacia las zonas turísticas de Antigua Guatemala, Sololá y Quetzaltenango. También es la comunicación hacia los departamentos de Chimaltenango, Quiché y Huehuetenango, entre otros. Este mantenimiento solucionará los flujos vehiculares provenientes de la ciudad capital.

En el kilómetro 29, sobre la ruta CA-1 Occidente, se encuentra un nuevo centro comercial, el cual, dada su ubicación, crea un problema de tránsito. Esto genera inseguridad para los conductores y vecinos del lugar, ya que para ingresar al centro comercial, se debe de cruzar esta carretera de alto tráfico. Se complica aún más los fines de semana, porque es la vía de mayor afluencia hacia algunos sitios turísticos.

La importancia de la investigación es evidente, ya que el congestionamiento vial está empezando a ser recurrente en el área y beneficiaría a los guatemaltecos y extranjeros que pasan por el punto de tráfico. Esta investigación analizará el conflicto de tráfico y se propondrá la solución para reducir el congestionamiento; sobre todo, coadyuvará a la disminución de accidentes en el lugar y se salvarán vidas humanas.

Se harán estudios de aforo vehicular y topografía del lugar, para solucionar el conflicto de tráfico y beneficiar a las personas que transitan por el lugar.

La investigación incluirá un marco teórico, donde se darán a conocer las definiciones de los trabajos necesarios que deben realizarse para elaborar la propuesta de un paso a desnivel, desde los estudios previos hasta su diseño.

Será un aporte para la ingeniería, ya que en Guatemala no se cuenta con investigaciones sobre problemas viales; las mismas deben realizarse para proponer soluciones para un entronque o punto negro.

Este trabajo incluye los siguientes capítulos:

En el Capítulo I se presentan los antecedentes de la investigación, el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos del problema principal y los secundarios, las necesidades a cubrir mediante un esquema de solución y los alcances de la investigación. Se abordan los aspectos metodológicos.

En el Capítulo II se abordan los aspectos del marco teórico, el cual aborda la importancia de las carreteras, la finalidad del documento, definiciones importantes para el estudio, los estudios que se necesitan para llegar al foco del congestionamiento, metodologías utilizadas para volúmenes a futuro. También se da un marco teórico de posibles soluciones al congestionamiento.

En el Capítulo III se abordará la proposición del índice de contenido de la Tesis final, donde se pueden apreciar las subdivisiones y los contenidos que necesitamos para la investigación.

En el Capítulo IV se abordará la metodología utilizada, tanto estudios como investigaciones, proyectando por fases el orden de la investigación. También se abordarán las técnicas de análisis de información, así como la metodología a utilizar para la tabulación de datos.

En el Capítulo V se abordará el cronograma de actividades, la factibilidad del estudio, analizando el costo final del estudio.

1. CAPÍTULO UNO

1.1. Antecedentes

La ruta CA-1 Occidente es una de las carreteras principales del país de Guatemala cuya afluencia vehicular es elevada.

En el año de 2,007 culminó el proyecto de pavimentación con concreto hidráulico de la ruta CA-1 Occidente, desde San Cristóbal, municipio de Mixco, departamento de Guatemala, hasta el municipio de San Lucas, departamento de Sacatepéquez y fue inaugurado por el Presidente de la República. La carretera es tipo “A”, con cuatro carriles de sección típica. Esto le da más fluidez al tráfico del lugar.

Se tienen los siguientes libros, temas y estudios de casos similares, de donde se seguirá una línea de investigación, para llegar al resultado del estudio por realizarse.

En el año 2005 fue presentado en las facultades de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, un trabajo final denominado *Prediseño geométrico a nivel y a desnivel de la intersección El Jazmín* por Suárez Joya Carlos, Hugo Noel y Pantoja Santander, Andrés, como requisito para optar el título de Ingeniero Especialista en Vías y Transportes, (Suarez J. & Pantoja S., 2005).

La investigación es un estudio de procesos logísticos y técnicos para solucionar un problema de congestionamiento vial, para ello propusieron una rotonda y un paso a desnivel. El estudio se concibió como una investigación de

campo del tipo descriptiva, se concentró en el sector de Jazmín, de ahí el nombre. La recolección de datos se obtuvo de las empresas que habían hecho los estudios de tránsito y topográfico previamente, (Suarez J. & Pantoja S., 2005).

Después, hicieron los diseños, una rotonda y dos pasos a desnivel con bases teóricas. El análisis de los resultados les permitió determinar los aspectos positivos y negativos de las funciones de cada una de las propuestas para solucionar el problema de congestionamiento, (Suarez J. & Pantoja S., 2005).

Esta investigación ayudó a comprender la logística de cómo se debe plantear el estudio y el orden cronológico para dar apoyo a la presente investigación, (Suarez J. & Pantoja S., 2005).

Se consultó el perfil de un proyecto de inversión pública (S.F.) Red Vial 6 “Puente Pucusana – Cerro Azul – ICA” Construcción de Paso a Desnivel Bujama, del tramo vial puente Pucusana – Cerro Azul – ICA (Red Vial No. 6), realizado por una empresa consultora: Geoconsult S.A., Perú, (Geoconsult S.A., s.f.).

Este documento incluye el diagnóstico de la situación actual, mediante un estudio de la población, área de influencia del proyecto, movimiento vehicular y conclusiones del diagnóstico. Muestra la definición y causas del problema por medio de un árbol de causas y efectos. Explica el objetivo del proyecto, alternativa de solución y la descripción del proyecto. El estudio también hace el análisis de la demanda actual y la demanda proyectada, (Geoconsult S.A., s.f.). La tesis presentada en el año de 2008 en la Escuela de Postgrado, Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el trabajo final

Estudio de Impacto Vial (Marco Conceptual), como requisito para optar el título de Maestría en Ingeniería Vial, (Vela Morales, 2008).

Muestra la logística y el reglamento de Estudios de Impacto Vial en la ciudad de Guatemala, los estudios que se hacen en el país que deben realizarse en el desarrollo cercano de los municipios y sobre todo carreteras principales, (Vela Morales, 2008).

El *Estudio de Impacto Vial* elaborado en el año 2007 para el Proyecto del Centro Comercial San Felipe, ubicado en la calle Gregorio Escobedo, distrito de Jesús María, Lima Perú. Fue elaborado por la ingeniera Neva Magali Rivera Cruz, (Rivera Cruz, 2007).

El estudio analiza y propone medidas de mitigación respecto a los impactos viales producidos por el centro comercial, (Rivera Cruz, 2007).

Es un estudio cualitativo y cuantitativo en contorno al centro comercial, del cual tomaremos en cuenta para hacer nuestro estudio al problema que se presenta en este documento, (Rivera Cruz, 2007).

Luis Fernando Días Vargas presentó la tesis *Análisis Vial de dos intersecciones sin semáforo, en zona aledaña a nuevo Terrapuerto de Piura*, en el año de 2009, elaborada en la Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, (Días Vargas, 2009).

Debido al problema solucionado acerca de cruces e intersecciones, de esta tesis se tomarán las metodologías sobre intersecciones sin semáforo, para estimar la situación de los cruces ante diferentes flujos de tráfico (Días Vargas, 2009).

Las medidas de seguridad adaptadas se verán reflejadas en la calidad de vida de la población (Días Vargas, 2009).

1.2. Planteamiento del problema

Debido a la gran afluencia de vehículos y el crecimiento poblacional y turístico, se observa un congestionamiento significativo en la carretera principal ruta Interamericana CA-1 Occidente. La construcción de un nuevo centro comercial en el municipio de San Lucas Sacatepéquez causa congestionamiento vehicular en el sector y afecta a miles de ciudadanos guatemaltecos y turistas que visitan el municipio de Antigua Guatemala o se dirigen hacia el occidente del país.

La investigación se concentrará en el área del congestionamiento de tráfico, comprendida entre el kilómetro 28 y el kilómetro 30 de la ruta CA-1 Occidente.

La matriz de coherencia, llamado también matriz de consistencia (ver anexos), es el instrumento en el cual se apreciará una concordancia, secuencia y coherencia lógica entre cada una de las partes principales de la investigación en forma horizontal y vertical. Permitirá observar la lógica interna de la investigación en proceso (Gora, 2010), de las cuales se formulan las siguientes preguntas:

1.2.1. Pregunta central

¿Qué origina el congestionamiento en la carretera kilómetro 29 frente al municipio de San Lucas Sacatepéquez? El porqué del tráfico, esta sería la

pregunta central, porque al responderla se tendría una base para formular una propuesta de solución al problema.

1.2.2. Preguntas secundarias

¿Cuál será el tránsito diario en el área del problema? El tránsito es una de los factores que afecta un problema de congestionamiento vial.

¿Serán suficientes los carriles de la carretera para que pase la afluencia vehicular en el lugar? Pareciera que no se dan abasto los carriles por lo cual se forma una larga fila de vehículos.

¿Es el policía de tránsito asignado al lugar quien genera las filas? El policía de tránsito permite que los vehículos viren en U y entren al centro comercial, con ello detiene momentáneamente el tránsito que va sobre la carretera principal.

¿Serán las paradas de autobuses en el contorno del lugar uno de los factores? Los buses son un factor de congestionamiento en todas las carreteras del país, se debe hacer el estudio y la observación del lugar.

¿Es la entrada al centro comercial la que detiene la marcha de los vehículos para facilitar el ingreso? Desde que se construyó el comercial el nivel de tráfico aumentó y las filas de vehículos sobre la carretera principal se extendieron.

¿Se tienen planos del área de congestionamiento frente al municipio de San Lucas? Esto ayudará a conocer varios detalles de la carretera.

1.3. Justificación

Para muchos guatemaltecos, el municipio de San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez, es el lugar ideal para disfrutar de una refacción tras un paseo por La Antigua Guatemala. Además, su clima frío y húmedo, su ubicación y abundante agua lo convierten en un lugar atractivo para vivir, fomentando un desarrollo habitacional que inició hace más de 15 años y un auge comercial que apenas comienza, (Batres, 2013).

A pesar de ser el municipio más pequeño del departamento de Sacatepéquez (24.5 kilómetros cuadrados), su ubicación geográfica sobre la ruta CA-1 Occidente, la Carretera Interamericana que atraviesa su casco central, lo ha transformado en un corredor de cuatro kilómetros de largo donde se han instalado restaurantes, todo tipo de tiendas, mueblerías, centros de conveniencia y cinco plazas comerciales, (Batres, 2013).

Una muestra de ese crecimiento es su más reciente proyecto: Las Puertas, un centro comercial de más de 42 mil metros cuadrados que se construyó sobre el kilómetro 29 de la CA-1. Sin embargo, destaca que tanto el crecimiento habitacional como el comercial afectan en el congestionamiento vehicular del área, (Batres, 2013).

Esta investigación se inscribe en las siguientes líneas de investigación para la maestría en Ingeniería Vial.

Planificación: se planificará el estudio para el diseño del paso a desnivel que se propondrá como solución del problema. Estudios de tránsito: se hará un estudio de TPDA para conocer el tránsito y tipología que circulan por el lugar. Planificación Diseño: se planificará el diseño geométrico del paso a desnivel

sobre la base de los datos para su elaboración. Metodologías aplicables para la proyección de tránsito en Guatemala. Una de las metodologías es el diseño de pasos a desnivel para disminuir el congestionamiento con el estudio vial del lugar. Propuestas para la ordenación, regulación y control del tráfico. Se hará el estudio para colocar la señalización de cómo será el orden y circulación del tráfico.

La investigación tendrá una importancia a futuro, ya que se evidencia un problema de congestionamiento vehicular que se agravará con el paso del tiempo y con el crecimiento de la población. De ahí importancia del estudio de dicho problema, el cual se estará plasmado en la investigación, y se recomendará una solución.

Será un aporte importante hacia el municipio de San Lucas Sacatepéquez, la sociedad, los profesionales de la Ingeniería Vial, COVIAL y a las personas que quieran realizar un estudio de tráfico vehicular en el futuro, para tomarlo como referencia.

El estudio se realizará en campo y en oficina, aplicando los estudios de la maestría en Ingeniería Vial. El resultado será la nueva propuesta de reducción de tráfico en el área. Será una obra importante para la población cuando se construya, pero por ahora será importante para las autoridades municipales y para los estudiantes de Ingeniería Vial o nuevos investigadores. Guatemala carece de investigaciones abundantes para conocer los estudios que se deben de realizar, para solucionar este tipo de conflictos viales.

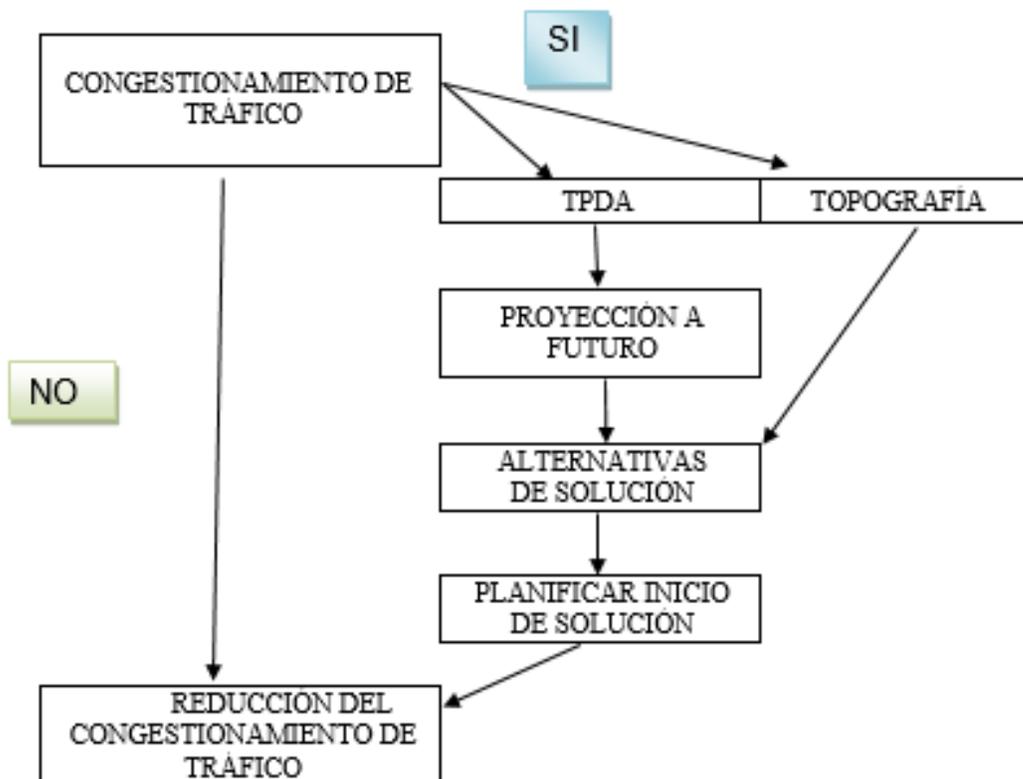
La razón es dejar una base para los futuros estudiantes de Ingeniería Vial, de los estudios que deben de realizar antes de proponer una solución a un problema de conflicto de tráfico. Forjar un documento de apoyo para consulta,

pensando que en el futuro será utilizado para analizar otros tramos de carretera con problemas de congestiónamiento vehicular.

1.4. Necesidades por cubrir y esquema de solución

La investigación necesitará de trabajos que se mostrarán en el siguiente esquema de solución.

Figura 1. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia.

La investigación tiene un enfoque en estudios no experimentales cuantitativos para el entronque ubicado en la ruta CA-1 Occidente, kilómetro 29, municipio de San Lucas, departamento de Sacatepéquez, en la cual se aplicarán los conocimientos adquiridos en la maestría de Ingeniería Vial.

La investigación pretende cubrir el estudio vial, que será el de impacto vial, la proyección a futuro, topografía y diseño de un paso a desnivel como propuesta para la solución al conflicto de tráfico.

1.5. Alcances

El problema que ocasiona un congestionamiento en una carretera influye económicamente en una nación. Para estudiar este fenómeno en la ruta CA-1 Occidente en el kilómetro 29, municipio de San Lucas, departamento de Sacatepéquez, el nivel de investigación es descriptivo, el enfoque es mixto (cuantitativa / cualitativa), por ejemplo:

Primero se observará el problema. En esta etapa la investigación presenta un enfoque de estudio no experimental.

Los resultados se someten al análisis para delimitar las causas del problema. El nivel de la investigación en esta etapa es explicativo, respondiéndonos las preguntas anteriores. Una proyección de tráfico se relaciona con los índices de crecimiento poblacional, por lo tanto será un estudio cuantitativo.

La identificación del foco o los focos del congestionamiento vehicular constituye un avance para afirmar que una de las soluciones al conflicto vehicular será el paso a desnivel.

Esta investigación aportará un documento que puede ser consultado por cualquier persona en el ámbito de la ingeniería vial, por el cual se cree que el principal beneficiario será el estudiante de ingeniería. Por otra parte, si en el futuro se decide desarrollar el proyecto, este estudio vial le servirá como punto de partida.

Este estudio es oneroso, sin embargo, si lo realiza un profesional especializado o empresa particular, sería un ahorro para la entidad encargada del buen funcionamiento de dicha carretera.

2. CAPÍTULO DOS

2.1. Marco teórico

El estado de Guatemala debe mantener las carreteras en buen estado para propiciar que los ciudadanos gocen de mejor calidad de vida. Es importante evitar los congestionamientos en las rutas y vías principales por las cuales circulan los guatemaltecos "...El buen funcionamiento de la red de carreteras es, por tanto, crucial para el desarrollo seguro y eficiente de las actividades socioeconómicas en los cinco países de la región, (Carvajal, F., 2008, p.4).

La finalidad de la investigación es estudiar y dar a conocer alguna propuesta para disminuir el congestionamiento de tráfico ocasionado en el entronque mencionado en el título del protocolo.

Su propósito principal es identificar el efecto del tráfico generado y atraído por las acciones de un nuevo proyecto, como urbanizaciones, plaza o centros comerciales, gasolineras, desarrollos turísticos, etcétera, que pueda repercutir sobre el flujo actual de la red vial existente. Estos estudios se efectúan cumpliendo con las normas establecidas por las diferentes dependencias de vialidad, dependiendo del lugar donde se efectúen.

Para resolver el problema de congestionamiento se tomarán como referencias las siguientes bibliografías donde se solucionan problemas similares en otros países, sobre las bases que se mencionan a continuación:

La investigación parte de la definición de intersección vial, cuya acepción se refiere a los elementos de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos.

“Las intersecciones son zonas comunes a dos o más carreteras que se cruzan al mismo (o diferente) nivel y en las que se incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles”, (INVIAS, 1998, p.5).

Las intersecciones también reciben el nombre de entronques, intercambios, o pasos, las vías que forman parte de la intersección pueden también recibir el nombre de ramas, rampas, enlaces y rulos, (Suárez, H., 2005, p.20).

Para encontrar una solución al congestionamiento vial, se deben tener conocimientos acerca de un estudio de impacto vial, el cual coadyuvará con el estudio del comportamiento del tránsito en un punto determinado, el volumen y la tipología.

Los estudios de impacto vial cambian en función el lugar donde se llevan a cabo, necesidades de municipalidades y gubernamentales. Hay límites, los cuales generan la necesidad de un estudio de impacto vial, de acuerdo con la información recogida y analizada por el ITE, (Vela Morales, 2008).

Es necesario estudiar, en primer lugar, la intensidad del tráfico en cada una de las carreteras y analizar los distintos movimientos de giro. Estos datos deben indicarse para la situación actual en el año 2017 y para un año horizonte que puede estimarse en unos 10 años, determinando, en cada caso, las horas

punta; también deben incluirse la intensidad del tráfico de peatones, los accidentes y sus características específicas, (MOP, 1975, p.10).

Los estudios de impacto vial urbano analizan y proponen medidas de moderación relacionadas con los impactos viales generados por un proyecto de urbanización o edificación emplazado en el área urbana de una comunidad.

El volumen de tránsito es el número determinado de vehículos que pasan por un punto determinado durante un período de tiempo específico. La densidad de tránsito es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de carretera en un instante dado, por lo general se mide por vehículos por kilómetro. Estas definiciones se basan en (Secretariado de Desarrollo Social, Dirección General de Ordenación del Territorio) y las cuales se aludirán en el estudio.

Después del estudio de tránsito, se debe utilizar una ecuación adecuada para conocer la población a futuro. Este resultado se reflejará en la carretera en el futuro.

Para la proyección del tránsito local se puede aplicar el método de crecimiento, método de volúmenes planificados o planes de transporte y método de tendencia o tasa de crecimiento, (Vela, F., 2008, p.19). El método que más se ajusta a este proyecto es el método de volúmenes planificados o planes de transporte, ya que se ajusta a planes maestros o regionales de transporte y que usualmente proyectan los volúmenes de tránsito para 20 años sobre las principales vías de la red, en este caso la CA-1 Occidente.

Los estudios topográficos sirven para conocer el encaminamiento de la carretera con altimetría y planimetría, ubicando las construcciones existentes.

Los objetivos de los estudios topográficos son realizar trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos, proporcionar información para estudios de hidrología, posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003, p.10).

Con los datos recolectados del estudio vial, la proyección de tránsito a futuro y la topografía es posible plantear la solución al problema de congestiónamiento.

Ciertas carreteras, como autopistas y vías de primer orden tienen limitación de accesos, o por la categoría y características que les atribuyen los planes viales nacionales, regionales o departamentales, requieren la construcción de intersecciones o pasos a desnivel para que su vialidad sea continua en la carretera hasta llegar a su destino, a lo cual todos los guatemaltecos tenemos derecho, (Hugo Noel Suárez Joya Carlos, Andres Pantoja Santander, 2005).

En general, una solución de congestiónamiento a diferentes niveles requiere inversiones importantes, por lo que su diseño y construcción deben justificarse por razones, como funcionalidad, capacidad, seguridad y factibilidad, (Suárez, H., 2005, p.25).

Un paso a desnivel es un conjunto de ramales que se proyecta para facilitar el paso del tránsito entre unas carreteras que se cruzan en niveles diferentes. También puede ser la zona donde dos o más carreteras se cruzan a distinto nivel para el desarrollo de todos los movimientos posibles de cambio de

una carretera a otra, con el mínimo de puntos de conflicto posible, (Suárez, H., 2005, p.24).

Como paso previo a la generación de solución a los flujos vehiculares presentes en el área estudiada, se efectúa la recolección de información necesaria y disponible para establecer los esquemas y resultados que sugieran la solución correcta al congestionamiento. De esta manera, se tienen en cuenta las fuentes de investigación seleccionadas para este caso, (Hugo Noel Suárez Joya Carlos, Andrés Pantoja Santander, 2005).

Los pasos a desnivel se construyen para aumentar la capacidad o el nivel de servicio de intersecciones importantes, con altos volúmenes de tránsito y condiciones de seguridad insuficientes, así como para mantener las características funcionales de un itinerario sin intersecciones a nivel, (Suárez, H., 2005, p.24)

3. CAPÍTULO TRES

3.1. Propuesta de índice de contenidos

ÍNDICE GENERAL
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES
LISTA DE SÍMBOLOS
GLOSARIO
RESUMEN
OBJETIVOS
INTRODUCCIÓN
JUSTIFICACIÓN

CAPÍTULO I

1. Marco teórico

- 1.1 Intersecciones viales
- 1.2 Estudio de tránsito
 - 1.2.1 Volumen de tránsito
 - 1.2.2 Tipología de tránsito
 - 1.2.3 TPDA (tránsito promedio diario anual)
- 1.3 Proyección de tráfico a futuro
 - 1.3.1 Método de crecimiento
 - 1.3.2 Método de volúmenes planificados o planes de transporte
 - 1.3.3 Método de tendencia o tasa de crecimiento
- 1.4 Topografía aplicada a carreteras
 - 1.4.1 Topografía aplicada a carreteras y estudios de intersecciones

CAPÍTULO II

2. Estudio de tránsito del informe

- 2.1 Recolección de datos
- 2.2 Tabulación de datos
- 2.3 Fuentes de datos

CAPÍTULO III

3. Proyección de tráfico a futuro de datos obtenidos

- 3.1 TPDA (tránsito promedio diario anual)
- 3.2 Proyección de tráfico por métodos aplicado en Guatemala

CAPÍTULO IV

4. Topografía del área en estudio

- 4.1 Levantamiento topográfico
- 4.2 Tabulación de datos
- 4.3 Resultados de topografía

CAPÍTULO V

5. Análisis de resultados

- 5.1 Análisis de capacidad y nivel de servicio
- 5.2 Presentación y discusión de resultados
- 5.3 Propuesta de solución al problema

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

4. CAPÍTULO CUATRO

4.1. Metodología

La investigación tiene bases teóricas definidas que guían el estudio para llegar al resultado deseado, por lo tanto, el estudio de esta investigación es no experimental.

La investigación utilizará datos para conocer el TPDA, que dará índices del tránsito promedio diario anual y la tipología de los vehículos que transitan en el lugar. Por esta razón, se plantea una investigación con enfoque cuantitativo, la cual se explica a continuación.

El conteo de tráfico es un tipo de investigación cuantitativa, es una tabulación de datos que retrae la variable cantidad de tipología de vehículos que circulan en la ruta CA-1 Occidente, en el municipio de San Lucas, departamento de Sacatepéquez.

Realizar una proyección de tráfico tiene que ver con los índices de crecimiento poblacional, por lo tanto, será un estudio cuantitativo con nivel comprensivo.

La elaboración de la metodología se divide en 3 fases:

- Fase 1 (fase práctica)
- Fase 2 (fase teórica)
- Fase 3 (fase de resultados esperados)

4.1.1. Fase 1 (fase práctica)

Para esta fase se considera la consulta y revisión de documentos donde se obtenga información de estudios o registros previamente creados sobre pasos a desnivel. De esta manera se le da seguimiento a los pasos previos de estudios viales y se espera contar como fuentes de consulta principales los documentos de la bibliografía y en La Dirección General de Caminos (DGC), la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y fuentes electrónicas. El complemento es la información obtenida en evaluaciones de visitas de campo.

Se hará un estudio de tránsito (TPDA, Transito Promedio Diario Anual), el cual aportará los parámetros del conteo de tránsito y la tipología de vehículos que circulan por la ruta CA-1 Occidente, en el área del conflicto vehicular.

Se elaborará un levantamiento topográfico del sector, que proporcionará los datos de planimetría y altimetría del área del conflicto vehicular, donde se ubicará y se hará una proposición de un paso a desnivel.

4.1.2. Fase 2 (fase teórica)

Con los datos obtenidos en las visitas de campo ya tabulados del TPDA, se calculará el tráfico a futuro, dado que es la base para la solución del problema.

En esta fase se incluirá la base teórica existente sobre el diseño de pasos a desnivel, aspectos tanto internacionales como regionales, incluyendo las normas para construcción de carreteras y puentes para Guatemala.

Los datos de topografía del lugar servirán para ver la altimetría y planimetría del punto en estudio. También servirá para la ubicación del diseño de solución.

4.1.3. Fase 3 (resultados esperados)

Se espera aplicar todos los conocimientos adquiridos en los cursos de la maestría de Ingeniería Vial. Además, se tiene como propósito que la Municipalidad de San Lucas, departamento de Sacatepéquez tome en cuenta el estudio y diseño del paso a desnivel en el futuro.

Con el análisis del conflicto de tráfico en el kilómetro 29, carretera CA-1 Occidente, en el municipio de San Lucas y departamento de Sacatepéquez, se planteará una solución para la reducción del congestionamiento vehicular, la propuesta ayudará al municipio.

4.2. Técnicas de análisis de la información

Se consultará a las entidades, como COVIAL, DGC y EMETRA del municipio de San Lucas departamento de Sacatepéquez, para conocer los datos de TPDA y compararlos con los datos recolectados en el campo. Se tabularán datos para generar muestras estadísticas de los horarios con mayor tráfico y tipología de vehículos. La información se analizará con los métodos de medición de TPDA, usando la Tabla I (ver siguiente página).

El propósito del estudio es beneficiar a la población, dada la solución del congestionamiento vehicular del punto que se estudiará.

Uno de los recursos que se utilizará es la bibliografía sobre estudios de tráfico, los cuales indicarán cómo se deben realizar las tabulaciones de los datos obtenidos.

El análisis de la proyección de tránsito a futuro que se utilizará será el método de la tasa de crecimiento, el concepto básico consiste en proyectar el tránsito normal y de la hora pico para un horizonte de 5, 10, 15 y 20 años.

Con el TPDA se conocerá la tipología de vehículos que transitan por el lugar, y servirá para diseñar el tipo de pavimentación adecuado para dicha tipología.

A continuación, se utilizará el siguiente cuadro para tabulación de datos, los cuales se obtendrán del conteo.

Tabla I. Tabla para tabulación de datos de TPDA

ESTACION									
FECHA									
OBSERVACIONES									
HORA	Automovi	Pick Up	Microbus	Bus	Camion C2	Camion C3	Camion C4	Otro	Total
0 A 1									
1 A 2									
2 A 3									
3 A 4									
4 A 5									
5 A 6									
6 A 7									
7 A 8									
...									
23 A 24									
TOTAL									

Fuente: elaboración propia.

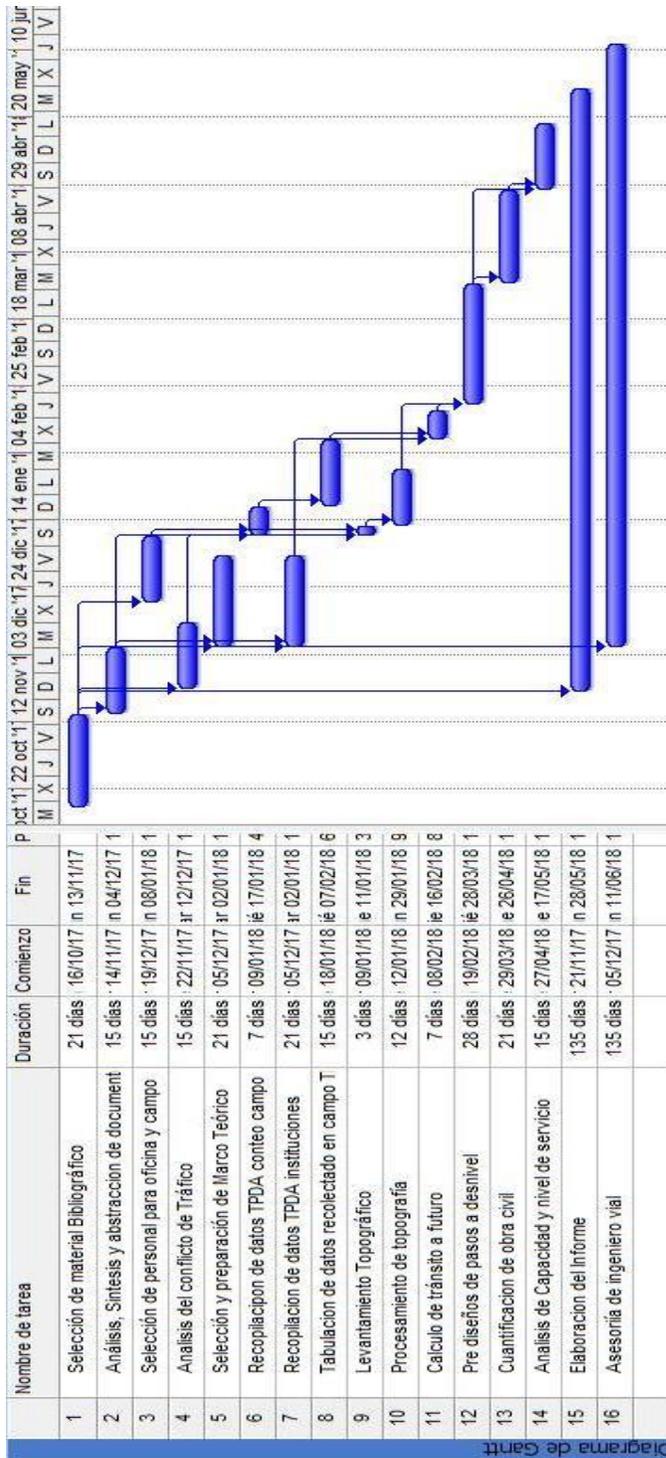
5. CAPÍTULO CINCO

5.1. Cronograma de actividades

A continuación se esquematizará el cronograma de actividades para realizar la investigación del problema de conflicto de tráfico en el kilómetro 29, carretera CA-1 Occidente, municipio de San Lucas, departamento de Sacatepéquez.

La gráfica es la representación de la planificación, en la que se listan en orden secuencial, todas las actividades previstas que deben realizarse dentro del proceso de la investigación, con estimación de tiempos.

Figura 2. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

5.2. Factibilidad de estudio

Para el informe serán necesarios los recursos humanos, físicos, tecnológicos, materiales, financieros, de los cuales ya se dispone para iniciar la investigación y elaborar el informe final.

Es importante conocer los recursos necesarios para la investigación entre ellos están los recursos físicos, tecnológicos y materiales.

A continuación, se presentan unas tablas donde se incluyen los recursos por utilizar:

Tabla II. **Recursos físicos para investigación**

CANT	CONCEPTO
1	Oficina de 3.00 * 5.00 mts.
1	Escritorio ejecutivo de 1.50 * 1.00
1	Archivo de metal
1	Escritorio para computadora
3	Sillas con rodos para escritorio
1	Vehículo
4	Contadores manuales para conteo de
1	Cinta métrica
2	Plomadas para topografía
1	Martillo para topografía
1	Trípode para topografía
2	Prismas para topografía

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Recursos tecnológicos para investigación**

CANTIDAD	CONCEPTO
2	Computadora personal de 80 Gb. De disco duro, Intel ® Pentium ® CPU 3.40GHz., Sistema operativo 32bits, puertos USB, DvD-Rom/ CDRW, Mouse óptico, teclado multimedia. Con software instalado para programas de análisis; Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2013 Autocad Civil 3D 2013.
1	Impresora multiusos, scanner y fotocopidora marca Canon
1	Estación total
1	Cámara fotográfica digital
1	Memoria SD para cámara fotográfica de 16Gb

Fuente: elaboración propia

Tabla IV. **Recursos materiales para investigación**

CANTIDA	CONCEPTO
10	Resmas de papel bond, blanco 80 gramos, tamaño oficio
15	Resmas de papel bond, blanco 80 gramos, tamaño carta
15	Blocks para notas
6	Tablillas tamaño oficio
50	Lapiceros de marca color negro
10	Portaminas 0.5mm.
50	Cajas de repuestos para portaminas 0.5 mm.
10	Borradores profesionales
INSUMOS	
200	Galones de gasolina súper
100	CDs +-R de 700 MB o superior
3	Fardos de 24 rollos de papel higiénico
100	Impresiones de planos

Fuente: elaboración propia.

Se cuenta con el apoyo del departamento técnico de la Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez para hacer el estudio, también en instituciones como COVIAL, DGC (Dirección General de Caminos) y EMETRA del municipio de San Lucas Sacatepéquez, para obtener datos de los estudios de tránsito.

El recurso humano para realizar la investigación es el siguiente:

- Investigador director: es la persona encargada de la investigación, verificará que se cumpla a cabalidad el cronograma de actividades y el presupuesto.
- Asesor: es la persona encargada de asesorar al investigador director; se exige que cuente con la Maestría en Ingeniería Vial.
- Dibujante calculista: es la persona ideal para ayudar al investigador director.
- Personal para conteo: son las personas que realizarán el conteo del tránsito.
- Persona de limpieza: será la persona encargada de la limpieza de la oficina.
- Cuadrilla de topografía: serán los que realicen el levantamiento topográfico del área del conflicto de tráfico.

Se hará resumen de cuantificación de los recursos financieros en las siguientes tablas:

Tabla V. **Recursos financieros y humanos**

CANTIDAD UNIDADES	TIEMPO MESES	CONCEPTO	PRECIO / UNIDAD / TIEMPO	TOTAL PARCIAL EN QUETZALES
1	6	Investigador Director	Q3,000.00	Q18,000.00
1	1	Asesor (pago único por 6 meses)	Q2,500.00	Q2,500.00
1	6	Dibujante, calculista	Q2,000.00	Q12,000.00
4	0.25	Personal para conteo (4 Personas)	Q4,200.00	Q4,200.00
1	0.1	Cuadrilla de topografía	Q30,000.00	Q3,000.00
		SUBTOTAL		Q39,700.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Recursos financieros físicos, tecnológicos y materiales**

CANTIDAD UNIDADES	TIEMPO MESES	CONCEPTO	PRECIO / UNIDAD / TIEMPO	TOTAL PARCIAL EN QUETZALES
1	6	Vehículo	Q500.00	Q3,000.00
4	6	Contadores manuales	Q150.00	Q600.00
2	1	Equipo completo de topografía	Q150.00	Q300.00
1	1	Cinta métrica	Q100.00	Q100.00
2	1	Estación total, alquiler	Q350.00	Q700.00
1	1	Cámara fotográfica digital (alquiler)	Q600.00	Q600.00
1	1	Memoria SD	Q50.00	Q50.00
2	1	Resma de hojas tamaño oficio	Q35.00	Q70.00
3	1	Resma de hojas tamaño carta	Q35.00	Q105.00
15	1	Blocks para notas	Q8.00	Q120.00
6	1	Tablillas tamaño oficio	Q15.00	Q90.00
50	1	Lapiceros de marca color negro	Q2.00	Q100.00
10	1	Portaminas 0.5 mm.	Q15.00	Q150.00
20	1	Cajas de repuestos (minas 0.5 mm.)	Q2.50	Q50.00
10	1	Borradores profesionales	Q5.00	Q50.00
200	1	Galones de gasolina súper	Q25.50	Q5,100.00
100	1	CDs +-R de 700 MB o superior	Q0.75	Q75.00
100	1	Impresiones de planos	Q22.00	Q2,200.00
		SUBTOTAL		Q13,460.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Resumen de presupuesto para la realización de la investigación**

RECURSOS	VALOR	TOTAL PARCIAL
Humanos	Q39,700.00	
Físicos, tecnológicos y materiales	Q13,460.00	Q53,160.00
5% de imprevistos		Q2,658.00
Total		Q55,818.00
Precio total de la investigación: cincuenta y cinco mil ochocientos dieciocho quetzales exactos.		

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Después de analizar el problema de congestionamiento se dará una solución que cumpla con la resolución del problema, mediante los métodos mencionados en el documento.
2. Como queda claro en el trabajo, este es el protocolo de una investigación que será elaborada para la maestría de Ingeniería Vial.
3. Esta investigación servirá para futuros ingenieros, para que tengan una base para realizar un estudio de impacto vial a un problema real.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia de Desarrollo Campana. (2008). *Estudio de Análisis para el rediseño de la red de tránsito pesado del Partido de Campana*. Buenos Aires, Argentina: Agencia de Desarrollo Campana.
2. Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa (Guía Didáctica)*. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.
3. Arandia, J. G., & Romel Daniel Veizaga Balta. (2006). *Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura Ingeniería de Tráfico*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayo de San Simon, Facultad de Ciencias y Tecnología, Carrera de Ingeniería Civil.
4. AREVALO, M. S. (2007). *Instructivo para Calcular la Capacidad y el Nivel de Servicio para Carreteras de Dos Carriles*. Santa Marta, Colombia: Universidad de Magdalena, Programa de Ingeniería Civil.
5. Bañón Blázquez, L., & Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento*. Alicante, España: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
6. Batres, A. (28 de Enero de 2013). El Auge de San Lucas. *El Periódico*, pág. Economía.

7. Blañon Blázquez, L., & Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto*. Alicante España: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
8. Blázquez, L. B., & García, J. F. (s.f.). *Manual de Carreteras, Tomo 1 y 2*.
9. Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito, El Problema y Cómo Enfrentarlo*. Santiago de Chile: Cepal.
10. Comunicaciones, M. d. (2013). *Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2013*. Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
11. Días Vargas, L. F. (2009). *Análisis de dos intersecciones sin semáforo en zona aledaña a nuevo terrapuerto de Piura*. Universidad de Piura, Departamento de Ingeniería. Piura, Perú: Universidad de Piura.
12. División General de Carreteras y Caminos Vecinales. (1975). *Recomendaciones para el proyecto de Intersecciones. División General de Carreteras y Caminos Vecinales*. Madrid, España: División General de Carreteras y Caminos Vecinales.
13. Ferrocarriles, D. G. (Marzo de 2008). *Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Manual Para Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
14. GEOCONSULT S.A. (2002). *Construcción del "Paso a Densivel Brujama", Del Tramo Vial Puente Pucusana, Cerro Azul ICA (Red Vial*

No.6). Unidad Gerencial de Estudios - PROVIAS NACIONAL, Lima, Perú.
Lima, Perú: Unidad Gerencial de Estudios - PROVIAS NACIONAL.

15. Gora, M. J. (2010). *Taller de Investigación II*. Huacayo - Perú: Universidad Peruana Los Andes.
16. Hugo Noel Suárez Joya Carlos, Andres Pantoja Santander. (2005). *Prediseño Geométrico a Nivel y a Desnivel de la Intersección El Jazmín*. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Caldas. Departamento de Caldas, Colombia: Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Ingeniería Civil.
17. Rivera Cruz, N. M. (2007). *Estudio de Impacto Vial Proyecto Centro Comercial San Felipe*. Estudio de Impacto Vial, Lima, Perú.
18. S/N. (2012). *Estudio Volumétrico de Transito, CA-1 Occidente, El Tejar, Chimaltenango, RD CHIM-07 Los Aposentos*. Chimaltenango, Guatemala: S/N.
19. Secretaría de Desarrollo Social, Dirección General de Ordenación del Territorio. (s.f.). *Manual de Diseño Geométrico de Vialidades, Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas Tomo IV*. México: SEDESOL.
20. Secretaría de Transporte y Tránsito, Alcaldía de Medellín. (2008). *Estudio Vial Unidireccional de las Transversales Superior e Inferior*. Medellín, Colombia: Secretaría de Transporte y Tránsito Subsecretaría Técnica.

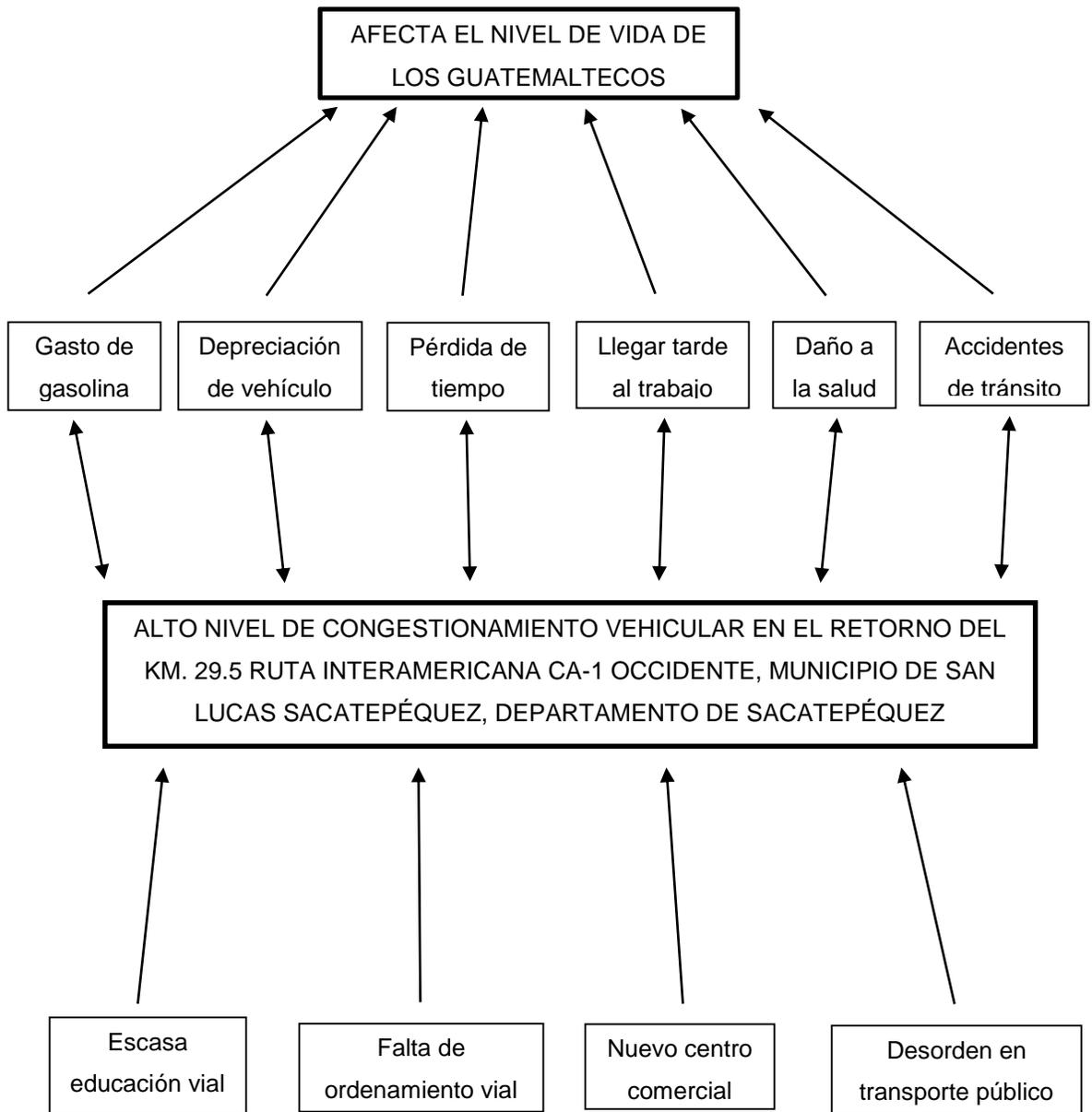
21. Secretariado de Desarrollo Social, Dirección General de Ordenación del Territorio. (s.f.). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas Tomo XII*. SEDESOL. México: SEDESOL.

22. SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial*. Centro América: AECID.

23. Vela Morales, F. G. (2008). *Estudio de Impacto Vial, Marco Conceptual*. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Estudio de Postgrado, Guatemala.

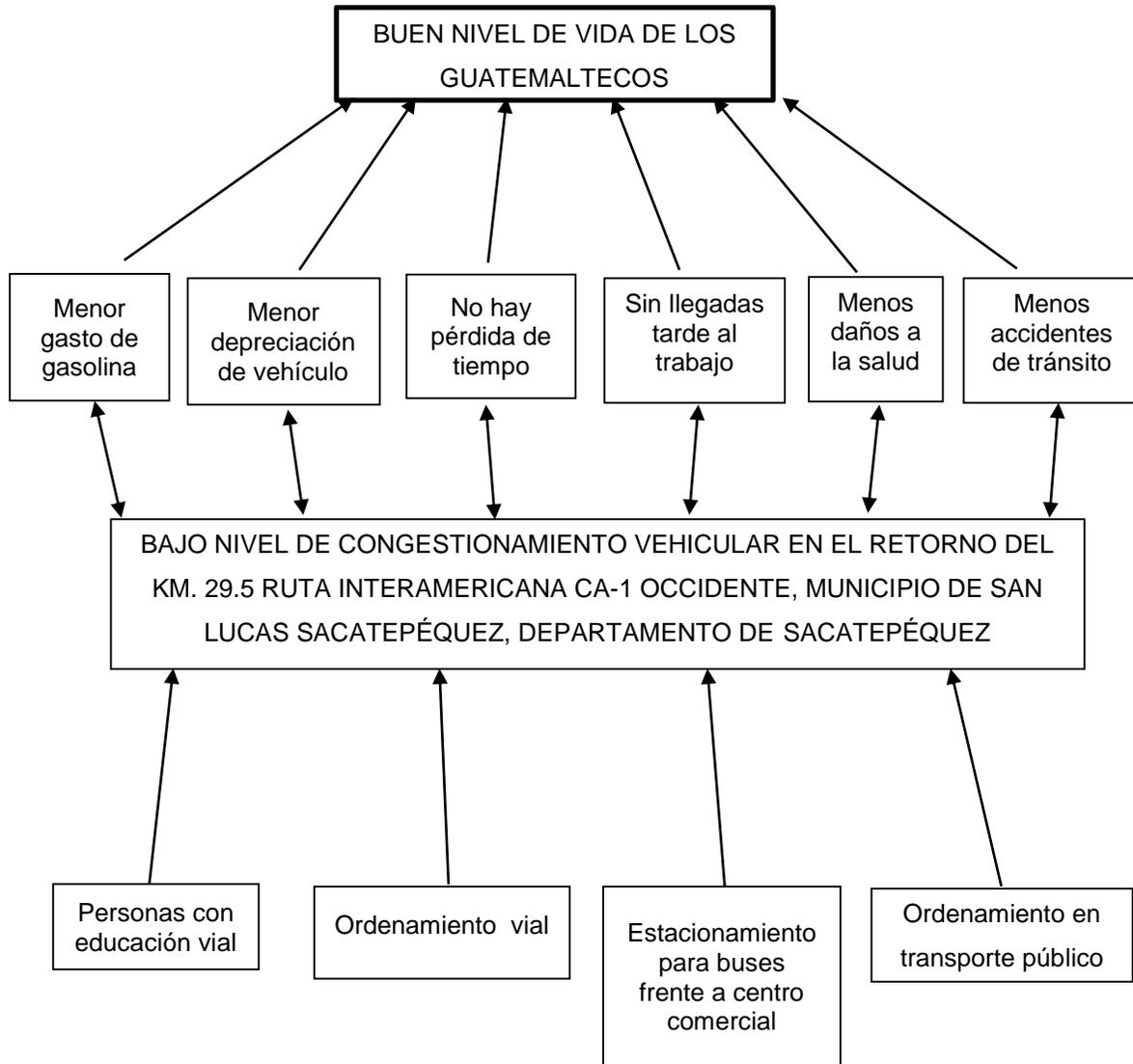
APÉNDICES

Apéndice 1. **Árbol de problemas**



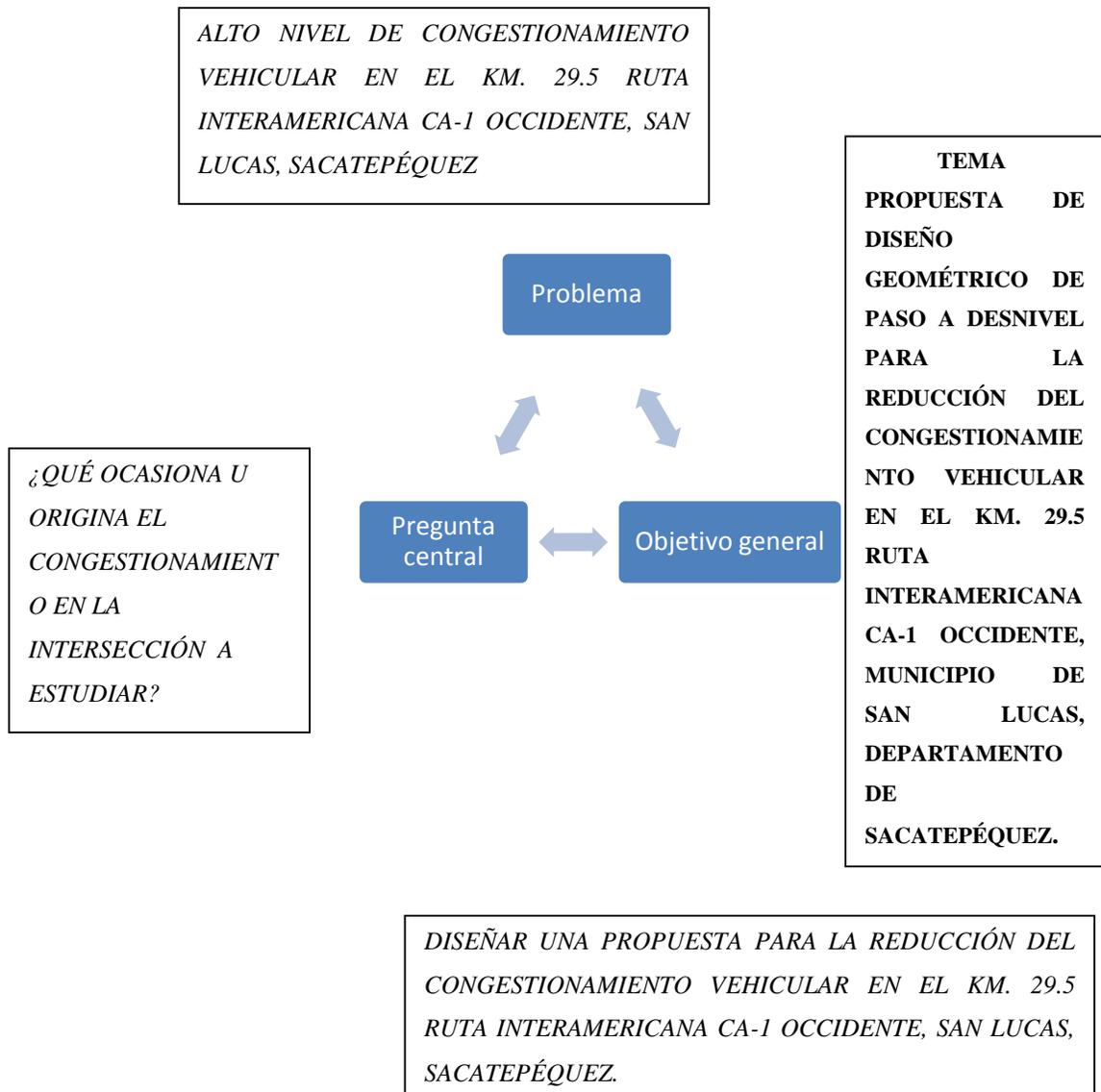
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Esquema de la matriz de coherencia unificando el problema, la pregunta central y el objetivo general**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4.

Tabla de objetivos específicos de la matriz de coherencia

Preguntas auxiliares	Objetivos específicos	Fases	Conclusiones preliminares	Recomendaciones preliminares
1) ¿Cuál será el tránsito diario en el área del problema?	1) Hacer un conteo de vehículos para conocer la afluencia vehicular concurrente.	Se buscará entre los archivos de San Lucas, el último conteo del lugar, para conocer cuántos vehículos y qué tipo de vehículos circulan en el lugar.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El resultado fue una sobre la población vehicular en el área? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenamiento inmediato del tramo para que reduzca el tráfico hasta que se encuentre una propuesta de diseño.
2) ¿Serán las paradas de autobuses en el contorno del lugar?	2) Observar las ubicaciones de paradas de autobuses que pueden traer consecuencias con el tráfico del entronque.	Observación visual.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Existe una parada de buses en el área y tiene su carril descarga para no ocasionar tráfico? 	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicar la parada de autobuses, dando margen a que se puedan parquear mejor y dar una mejor circulación vehicular.
3) ¿Será un paso a desnivel una solución?	3) Se harán los respectivos estudios topográficos y datos antes recolectados.	Se diseñará un paso a desnivel que solucione el problema.	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño geométrico debe disminuir el tráfico del lugar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe construir lo antes posible el paso a desnivel para beneficio de las personas.

Fuente: elaboración propia.